

# Relaciones estructurales entre factores ambientales e individuales y el rendimiento en Matemática

Antonio Humberto Closas  
Facultad Regional Resistencia  
Universidad Tecnológica Nacional  
Resistencia, Argentina  
hclosas@hotmail.com

Mariela Rosana Amarilla  
Facultad Regional Resistencia  
Universidad Tecnológica Nacional  
Resistencia, Argentina  
prof.mariela@live.com.ar

Edgardo Alberto Arriola  
Facultad Regional Resistencia  
Universidad Tecnológica Nacional  
Resistencia, Argentina  
earriola2006@yahoo.com.ar

Ethel Carina Jovanovich  
Facultad Regional Resistencia  
Universidad Tecnológica Nacional  
Resistencia, Argentina  
carijovanovich@yahoo.com.ar

**Resumen:** El rendimiento académico representa un fenómeno multicausal que puede ser analizado desde distintos enfoques, también teniendo en cuenta diferentes razones, sus vinculaciones e implicancias. En este marco, el objetivo del presente trabajo radica en desarrollar un modelo de estructuras de covarianza que permita explicar de qué manera ciertos factores ambientales e individuales se relacionan con los resultados en una asignatura del área de Matemática. La muestra estuvo compuesta por 142 jóvenes, pertenecientes a la FRRe-UTN, con una media de 19.75 años ( $DE = 1.42$ ). El estudio responde a un diseño explicativo, de estilo descriptivo mediante encuesta, de línea cuantitativa y de corte transversal. A través de los criterios asumidos (*residuos e iteraciones*), como de los índices descriptivos y prácticos elegidos (*indicadores globales*), fue posible verificar que el diseño postulado se ajusta al modelo empírico y sería de utilidad para explicar la variabilidad del *rendimiento académico* en la asignatura de interés. A partir de la representación final que se propone se sugieren algunas medidas de intervención socioeducativas con el objeto de promover soluciones efectivas al problema del fenómeno objeto de estudio.

**Palabras clave:** *rendimiento académico, factores contextuales y personales, estudiantes de ingeniería, modelización estadística, estructuras de covarianza*

## I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito universitario, como en otros niveles de enseñanza, es una realidad comprobada la notable diferencia que existe entre el rendimiento académico deseado y el obtenido por los estudiantes. Este fenómeno de múltiples dimensiones, que puede ser abordado desde distintos puntos de vista y teniendo en cuenta diferentes causas, genera que poco tiempo después de ingresar, abandonen sus estudios o decidan cambiar de carrera.

En este contexto, el presente trabajo está centrado en analizar, a través de métodos del área de Estadística Multivariada, de qué manera los resultados en una asignatura del área de Matemática –común en las carreras de Ingeniería (Sistemas de Información, Electromecánica y Química) que se imparten en la sede central de la Facultad Regional Resistencia (FRRe) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN)–, podrían ser atribuidos a determinados factores (intrínsecos y extrínsecos), así como a las relaciones que entre los mismos pudieran presentarse.

En concreto, el objetivo principal de este estudio reside en elaborar mediante la técnica *ecuaciones estructurales* un modelo que explique de qué manera se relacionan ciertos factores de tipo ambientales (*sociofamiliares y académicos*)

e individuales (*autoconcepto y estrategias de aprendizaje*) con el rendimiento académico de estudiantes universitarios, en el ámbito de la asignatura Análisis Matemático I (AMI).

Para ello se plantea un modelo a partir de bases teóricas del ámbito socioeducativo, que justifican las relaciones entre las variables involucradas en el estudio, que será contrastado empíricamente por medio de la técnica explicativa llamada *estructuras de covarianza* (la cual forma parte del análisis de ecuaciones estructurales).

Esta técnica se destaca por su carácter confirmatorio respecto del modelo que se postula, presentando la importante cualidad de tener la capacidad de generar constructos que estiman las variables latentes que se reflejan en las variables medibles, para posteriormente calcular los parámetros especificados por las relaciones propuestas a nivel hipotético. Otro hecho para señalar es que a las variables dependientes, sean éstas observadas o latentes, se las mide teniendo en cuenta su error residual.

La literatura asociada con el rendimiento académico, refleja la existencia de diversas variables de tipo individuales que, de un modo u otro, participan y lo ocasionan. Sin embargo, existen otras variables de características ambientales que deberían tenerse en cuenta a efectos de integrar un conjunto de indicadores que permita esclarecer en forma ajustada las razones que determinan el desempeño académico. De acuerdo con Nortes [1], considerar únicamente variables individuales en el análisis del rendimiento, es sólo una verdad a medias, se debe tener en cuenta, además, aquellas que dependen del medio; es decir, de los factores ambientales y de integración social, tanto en su vertiente familiar como educativa.

