

El rendimiento matemático en función del auto concepto mediante regresión logística

Edgardo Alberto Arriola
Mariela Rosana Amarilla
Antonio Humberto Closas
Ethel Carina Jovanovich
Argentina

Recibido: Abril, 2020

Aceptado: Mayo, 2020

Resumen

En este estudio el objetivo principal fue desarrollar un modelo de regresión logística que permita explicar de qué manera distintas áreas del constructo autoconcepto se relacionan con los resultados matemáticos. La muestra estuvo compuesta por 152 jóvenes, pertenecientes a la FRRe-UTN, Argentina, con una media de 19.63 años ($DE = 1.48$). La investigación responde a un diseño explicativo, de estilo descriptivo mediante encuesta, de línea cuantitativa y de corte transversal. Se utilizó el test “Autoconcepto Forma 5”, conformado por treinta (30) afirmaciones, organizadas en seis (6) ítems para cada una de las cinco (5) áreas consideradas (*Académica, Social, Emocional, Familiar y Física*). En la etapa empírica, los análisis estadísticos implementados, permitieron conocer ciertas características de las dimensiones de la prueba, los índices de consistencia interna de las diferentes áreas y del instrumento en su conjunto, así como determinar el modelo logístico que mejor se ajusta a los datos muestrales.

Palabras clave: Rendimiento matemático - Dimensiones del auto concepto - Estudiantes universitarios - Regresión logística - Curva ROC

Mathematical performance based on self-concept through logistic regression

Abstract

The main aim of this study was to develop a logistic regression model to explain how the different areas of the self-concept construct are associated to mathematical results. The sample consisted of 152 young people, who belong to FRRe-UTN, Argentina, with an average of 19.63 years ($SD = 1.48$). We have conducted an explanatory research with a descriptive survey strategy of quantitative method with cross sectional study design. Self-concept Form 5 was used. It consisted of 30 statements organized into 6 items for each of the 5 areas considered (academic area, social-relationships area, emotional area, family area and physical area). In the empirical stage of the study, the statistical analyses that were carried out revealed certain characteristics of test dimension, the internal consistency of the different areas and, of the instrument as a whole, as well as the best logistic model that could be applied to sample data.

Key Words: Mathematical performance - Self concept dimensions - University students - Logistic regression - ROC curve

Introducción

El desempeño académico, en general y el rendimiento matemático, en particular, representan fenómenos multicausales que podrían ser abordados desde distintos puntos de vista y teniendo en cuenta diferentes factores, sus vinculaciones e implicancias.

En países que poseen un régimen público de educación, como Argentina, los resultados educativos constituyen una preocupación de sumo interés, debido a que el objetivo final de la provisión gratuita de enseñanza es la igualdad de oportunidades y el ascenso social de los ciudadanos, lo cual depende directamente del éxito que tengan los alumnos en términos del aprovechamiento y finalización de sus estudios.

A su vez, en el ámbito de la unidad académica donde se lleva a cabo el presente estudio, el tema del bajo rendimiento posee mayor relevancia social, en razón de que su zona de influencia incluye la región nordeste, una de las áreas con más alto nivel de subdesarrollo educativo y socioeconómico de este país.

Si bien los insuficientes resultados pueden explicarse por inconvenientes de distinta índole y origen, uno de ellos radica en la diferencia que presenta la formación matemática que los

alumnos poseen al llegar a la Universidad y los conocimientos que en este nivel educativo son requeridos, la cual ha sido observada y comprobada en reiteradas ocasiones, de diversas maneras y en distintos contextos.

En razón de que el individuo es el resultado de múltiples factores tanto genéticos como ambientales, los cuales se encuentran con frecuencia estrechamente relacionados y en complejas interacciones, la distancia a la que se hace referencia se debe evidentemente a diferentes motivos; no obstante, existe entre ellos un aspecto particular en torno al cual girará el desarrollo de esta investigación.

En efecto, la variable a la que hacemos referencia es el *autoconcepto*; es decir, la percepción que una persona tiene respecto de sí misma. Este conjunto de características físicas, intelectuales, afectivas, sociales, etc., presenta en principio cierta relevancia en los resultados cognitivos, puesto que, de acuerdo con algunos autores (Núñez et al., 1998), la implicación activa del sujeto en su proceso de aprendizaje se incrementa cuando se percibe autoeficiente. No en vano, el autoconcepto, una de las principales fuentes de motivación, constituye uno de los desafíos permanentes que enfrentan profesores, directivos y la comunidad educativa en general, con el objeto de mejorar el desempeño de los estudiantes (Aranda, 2017).

Diversos autores se han ocupado del vocablo y de la problemática objeto de este trabajo. Así, por ejemplo, según Burns (1982) el autoconcepto está basado en las experiencias individuales y sociales y en las atribuciones que se otorgan a la propia conducta; incluye actitudes, sentimientos, apariencias, aceptación social y capacidades cognitivas. Es considerada una de las variables personales que mayor influencia tendría, tanto directa como indirectamente, en el rendimiento académico; lo que también sucede con la auto eficacia, estrechamente relacionada con el auto concepto, siendo incluso mejor predictora que otras variables de tipo cognitivo (Hernández, 2018).

El interés por el autoconcepto, ha estado presente desde hace tiempo en el psicoanálisis, el conductismo, las teorías del aprendizaje social, la psicología cognitiva y la psicología humanística; también en el campo de la psicología aplicada: clínica, educativa y social (Harter, 1986).

En la década de los sesenta, los modelos del autoconcepto eran típicamente de naturaleza unidimensional; es decir, se consideraba que el autoconcepto era un constructo unitario que podía ser evaluado presentando a niños o adolescentes ítems que reflejaran su autoconcepto global a través de múltiples contextos. Posteriormente, en los años ochenta las investigaciones abandonaron este enfoque unidimensional y desarrollaron un modelo multidimensional propuesto por Shavelson, Hubner y Stanton (1976).

En este modelo distinguen un autoconcepto general que se subdivide en académico (Idiomas, Historia, Matemáticas y Ciencias) y no académico (estados emocionales particulares), y físico (habilidad y apariencia física). Este modelo propone que el autoconcepto pueda ser evaluado utilizando instrumentos que midan cada una de las áreas por separado (Torres et al., 2005).

El autoconcepto académico, según sostiene Marsh (1993), debe ser entendido como la concepción que tiene el estudiante de su capacidad para aprender y rendir en las tareas escolares. La bibliografía científica lo valora como una condición necesaria pero no suficiente para un adecuado rendimiento. Respecto del autoconcepto no académico, algunos autores (Shavelson, Hubner y Stanton, 1976) expresan que se configura por componentes emocionales (son los más subjetivos e internos), sociales (relacionados con el significado que la conducta del individuo tiene para los demás), y físicos (en los que tienen una incidencia fundamental las actitudes y apariencia general del individuo).

En este trabajo se estudiará el autoconcepto a partir de las dimensiones: *académica, social, emocional, familiar y física*, las cuales brevemente pasamos a describir a partir de García y Musitu (2014).

- Académica: se refiere a la percepción que el sujeto tiene de la calidad del desempeño de su rol como estudiante. Social: es la opinión que tiene el individuo de su desempeño en las relaciones sociales.
- Emocional: hace referencia a la apreciación que una persona realiza respecto de su estado emocional y de sus respuestas a situaciones específicas, con cierto grado de compromiso e implicación en su vida cotidiana.
- Familiar: está asociado a la consideración que tiene el sujeto de su implicación, participación e integración en el medio familiar.
- Física: esta área se vincula con la creencia que tiene el individuo de su aspecto físico y de su condición física.

Los estudios sobre autoconcepto han demostrado que este constructo constituye uno de los más importantes y significativos reguladores de la conducta humana (Suls, 1982; Suls y Greenwald, 1983). No obstante, hay dificultades para establecer la naturaleza de la relación y para identificarla. De acuerdo con Markus y Wurf (1987), el inconveniente con el que nos encontramos en el momento de identificar la influencia del autoconcepto en la conducta del individuo radica también, en estimar qué otros factores influyen en la conducta, además del autoconcepto.

En particular, respecto a la relación causal entre el autoconcepto y el rendimiento académico, los resultados de investigaciones realizadas no aportan evidencia definitiva sobre la naturaleza exacta de la dirección del vínculo que une a estas dos variables.

En efecto, Núñez y González-Pienda (1994) distinguen cuatro patrones o modelos de causalidad entre ambos constructos. En primer lugar, el rendimiento académico como determinante del autoconcepto; en segundo término, los niveles del autoconcepto como determinantes del grado de logro académico; en tercer orden, autoconcepto y rendimiento académico se influyen y determinan mutuamente; por último, terceras variables pueden ser la causa tanto del autoconcepto como del rendimiento académico.

En un importante trabajo, sobre todo debido a los resultados obtenidos, Hattie (citado por Rodríguez-Rodríguez y Guzmán, 2016) afirma que es probable que el autoconcepto incida más directamente sobre el aprendizaje que en el rendimiento, y que en este último lo haría por medio de la influencia en otras variables, como las estrategias de aprendizaje, la autorregulación o el establecimiento de metas adecuadas.

Evidentemente, identificar y estudiar las variables que inciden en los resultados en Matemática es una labor estratégica, puesto que dará lugar a proponer acciones que permitan mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta materia en los distintos niveles educativos. Además, la aplicación de un instrumento determinado en el espacio sociocultural de los sujetos de la muestra posibilitará contar con información directa y precisa, lo cual facilitará presentar explicaciones eficientes y adoptar decisiones ajustadas con el objeto de mejorar los resultados académicos en el campo disciplinar de interés.

En este contexto, el objeto principal del presente estudio reside en elaborar un modelo de regresión logística que permita explicar de qué manera la imagen que los estudiantes tienen de sí mismos, en las distintas dimensiones que se analizarán, influye en el rendimiento matemático.

Materiales y Métodos

Participantes

Debido a que nuestro interés radica en trabajar con una muestra en la cual su unidad se encuentre formada por la totalidad de los estudiantes que componen una entidad con definida personalidad como es el grupo-clase, hemos considerado adecuado, luego de estratificar la población en estudio (los estratos estuvieron representados por los turnos de clase, mañana y tarde) apelar al método de muestreo por conglomerados (las comisiones de estudio integran los conglomerados). Por otra parte, en virtud de que nuestra intención reside en trabajar con grupos aleatorios de alumnos, la elección final de los mismos se realizó al azar. Resumiendo, podemos decir que en el procedimiento utilizado para extraer la muestra hemos combinado los métodos estratificado, por conglomerados y aleatorio simple, para identificar y seleccionar las unidades respectivamente.

En concreto, la muestra elegida estuvo conformada por 152 jóvenes (114 mujeres y 38 hombres), pertenecientes a las tres carreras de Ingeniería (Sistemas de Información, Electromecánica y Química) que se brindan en la Facultad Regional Resistencia (FRRe) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Argentina. La edad media de los estudiantes que respondieron los ítems de la prueba fue 19.63 años ($DE = 1.48$). Algunas de las características de la muestra utilizada en esta investigación, se ilustran en el cuadro I.