En virtud de lo que antecede, se estima conveniente incluir en este estudio dos grupos de determinantes de los resultados educativos: a) vinculados con temas *sociofamiliares* y con el proceso de *enseñanza-aprendizaje*, y b) relacionados con cuestiones cognitivas y motivacionales del *propio sujeto*.

En la elección de las variables que componen este estudio, además del criterio correlacional (característico en *modelos de ecuaciones estructurales*), se ha tenido presente el concepto de diagnóstico-intervención, con el fin de detectar las causas del bajo rendimiento y sugerir algunas medidas tendientes a mejorar el fenómeno de interés.

En la fase empírica de la investigación, las variables observables de los factores explicativos serán: a) ciertos aspectos *microsociológicos* (clima educativo y estructura familiar) y *macrosociológicos* (clase social y características del lugar de residencia); b) algunas cuestiones contextuales académicas como el *proceso de enseñanza* y el *clima de*

clase; c) el *autoconcepto académico* y en *Matemática*; d) las *estrategias de codificación y de aprendizaje de Matemática*.

En tanto que, los indicadores o variables observables del factor que se desea explicar (*rendimiento matemático*) serán las tres instancias de evaluaciones parciales escritas teórico-prácticas (calificaciones obtenidas por los estudiantes), correspondientes a la asignatura AMI.

Es claro que habría otros factores, contextuales (p. ej., sociales y educativos) y personales (p. ej., aptitudinales y afectivos), en la explicación del desempeño de los alumnos universitarios; no obstante, estos predictores no serán abordados en esta oportunidad. La localización y el estudio de las causas que determinan el rendimiento académico es un problema complejo debido tanto a la cantidad de variables que participan, como a las interacciones que entre ellas pueden presentarse. En esta ocasión se ha optado por formalizar una investigación en la que participan menos variables de las que en verdad existen, puesto que se pretende plantear un modelo explicativo más concreto que se anhela pueda contribuir a esclarecer, aunque parcialmente, el panorama objeto de estudio.

De manera más explícita, se indica que el abordaje de los aspectos sociofamiliares (*micro* y *macrosociológicos*), que se caracterizan por influir de una manera u otra en el rendimiento académico, estará centrado básicamente en dos cuestiones concretas: a) la implicación de los padres en la formación de sus hijos y la conformación de la familia; y b) el estatus socioeconómico, el contexto sociocultural y los rasgos de la zona donde vive el sujeto.

La relación entre los resultados de la educación familiar, la primera que recibe el sujeto y que, en la mayoría de los casos, no abandona nunca esa función, y los resultados académicos, puede considerarse un hecho innegable. Como señala Husén [2], la clase social de la familia tiene un efecto acumulativo a lo largo del desarrollo de una persona y es uno de los factores más importante para tener éxito en la vida; o como consideran Juif y Legrand [3], el éxito intelectual de un individuo está determinado por la atmósfera en la que está envuelto en su infancia, la cual depende del ambiente socioeconómico y del origen geográfico del sujeto.

La dimensión cognitiva del factor contextual en la que se está interesado se encuentra centrada en la opinión que los estudiantes tienen respecto del *nivel de satisfacción con el proceso de enseñanza que ha desarrollado su profesor*.

En efecto, de acuerdo con algunas investigaciones puntuales, el empleo de ciertas metodologías de enseñanza, como los sistemas activos, experimentales o asistidos por computadora, proporcionan mejores resultados académicos que la utilización de metodologías tradicionales. No obstante, resulta imposible sostener que un método en particular será exitoso en todos los casos o señalar que un determinado método es el mejor, dado que su valor depende de la relación causal con el aprendizaje del alumno en uno o más objetivos de educación [4]. Por tanto, la tarea primordial del profesor deberá consistir en facilitar y promover el aprendizaje, lo que dependerá en gran medida de su personalidad y destreza didáctica. Evidentemente, el rendimiento de los estudiantes depende, entre otros diversos aspectos, también de este elemento procedente de un fenómeno psicopedagógico [5].

Respecto del tópico motivacional que integra el factor contextual académico, al que se ha denominado *clima de clase* o *clima de aprendizaje*, el mismo podría definirse como tono o atmósfera general de la sala de clase, percibido por los estudiantes; en ocasiones, incluye también la percepción de

los profesores y, excepcionalmente, de otros miembros de la comunidad educativa. En los múltiples trabajos sobre eficacia académica, el estudio de la relación entre clima y rendimiento está siempre de manifiesto; puesto que, como señalan Molina y García [6], el vínculo profesor-alumno, la organización de la clase y la creación de un clima de aula favorable influyen en los resultados académicos. También otros autores [7] [8], han incluido en sus estudios diferentes variables relacionadas con el ambiente escolar, como el clima de aula, y confirman su influencia en el rendimiento académico.