Cuadro I: Detalles relativos a la muestra empleada en la etapa empírica del estudio

Turno	Carrera	Alumnos	Edad
Mañana y Tarde	Ingeniería en Sistemas de Información	$n = 52$ (34.21%) (40 m, 26.32% – 12 h, 07.89%)	Mín. = 18 Máx. = 24 M = 19.52 DE = 1.36
Mañana y Tarde	Ingeniería Electromecánica	$n = 56$ (36.84%) (49 m, 32.24% – 07 h, 4.60%)	Mín. = 18 Máx. = 24 M = 20.09 DE = 1.55
Mañana	Ingeniería Química	$n = 44$ (28.95%) (25 m, 16.45% – 19 h, 12.50%)	Mín. = 18 Máx. = 24 M = 19.16 DE = 1.38
Muestra: $N = 152$ (114 m, 75% – 38 h, 25%)		Edad: Mín. = 18, Máx. = 24, M = 19.63, DE = 1.48	

Fuente: Elaboración propia

Diseño

Esta investigación, inicialmente de naturaleza *no experimental*, puede considerarse en una segunda etapa también *explicativa*, en razón del objetivo que se pretende lograr. Si consideramos como criterio el tipo de información que se proporcionará y el modo de recogerla, el diseño es de estilo *descriptivo mediante encuesta*.

Por otra parte, en atención a la forma de administrar el instrumento de medición, en este estudio empleamos la *técnica del cuestionario*. A su vez, si tenemos en cuenta el marco donde se lleva a cabo, estaríamos hablando de una *investigación de campo*. Además, en razón de cómo se miden y analizan los datos, es una investigación de línea *cuantitativa*. Teniendo en cuenta la instancia de recolección de la información, este trabajo revela una estrategia de corte *transversal*. Dado que no existe manejo experimental de las variables explicativas, ni procedimientos de control de las extrañas, excepto el llamado control estadístico, el diseño de esta investigación es de carácter *correlacional*.

En líneas generales, desde el ámbito de la confrontación teórica-empírica, podríamos señalar que la investigación responde a un proceso de carácter hipotético-deductivo, puesto que pretendemos comprobar si la conceptualización teórica de la cual partimos se ajusta a la realidad objeto de estudio, a través de la recolección de datos y su posterior análisis estadístico.

Procedimiento

Una vez seleccionada la muestra, la recolección de datos se llevó a cabo, en cada uno de los grupos-clase, en una única instancia. En primer lugar se informó a los participantes que la

aplicación del instrumento en cuestión respondía a un trabajo de investigación mediante el cual se pretende explicar de qué manera se relacionan distintas áreas del autoconcepto con los resultados educativos.

También se les indicó sobre la importancia de responder con sinceridad a los distintos ítems que se plantean, que sus respuestas tendrán un carácter estrictamente confidencial y serán utilizadas sólo con finalidad científica, y que la participación en el estudio era una decisión totalmente voluntaria.

El momento temporal de este proceso fue el mes de agosto de 2017, en el marco de la asignatura Análisis Matemático I (AMI) de la FRRe-UTN, cuyo régimen de cursado es anual. La aplicación del test la efectuaron los propios profesores al comienzo de clase y con el margen de tiempo adecuado en virtud de las consultas formuladas en la prueba (20 minutos en promedio).

Instrumentos

La prueba aplicada, en el contexto del trabajo de campo de esta investigación, se denomina Autoconcepto Forma 5 (AF5) y fue elaborada por García y Musitu (2014). Está compuesta por treinta (30) afirmaciones, organizadas en seis (6) ítems para cada una de las cinco (5) áreas consideradas, acerca de las cuales nos hemos referido brevemente en la primera sección de este trabajo.

El instrumento utilizado tiene las mismas características de aplicación que el AF5 (los ítems se evalúan en una escala con alternativas de respuesta que van de 1 a 99 puntos); su empleo puede hacerse en forma individual o colectiva, en nuestro caso evidentemente se realizó en forma colectiva.

La evaluación cualitativa del instrumento fue realizada por profesores del Área de Matemática del Departamento de Materias Básicas (FRRe-UTN), en cuanto a los aspectos: a) pertinencia del contenido de los ítems propuestos (*indicadores subjetivos de validez*), y b) conformación del cuestionario en su conjunto (*indicadores de la validez factorial o estructural*). Las apreciaciones formuladas por los docentes-investigadores que colaboraron tuvieron una amplia coincidencia en relación con ambos aspectos.

En la Tabla II, pueden apreciarse los resultados de algunos indicadores que caracterizan la muestra seleccionada, tanto para el total de la prueba y como para las cinco dimensiones que conforman el test aplicado.

Cuadro II: Estadísticos descriptivos, de correlación y de fiabilidad de las dimensiones de la AF5

Dimensión	Cantidad de ítems	Valoración	Media	DE	Correlación dimensión-total corregida	α de Cronbach sin la dimensión
Académica	6	Mín. = 1.12 Máx. = 9.63	5.99	1.57	.59	.63
Social	6	Mín. = 1.32 Máx. = 9.90	6.80	1.81	.66	.56
Emocional	6	Mín. = 0.50 Máx. = 9.90	5.77	2.27	.27	.84
Familiar	6	Mín. = 0.18 Máx. = 9.90	8.24	1.70	.41	.72
Física	6	Mín. = 0.42 Máx. = 9.90	5.82	1.96	.65	.57

AF5 (5 Dimensiones): Val. Mín. = 14.51 Val. Máx. = 44.88 Media = 32.62 DE = 5.53 α = .73

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que los valores hallados para cada una de las dimensiones, así como para el conjunto de las mismas, en cuanto a *valoración, media y desviación típica*, resultaron absolutamente razonables se encuentran dentro del rango de medidas que se esperaban obtener, en virtud de los antecedentes bibliográficos que fueron consultados sobre el tema (véase García y Musitu, 2014).