No obstante, se conocen algunos trabajos [9] [10], que no arrojan resultados tan positivos como cabría esperar, probablemente debido a que no se consideran para evaluar el producto educativo otros indicadores que también tendrían una alta relación con el clima académico. Quizás por ello resulte apropiado proponer modelos teóricos e intentar buscar evidencia empírica que confirme esta relación y la incidencia real del clima educativo en los resultados académicos, junto con variables intrínsecas (p. ej., cognitivas y motivacionales), conformando de este modo un conjunto en el que estas últimas desempeñen un rol mediador entre el clima y el rendimiento.

En efecto, de acuerdo con Deci y Ryan [11], la percepción del ambiente académico se encuentra relacionada de manera significativa con variables como la motivación intrínseca; también con sentimientos de autorrespeto y competencia percibida, siguiendo a Harter [12]. Para Ryan y Grolnick [13], la percepción de las características del ambiente académico constituye un poderoso agente en el nivel de autoestima de los propios sujetos. Ciertamente, el clima académico que facilita las experiencias de autonomía del individuo incide en favor de su adaptación y ajuste, así como sobre su autoconcepto.

Los dos indicadores que conforman el factor contextual académico, *satisfacción con el proceso de enseñanza* y *elementos del clima de clase*, se encuentran sin duda vinculados, ya que la percepción del clima educativo por parte de los alumnos está en función de las condiciones presentes de la clase, las que a su vez están determinadas por el estilo y orientación psicopedagógicas del profesor [14].

A continuación se desarrollan distintas consideraciones en relación con los indicadores de los factores (cognitivo y motivacional) vinculados al *propio sujeto*; esto es, las variables personales *autoconcepto académico* y *estrategias de aprendizaje*.

En efecto, existen diversas definiciones sobre el constructo *autoconcepto de los estudiantes*; así por ejemplo podría decirse que es aquella variable motivacional en la que la implicación activa del sujeto en su proceso de aprendizaje se incrementa cuando se percibe autoeficiente. En tanto que para Marsh [15], el autoconcepto académico expresa la concepción que tiene el estudiante de su capacidad para aprender y rendir en las tareas escolares.

Respecto de 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 [16]. No obstante, es una variable personal que, de una forma u otra, siempre se la relaciona con los resultados educativos; de hecho, es valorada como una condición necesaria, aunque no suficiente, para un adecuado desempeño académico.

Para Aranda [17], el autoconcepto constituye uno de los desafíos permanentes que enfrentan profesores, directivos y la comunidad educativa en general, con el objeto de mejorar la performance de los estudiantes.

Por su parte, Hattie (citado por Rodríguez-Rodríguez, D. y Guzmán, R. [18]), en un interesante trabajo afirma que es posible 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 la consecución de metas adecuadas.

En relación con las *estrategias de aprendizaje* se puede indicar que estas variables por una parte implican una secuencia de actividades u operaciones mentales dirigidas a facilitar el aprendizaje y, por otra, incluyen procesos de toma de decisión por parte de los estudiantes de carácter consciente e intencional, ajustados al objetivo que pretende conseguir.

En un estudio realizado por Rossi, Neer, Lopetegui y Doná [19], con estudiantes universitarios argentinos de ambos sexos, observaron que las estrategias utilizadas con mayor frecuencia por los alumnos corresponden a las dimensiones de *apoyo al aprendizaje* y *hábitos de estudio*; y que en general los varones utilizan menor cantidad de estrategias de aprendizaje que las mujeres, esa diferencia fue más notable en algunas de tipo *cognitivas* y de *control del aprendizaje*.

Respecto de la relación entre las estrategias de aprendizaje y el desempeño educativo en distintos niveles y modalidades de enseñanza, numerosas investigaciones han encontrado que el logro académico de los alumnos se incrementa en la medida en que estos utilizan mayor cantidad de estrategias [20] [21]. A su vez, en el trabajo publicado por Miñano y Castejón [22], se sostiene que uno de los conceptos más utilizados en la actualidad, como determinante personal de tipo cognitivo de los resultados educativos, es precisamente el de las estrategias de aprendizaje.

Aunque no es conveniente comparar, mucho menos extrapolar, resultados producidos en otros medios educativos; se señala, sólo a título informativo, que en el trabajo realizado por Gargallo, Suárez y Ferreras [23] hallaron pruebas de la incidencia que las estrategias de aprendizaje tienen en el desempeño de estudiantes que asisten a dos universidades públicas de la ciudad de Valencia, España. A partir del poder predictivo que las dimensiones analizadas poseen respecto del rendimiento, el orden de relevancia sería: a) *estrategias de procesamiento y uso de la información*, b) *estrategias metacognitivas*, y c) *estrategias motivacionales*.

En atención a lo que antecede, así como en virtud de la literatura consultada sobre el tema, se puede señalar: a) el papel destacado de las estrategias en la explicación del rendimiento académico ha sido evidenciado en muchos estudios, sobre todo el efecto que tiene la capacidad de los sujetos para planificar, evaluar y regular su propio proceso de aprendizaje; y b) la relación de las estrategias con respecto al rendimiento académico no es exclusivamente directa, la capacidad predictiva de esta variable está mediatizada por otras, especialmente de corte motivacional, que ejercen influencia sobre el rendimiento, formando en realidad un entramado de relaciones directas, indirectas y recíprocas.

De las diversas estrategias que los estudiantes pueden utilizar, en este estudio se ha optado por trabajar con la dimensión *codificación* puesto que, siguiendo a Clossas, Hisgen y Sanz de Acedo [24], es una variable que se ha demostrado influye de alguna manera en el rendimiento de los jóvenes universitarios. En general, se entiende por *codificar* a la acción de *traducir* a un código o de un código; el proceso de codificación se sitúa en la base de los niveles de procesamiento –relativamente profundos– y, de acuerdo con éstos se aproxima más o menos a la comprensión y al significado del concepto.

Las variables *autoconcepto en Matemática* y *estrategias de aprendizaje en Matemática*, fueron incluidas en el estudio por entender que era necesario tener en cuenta algunos aspectos más cercanos a nuestra realidad sociocultural y educativa, que aún no habían sido considerados y que se debía hacerlo a efectos de integrar un conjunto que permita esclarecer en forma ajustada las razones que determinan los resultados educativos en el área objeto de interés. Entre las cuestiones específicas de Matemática relativas a la variable motivacional que fueron abordadas pueden mencionarse: a) el desempeño como estudiante, b) la capacidad intelectual percibida, y c) el rendimiento académico anterior. En cuanto a la variable cognitiva, los conceptos trabajados tenían que ver con: a) la comprensión y planificación de la tarea, b) el análisis de las características de la tarea, c) la persistencia ante las tareas académicas, y d) el estudio del tema en función de cómo será la evaluación.

La variable dependiente o explicada del modelo será, por cierto, el *rendimiento académico*. Para su evaluación se han seleccionado las calificaciones, tanto por las ventajas que derivan del uso de criterios estandarizados (p.ej., fiabilidad, estabilidad y comparabilidad), como por decisiones propias de los autores del estudio (se considera que podrían ser un ratio representativo del aprendizaje producido por la interacción con los contenidos), aunque se reconocen sus limitaciones objetivas y subjetivas.

Los párrafos precedentes tuvieron la intención de justificar la inclusión de las variables, explicativas y explicada, que formarán parte del modelo hipotetizado que será propuesto y contrastado por medio de la técnica ecuaciones estructurales, aunque en rigor de verdad, de acuerdo con la literatura consultada, los argumentos de dicha acreditación son más de tipo teóricos que empíricos.

La decisión de incluir o excluir determinadas variables es un hecho que invariablemente se presenta condicionado por diversas circunstancias tales como la característica multicausal del constructo, el criterio subjetivo de los investigadores y la viabilidad del proyecto en términos de las normas establecidas para la presentación de trabajos en el evento.

Sin embargo, el diseño metodológico asumido y el hecho de contar con información directa del espacio académico de selección de la muestra, le proporcionan a este desarrollo características innovadoras y genuinas. Además, la posibilidad de sugerir tareas de intervención socioeducativas en el ámbito local universitario, hace que este estudio resulte una herramienta de utilidad que sirve de apoyo a la práctica educativa propia, como también de otros escenarios pedagógicos de nivel superior.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Participantes

En el procedimiento utilizado para extraer la muestra se combinaron los métodos: estratificado, por conglomerados y aleatorio simple. En concreto, la muestra seleccionada estuvo conformada por 142 jóvenes, pertenecientes a las tres carreras de Ingeniería (Sistemas de Información, Electromecánica y Química) que se imparten en la FRRe de la UTN. La edad media de los estudiantes que respondieron los ítems de la encuesta fue de 19.75 años ( $DE = 1.42$ ). Las características principales de la muestra utilizada en esta investigación, se ilustran en la Tabla 1.