En general, las valoraciones en cada una de las áreas muestran *correlaciones corregidas* correctas con las valoraciones totales en la prueba, puesto que en todos los casos superan el valor de referencia .20 (Kline, 2000), observándose la más alta en la categoría denominada *Social* (.66), aunque seguida muy de cerca por la dimensión *Física* (.65).

Respecto de los indicadores α de Cronbach cuando se excluye la dimensión, podemos señalar que los valores que sobresalen corresponden a las mismas áreas, *Social* (.56) y *Física* (.57), citadas anteriormente (en este caso, coeficientes bajos ponen en evidencia el aporte relevante que la dimensión que no participa realiza respecto de la fiabilidad de la prueba). Las medidas α de Cronbach halladas pueden considerarse aceptables en general, ya que verifican el criterio de algunos autores de estar en estudios exploratorios al menos próximas a .60 (Huth, Delorme y Reid, 2006).

La fiabilidad calculada para el conjunto de las cinco dimensiones es correcta puesto que el *coeficiente alfa* encontrado (.73) supera el criterio de .70 recomendado (Nunnally y Bernstein, 1994).

Con la finalidad de analizar, mediante regresión logística, las asociaciones entre las escalas de la AF5 y el rendimiento en Matemática hemos utilizado como variable respuesta las notas (promedio de evaluaciones parciales) alcanzadas por los alumnos encuestados en la

asignatura AMI, las que fueron obtenidas a partir del Sistema Académico SYSACAD (fuente de información secundaria). Se han seleccionado las calificaciones puesto que son el criterio social y legal del rendimiento en el ámbito de los centros educativos. Por otra parte, es el indicador más utilizado en las investigaciones sobre el tema a pesar de la dispersión o falta de consenso de las diferentes instituciones e incluso entre los profesores de una misma institución.

La variable dependiente del modelo es inicialmente de tipo continua, sus valores enteros van de 1 a 10; en cambio, las variables independientes (dimensiones del AF5, fuente de información primaria), si bien son continuas, sus valoraciones oscilan entre 0.10 y 9.90.

Análisis de datos

Los estudios cuantitativos implementados pertenecen al dominio de la estadística inferencial. En efecto, en el orden que se encuentran detallados, se efectuaron: análisis correlacionales bidimensionales, análisis de regresión logística y curva ROC; para las pruebas de hipótesis, como es habitual, utilizamos la medida *p-valor*.

Los diferentes tratamientos indicados en el párrafo anterior permitieron determinar la ecuación de predicción que mejor describía la relación entre los cinco tipos de *autoconcepto* considerados y el *rendimiento matemático*. En todos los casos, el procesamiento de los datos fue realizado con ayuda del programa IBM SPSS Statistics 22.

Resultado y discusión

Análisis de relaciones entre las variables objeto de interés

En este apartado se llevarán a cabo análisis relacionales entre las cinco dimensiones que integran la prueba AF5 y la variable rendimiento matemático. Los datos de esta variable, originalmente oscilaban entre 1 y 10, fueron recodificados: a las calificaciones entre 1 y 5 se les asignó el valor “1”, significa que el hecho ocurre (alumnos con dificultades de rendimiento); mientras que a las notas entre 6 y 10 les correspondió el valor “0”, indica que el hecho no sucede (alumnos sin problemas de rendimiento). La codificación de las calificaciones en 0 y 1 no es una decisión arbitraria, se realiza en función de las características de la técnica *regresión logística binaria*, que más adelante será aplicada.

La primera razón por la que se realizan estos estudios radica en el hecho de que los estadísticos que se obtengan permitirán reconocer la presencia o no de asociaciones entre las categorías del instrumento y los resultados académicos, lo que proporcionará un indicio acerca de la validez predictiva del test objeto de interés.

El segundo motivo de los actuales análisis reside en que, en atención al objetivo principal de esta investigación, está previsto obtener un modelo de regresión logística explicativo de las relaciones entre el rendimiento matemático y las dimensiones de la prueba AF5, y es siempre de utilidad examinar previamente las asociaciones que presentan, en esta ocasión, las variables independientes con la variable dependiente.

Respecto de los valores del estadístico *t de Student* (permite contrastar la hipótesis nula de que el rendimiento es independiente del autoconcepto) entre las dimensiones de la prueba AF5 y el rendimiento matemático, según puede verse en la Tabla III, de los cinco posibles, sólo uno resultó estadísticamente significativo ($\alpha = .01$), tal es el caso del correspondiente al autoconcepto *Académico* ($t = -2.89$). El signo negativo obtenido en el resultado del test se debe a que la variable dicotómica ha sido codificada en sentido contrario a las valoraciones de la variable continua.

Cuadro III: Relaciones entre las dimensiones de la prueba AF5 y el rendimiento matemático

	Académica	Social	Emocional	Familiar	Física
Rendimiento matemático	-2.89**	.72	1.16	.55	.60

Fuente: Elaboración propia

Lo destacable de los indicadores obtenidos en esta parte del estudio es que la presunción que teníamos al respecto; esto es, la presencia de asociación entre ambos constructos (auto-concepto y rendimiento), pudo ser empíricamente comprobada. Más precisamente podemos afirmar que en este contexto de análisis estadísticos, se encontraron evidencias suficientes para rechazar la hipótesis nula de que el rendimiento matemático es independiente del auto-concepto *Académico*; de manera que es posible señalar por ahora, que al menos la dimensión mencionada se encuentra efectivamente relacionada con la variable respuesta.

Esta apreciación nos lleva a sostener, a priori, que las distintas categorías del test AF5, principalmente la *Académica*, por evidentes razones, sería de utilidad para configurar un modelo que permita clasificar en el futuro los resultados académicos; aunque de ninguna manera se deben descartar las demás dimensiones como posibles variables independientes de la ecuación final de regresión.

Análisis de regresión logística

En vista del objetivo planteado en este estudio, ha sido ingresada como variable respuesta el *Rendimiento matemático* (0 = Aprobado y 1 = Desaprobado), y como variables explicativas o covariables las cinco dimensiones del test AF5: *Académica*, *Social*, *Emocional*, *Familiar* y *Física*.

Sin embargo, los resultados de la regresión logística binaria (en SPSS optamos por el método Atrás: Condicional) indican, en virtud de la aplicación de los test de ajuste global, que las variables *Académica*, *Emocional*, *Familiar* y *Física*, en su conjunto, serían relevantes a la hora de explicar o predecir el comportamiento de los resultados académicos en la asignatura AMI. La única área del cuestionario empleado en el estudio que ha sido excluida del modelo fue el autoconcepto *Social*; la razón de ello se debió a que sus indicadores lo sugerían de manera categórica, y porque además los estadísticos de bondad de ajuste del modelo se veían favorecidos.

En concreto, respecto al contraste global del modelo (véase Tabla IV), podemos indicar que el *p-valor* correspondiente a la prueba *Chi-cuadrado* (15.59) ha resultado .00; por lo que, para un nivel de significación $\alpha = .05$, se rechaza la hipótesis nula de que los coeficientes incluidos en el modelo sean estadísticamente iguales a cero.

A su vez, la prueba de Hosmer-Lemeshow (la hipótesis nula indica que el modelo se ajusta a la realidad), otra forma de evaluar la bondad de ajuste de un modelo de regresión logística, ha generado un *p-valor* de .08, para el estadístico *Chi-cuadrado* cuya medida resultó 14.20 (Tabla IV); de modo que en sintonía con lo expresado en el párrafo anterior, se puede sostener que el modelo propuesto refleja adecuadamente los datos empíricos (no se encontraron evidencias suficientes para rechazar la hipótesis nula).

Cuadro IV: Indicadores globales del modelo

Test	χ^2	Valor p
Bondad de ajuste	15.59	.00
Hosmer-Lemeshow	14.20	.08

Fuente: Elaboración propia

Los coeficientes *B* del modelo, los estadísticos de *Wald*, y los respectivos *p-valores*, pueden apreciarse en la Tabla V. Según se puede observar, con excepción de la categoría *Académica*, las demás dimensiones que se están considerando de la prueba AF5: *Emocional*, *Familiar* y *Física*, poseen valores bajos en los coeficientes de regresión γ , y por cierto, indicadores de contraste con grados de significación estadística asociada superiores a .05. En razón de ello, a la hora de seleccionar el modelo que razonablemente se ajusta a los datos de la muestra, se han priorizado en general los resultados de los test de ajuste global, por encima de criterios particulares (básicamente, prueba de *Wald* y *p-valor*) respecto de cada una de las tres últimas áreas mencionadas.

Cuadro V: Coeficientes del modelo y estadísticos de Wald

	B	Wald	Valor p
Académica	-.47	11.93	.00
Emocional	.11	1.78	.18
Familiar	.14	1.49	.22
Física	.19	3.41	.06
Constante	-.28	.07	.79

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con Jovell (1995), los propósitos del *modelo logístico* residen en determinar la existencia o ausencia de relación entre una o más variables independientes y la variable dependiente; medir la magnitud de dicha relación y explicar o predecir la probabilidad de que la variable respuesta sea igual a “1” (alumnos con bajo rendimiento académico), en función de los valores que adopten las variables predictoras.

Así pues, en virtud de todo lo que antecede, se procedió a plantear un *modelo de regresión logística* conformado por cuatro de las cinco dimensiones posibles como variables explicativas de la ecuación, el resultado obtenido pueden apreciarse a continuación:

Modelo de regresión logística

$$p(\text{Rendimiento matemático} = \text{Desaprobado}) = \frac{1}{1 + e^{0.28 + 0.47 \text{ Académica} - 0.11 \text{ Emocional} - 0.14 \text{ Familiar} - 0.19 \text{ Física}}}$$

Si bien en este apartado hemos sostenido que el modelo propuesto se ajusta a los datos de la muestra, utilizaremos a continuación el concepto de la curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*), con el objeto de mostrar la capacidad que el modelo posee para explicar los resultados del rendimiento en la asignatura AMI, así como de elegir el punto de corte más apropiado para una sensibilidad o una especificidad determinada. La *sensibilidad* indica la capacidad del estimador para identificar correctamente los casos positivos (en nuestro estudio, alumnos que se encuentran en el grupo de *desaprobados*; es decir, estudiantes que presentan problemas de rendimiento). Por el contrario, la *especificidad* es la probabilidad de detectar correctamente la presencia de casos negativos (en nuestro estudio, alumnos que se encuentran en el grupo de *aprobados*, o que carecen de dificultades académicas).

En la Tabla VI se presentan diferentes valores del área bajo la curva ROC. En efecto, pueden apreciarse, la *estimación puntual* (.71), el error estándar de esta estimación (.04), también el límite inferior (.62) y superior (.79) de un intervalo de confianza del 95%. Como este intervalo no contiene al valor .50, podemos rechazar la hipótesis nula (AUC [*Area Under the Curve*] = .50) y concluir que la estimación puntual del área bajo la curva ROC (.71, $p < .05$) estaría indicando

que el modelo que se propone posee calidad diagnóstica para clasificar el *Rendimiento matemático* de los estudiantes de la muestra.

Cuadro VI: Área bajo la curva ROC

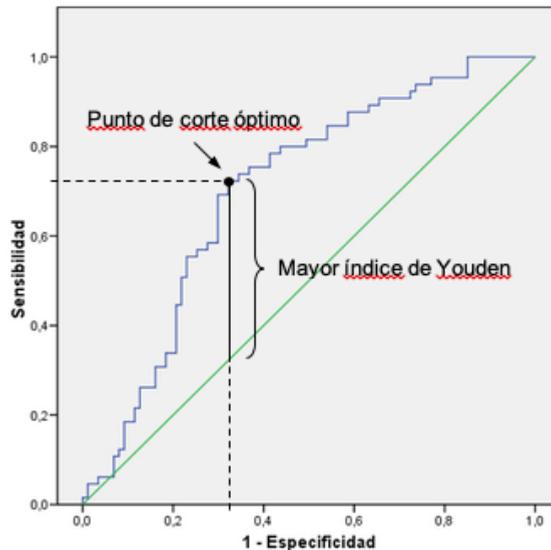
Área	Error estándar	Valor p	Intervalo de confianza	
			Límite inferior	Límite superior
.71	.04	.00	.62	.79

Fuente: Elaboración propia

De la observación de la *lista de coordenadas* de la curva ROC (información obtenida a partir de las alternativas seleccionadas y las opciones que por defecto brinda SPSS 22), surge que para el caso de una sensibilidad del 72% tendríamos una especificidad del 68%, lo que se consigue en el punto de corte 0.43.

El punto de corte lo hemos elegido teniendo en cuenta que la sensibilidad fuera la más alta y el número de falsos positivos ($1 - \text{especificidad}$) fuera el más bajo, dentro de los valores posibles, puesto que de esta manera, además de maximizar el índice de Youden, el modelo proporcionará estimaciones que estarían equilibradas y ajustadas a la realidad objeto de estudio.

Figura 1: Gráfico de la curva ROC



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 1 puede apreciarse la *representación gráfica* de la curva ROC ajustada a los datos muestrales. Se observa que la curva se encuentra razonablemente por encima de la recta $y = x$, por lo que podemos considerar que el método de diagnóstico es aceptable para discriminar los resultados educativos. La flecha indica el punto de corte óptimo (0.43) que determina la *sensibilidad* (0.72) y *especificidad* ($1 - 0.32 = 0.68$) conjunta más alta (Mayor índice de Youden = Sensibilidad + Especificidad - 1 = 0.40).

Como se podrá comprender, el punto de corte óptimo no necesariamente determina la sensibilidad ni la especificidad más alta que podría alcanzar el test (generalmente la sensibilidad más alta es determinada por un punto de corte, mientras que la especificidad más alta es determinada por otro).

En efecto, existen situaciones en las que se requiere disponer de un test diagnóstico altamente sensible (p. ej., para identificar estudiantes que podrían presentar o que revelan dificultades en el desempeño) o bien altamente específico (p. ej., para reconocer alumnos que no tendrían o que no poseen problemas de rendimiento). En tales circunstancias, no es aconsejable utilizar el punto de corte identificado por el mayor índice de Youden; por el contrario, resulta más útil conocer los valores de sensibilidad y especificidad determinados por diferentes puntos de corte, y optar por aquél que precise la sensibilidad, o la especificidad, que se desee en virtud del objetivo propuesto.

Así por ejemplo, en el contexto de este estudio, para valores de sensibilidad = 0.80 y de especificidad = 0.51, el punto de corte deberá ser: 0.39 (Índice de Youden = 0.31); esto es, inferior al óptimo (0.43) vinculado anteriormente con los máximos valores conjuntos de sensibilidad (0.72) y especificidad (0.68).

Por el contrario, para valores de sensibilidad = 0.60 y de especificidad = 0.70, el punto de corte deberá ser: 0.45 (Índice de Youden = 0.30), levemente superior al óptimo que se asocia con la mayor sensibilidad y especificidad conjunta.

Obsérvese que el índice de Youden en los dos ejemplos precedentes, como corresponde, resultó inferior a 0.40; esto es, al valor máximo del mencionado indicador.

Todas estas apreciaciones se realizan en el marco de las posibilidades acotadas que el modelo posee para explicar y predecir la varianza del rendimiento de los individuos de la muestra, a partir de las valoraciones en las dimensiones que participan. Por lo tanto, las estimaciones e interpretaciones efectuadas deben ser consideradas con debida prudencia, en razón del particular escenario empírico en el que se ha desarrollado el trabajo y de la metodología de abordaje que ha sido implementada, circunstancias ambas que indudablemente limitan las bondades que la presente investigación pudiera ofrecer.

Sin embargo, en atención a que el número de aciertos globales del modelo es uno de los indicadores más importante de la bondad de ajuste del mismo, podemos sostener que la ecuación

estimada resulta razonable para clasificar y predecir las categorías de la variable dependiente. En efecto, lo anterior se apoya en el hecho de que si se aplicara el modelo propuesto a las observaciones muestrales, se obtendría un porcentaje de éxitos que estaría comprendido en el 62% y 79%, con un nivel de confianza del 95% (ver Tabla VI).

En definitiva, y a modo de síntesis, podría expresarse que la investigación puesta en marcha nos ha permitido contrastar empíricamente, mediante la utilización de la ecuación de regresión, que estudiantes que se caracterizan por tener valoraciones iguales o superiores a la media en las áreas *Académica* (5.99), no necesariamente poseen la misma característica con las otras tres dimensiones que forman parte del modelo: *Emocional* (5.77), *Familiar* (8.24) y *Física* (5.82) –véase Tabla II–, sino más bien lo opuesto, tendrían mayores probabilidades (en el *modelo logit* los valores de la variable dependiente estarían por debajo del punto de corte óptimo) de alcanzar mejores resultados en la asignatura AMI.

Por cierto, sucedería lo contrario; esto es, bajas probabilidades de alcanzar los objetivos del curso (en la *ecuación de regresión* los valores de la variable explicada estarían por encima del punto de corte óptimo), en aquellos alumnos con valoraciones medias o altas en los auto conceptos *emocional, familiar y físico*, y por debajo del promedio en la categoría *académica*.

Evidentemente, en razón de los diferentes análisis y razonamientos realizados en los apartados de regresión logística (3.3) y curva ROC (3.4), es posible sostener que el test AF5 es un instrumento que posee validez explicativa, predictiva y discriminante respecto del rendimiento en AMI, en especial cuando está involucrado el conjunto de dimensiones que participan como co-variables del modelo.

Conclusiones

En el presente estudio nos habíamos propuesto principalmente concretar, en un dominio estadístico de tipo inferencial, el desarrollo de un modelo de predicción logística que permita explicar las relaciones existentes entre distintas áreas del *autoconcepto* y el *rendimiento académico* en AMI, empleando una muestra conformada por estudiantes de Ingeniería de primer año de la FRRe-UTN.

Pues bien, a fin de alcanzar el objetivo planteado se aplicaron diversos métodos cuantitativos los cuales han posibilitado comprender las principales características que presentaría la asociación entre el constructo objeto de estudio y los resultados educativos de los jóvenes participantes.

Los estudios iniciales (estadísticos descriptivos, correlación dimensión-total corregida y alfa de Cronbach), realizados sobre las dimensiones del test utilizado, permitieron comprobar que

la prueba AF5 constituye un instrumento confiable y válido para medir la percepción que los estudiantes tienen acerca de ellos mismos en distintos aspectos.

Por su parte, los análisis implementados posteriormente (correlacionales y de regresión), hicieron posible observar la manera en que se vinculan los tipos de autoconcepto estudiados con el rendimiento cognitivo en el ámbito de la asignatura AMI.

En razón de los resultados conseguidos en el estudio de validez predictiva, nuestra apreciación respecto de los niveles de discriminación, mediante las categorías de la prueba, de los resultados educativos es lógicamente favorable; esto es, pensamos que la AF5 es un instrumento que clasifica adecuadamente a los estudiantes con diferentes grados de logro académico. Así por ejemplo, utilizando el modelo obtenido en el apartado de regresión logística, se podría predecir que los alumnos que principalmente posean puntajes altos en la dimensión *Académica* (sin necesidad de que también lo sean en las demás dimensiones), tendrían mejores resultados cognitivos en la asignatura objeto de interés. Por el contrario, en aquellos estudiantes con puntajes bajos en el área *Académica* (y quizás altos en las demás dimensiones), se observaría un menor rendimiento en el campo de conocimiento bajo análisis.

Aunque en su generalidad, los resultados muestran evidencia de que el test aplicado presenta suficientes bondades para ser utilizado en la evaluación de las formas de autoconcepto, así como en la explicación del rendimiento académico en asignaturas del área de Matemática, creemos necesario considerar algunas limitaciones.

En efecto, en primer lugar, los participantes de la presente investigación fueron alumnos de primer año de una unidad académica específica, lo que quizás no permite hacer inferencias demasiado generales sobre otros estudiantes universitarios o extender los resultados obtenidos sobre otras poblaciones no representadas en la muestra.

En segundo orden, no se puso a prueba el instrumento AF5 en función de variables demográficas como la edad y el género de los participantes, o la especialidad de ingeniería que siguen los estudiantes encuestados, por lo que sería interesante en próximos trabajos, analizar en el ámbito de aplicación del test cómo se manifiestan los tipos de autoconcepto al considerar estos aspectos.

Sin embargo, a pesar de las limitaciones expuestas, por lo que los resultados logrados deberían aceptarse con cierta cautela, pensamos que el trabajo realizado debe ser entendido como un paso adelante en el abordaje del complejo tema objeto de interés, así como un aporte a la comunidad académica y científica del área de conocimiento, con posibles proyecciones en política, planificación y gestión educativa, de allí que el presente estudio conlleva implícitamente verdaderas perspectivas de transferencia.

El trabajo llevado a cabo nos hizo ver con interés el desarrollo de futuras investigaciones en torno a los siguientes temas (considerando, siempre que se utilicen modelos estadísticos de

dependencia, al rendimiento académico como variable explicada): a) análisis de validez externa del AF5; b) estudios de diferencias cuantitativas con respecto a distintas variables predictoras, tales como el tipo de carrera que siguen los estudiantes o el grado de estudio alcanzado por los padres, entre otras; c) utilización, además del autoconcepto, de otros determinantes personales y contextuales, como los mencionados en el punto anterior, con el objeto de elaborar un modelo causal y probar su validez de medida y global, empleando la técnica multivariante denominada estructuras de covarianza; d) replicación de la actual elaboración usando un diseño longitudinal, con evaluaciones periódicas durante los años de permanencia de los estudiantes en la universidad o en un intervalo de tiempo determinado. En este último caso, el tipo de diseño que se utiliza proporcionaría información sobre los posibles efectos o cambios que ocurren en el autoconcepto por causa de la edad y la adquisición de nuevas competencias, entre otros factores.

Como última reflexión se indica que el hecho de haber validado empíricamente el AF5 (a efectos de explicar los resultados educativos) en un determinado contexto académico y sociocultural, da origen a contar con un nuevo marco de referencia, lo cual permite ampliar la aplicación de la prueba objeto de análisis; en esta oportunidad, utilizando una muestra conformada por estudiantes de carreras de Ingeniería con residencia en la zona nordeste de Argentina.

Por lo que antecede, se considera que tanto la temática desarrollada como el tratamiento realizado constituyen un aporte científico genuino en razón de la producción de saberes que fue posible generar a partir de datos correspondientes a nuestro lugar de pertenencia, que no habían sido relevados en trabajos anteriores.

Desde nuestro punto de vista, el autoconcepto en sus distintas formas representa una cuestión relevante por su implicancia en el rendimiento académico, por lo que deberían incrementarse sus líneas de investigación a efectos de lograr un mayor desarrollo sobre su conocimiento y utilidad. Este hecho, evidentemente, sería una importante contribución al proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura bajo estudio, y de otras que se encuentran en la misma área de conocimiento, puesto que daría lugar a sugerir medidas de intervención, tanto preventivas como correctivas, con el propósito principal de alcanzar un mejor desempeño cognitivo de los estudiantes en el ámbito de implementación de las estrategias de mediación psicopedagógicas.

Bibliografía

ARANDA, R. F. (2017). *Relación entre autoeficacia, autoconcepto y desempeño en la asignatura de Matemáticas* (Tesis de maestría). Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

BURNS, R. B. (1982). *Self-concept development and education*. London: Holt, Rinehart &

Winston.

TORRES, M., MOROCHO, J., SANTOS, J., ESCURRA, L. M., DELGADO, A. E., QUEZADA, R., GUEVARA, G. y RIVAS, G. (2005). "Relación entre el autoconcepto de las competencias, las metas académicas y el rendimiento en alumnos universitarios de la ciudad de Lima". *Revista de Investigación en Psicología*, 8(1), 87-106.

GARCÍA, F. y MUSITU, G. (2014). *AF5. Autoconcepto Forma 5* (4a. ed.). Madrid: TEA.

HERNÁNDEZ, L. F. (2018). "Perfil sociodemográfico y académico en estudiantes universitarios respecto a su autoeficacia académica percibida". *Psicogente*, 21(39), 35-49.

HARTER, S. (1986). *Psychological perspective on the self*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

HUTH, J., DELORME, D. E. y REID, L. N. (2006). "Perceived third-person effects and consumer attitudes on preventing and banning DTC advertising". *Journal of Consumer Affairs*, 40(1), 90-116.

JOVELL, A. (1995). *Análisis de regresión logística*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.

KLINE, P. (2000). *The handbook of psychological testing* (2nd. ed.). London: Routledge.

MARKUS, H. y WURF, E. (1987). "The dynamic self- concept: social psychological perspective". *Annual review of psychology*, 38, 299-337.

MARSH, H. W. (1993). "Academic self-concept: Theory measurement and research". En J. Suls (Ed.), *Psychological perspectives on the self* (Vol. 4, pp. 59-98). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

NUNNALLY, J. C. y BERNSTEIN, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd. ed.). New York: McGraw-Hill.

NÚÑEZ, J. C. y GONZÁLEZ-PIENDA, J. A. (1994). *Determinantes del rendimiento académico. Variables cognitivo-motivacionales, atribucionales, uso de estrategias y autoconcepto*. Oviedo, España: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo.

NÚÑEZ, J. C., GONZÁLEZ-PIENDA, J. A., GARCÍA, M., GONZÁLEZ-PUMARIEGA, S., ROCES, C., ÁLVAREZ, L. y GONZÁLEZ, M. (1998). "Estrategias de aprendizaje, autoconcepto y rendimiento académico". *Psicothema*, 10(1), 97-109.

RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, D. y GUZMÁN, R. (2016). "Autoconcepto académico y atribuciones causales sobre el rendimiento académico en adolescentes en situación de riesgo". En J. L. Castejón (Ed.), *Psicología y Educación: Presente y Futuro* (pp. 2172-2179). Madrid: ACIPE.

SHAVELSON, R. J., HUBNER, J. J. y STANTON, G. C. (1976). "Validation of construct interpretations". *Review of Educational Research*, 46, 407-441.

SULS, J. y GREENWALD, A. (1983). *Psychological perspectives on the self* (Vol. 2). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

SULS, J. (1982). *Psychological perspectives on the self* (Vol. 1). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Mariela Rosana Amarilla

Profesora en Matemática. Facultad Regional Resistencia – Universidad Tecnológica Nacional. Profesor adjunto. profe.amarilla@gmail.com

Edgardo Alberto Arriola

Profesor en Matemática. Facultad Regional Resistencia – Universidad Tecnológica Nacional. Profesor titular. earriola2006@yahoo.com.ar

Antonio Humberto Closas

Dr. en Estadística. Facultad Regional Resistencia – Universidad Tecnológica Nacional. Profesor adjunto. hclosas@hotmail.com

Ethel Carina Jovanovich

Magíster en Enseñanza de la Matemática. Facultad Regional Resistencia – Universidad Tecnológica Nacional. Jefe de Trabajos Prácticos. carijovanovich@yahoo.com.ar