Tabla 1. Detalles relativos a la muestra empleada en la etapa empírica del estudio.

Turno	Carrera	Alumnos	Edad
Tarde y Noche	Ingeniería en Sistemas de Información (ISI)	n = 40 (28.17%) (10 m, 25.00% – 30 h, 75.00%)	Min. = 18 Máx. = 24 M = 20.08 DE = 1.31
Tarde y Noche	Ingeniería Electromecánica (IEM)	n = 54 (38.03%) (06 m, 11.11% – 48 h, 88.89%)	Min. = 18 Máx. = 24 M = 19.93 DE = 1.49
Mañana	Ingeniería Química (IQ)	n = 48 (33.80%) (29 m, 60.42% – 19 h, 39.58%)	Min. = 18 Máx. = 23 M = 19.27 DE = 1.33
Muestra: N = 142 (45 m, 31.69% – 97 h, 68.31%) Edad: Min. = 18, Máx. = 24, M = 19.75, DE = 1.42			

## B. Diseño

Este estudio, inicialmente de naturaleza *no experimental*, puede considerarse en una segunda etapa también *explicativo*, 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 esta investigación 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, debido a cómo se miden y analizan los datos, es una investigación de línea *cuantitativa*. En virtud de la instancia de recolección de la información, este trabajo revela una estrategia de corte *transversal*. En razón del interés por analizar las asociaciones entre las distintas variables que participan, el presente estudio es de perfil *correlacional y mediacional*; lo que le otorga un rasgo *prospectivo*, puesto que la evaluación de las relaciones dará lugar a sugerir recomendaciones socieducativas que resulten viables y sustentables en el tiempo.

En líneas generales, desde el ámbito de la confrontación teórica-empírica, se podría sostener 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.

## C. Procedimiento

Una vez seleccionada la muestra, la recolección de los datos se llevó a cabo, en cada uno de los 5 (cinco) grupos-clase (ISI "C" y "D", IEM "A" y "B", IQ "U"), en una única instancia. En primer lugar se les informó a los alumnos 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 distintos factores sociales y educativos con el rendimiento matemático. 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 intervenir en el estudio era una decisión totalmente voluntaria.

El momento temporal de este proceso fue octubre de 2019, en el marco de la asignatura AMI, cuyo régimen de dictado es anual. La aplicación de los cuestionarios en cada grupo fue realizada por los propios profesores, al comienzo de clase y con el margen de tiempo adecuado (30 minutos en promedio), en virtud de las consultas formuladas en las pruebas.

## D. Instrumentos

A efectos de recoger los datos relativos al tema bajo estudio se utilizaron diferentes instrumentos (cuestionarios, escalas y test).

Así pues, para medir ambas variables del factor ambiental sociofamiliar se empleó un cuestionario conformado por dos grupos de ítems los cuales responden, por cierto, a variables de enfoques *micro* y *macrosociológicos*, acerca de los cuales ya se hizo referencia en el comienzo de este manuscrito. El primer grupo estuvo integrado por seis (6) ítems (aspectos microsociológicos), un ejemplo de ellos sería: *El interés de mis padres por la marcha de mis estudios*. El segundo grupo lo conformaron tres (3) ítems (aspectos macrosociológicos), entre los que, por ejemplo, se encontraba: *La profesión y el nivel socioeconómico de mis padres*. En las dos variables las respuestas a los temas planteados –pretendían relevar datos acerca de la creencia que los estudiantes tienen sobre el grado de influencia que aspectos familiares y sociales presentan en su rendimiento matemático–, fueron categorizadas mediante una escala de tipo Likert en la que las opciones estaban valoradas entre 1 (nada) y 5 (mucho) puntos.

Con el propósito de evaluar las dos variables que integran el factor contextual cognitivo-motivacional: a) *satisfacción con el proceso de enseñanza*, y b) *elementos del clima de clase*, aplicamos para la primera de las mencionadas la Escala 8: *Evaluación del producto de la enseñanza y del aprendizaje* (dimensión conformada por cuatro (4) ítems), del instrumento Evaluación Interactiva del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje (EIPEA), elaborado por De la Fuente y Martínez [25]. Ejemplo de los ítems que componen esta escala sería: *El profesor está motivado para enseñar esta asignatura*.

En cambio, para medir el clima de clase se utilizó un grupo de tres (3) ítems, elaborados a partir de experiencias propias de los autores, los cuales aluden al *estilo de enseñanza*, a las *expectativas del profesor*, y a las *relaciones interpersonales*. Un ejemplo de las afirmaciones que integran este grupo de ítems sería: *La cordialidad en las relaciones con mis compañeros y con el profesor son importantes pues generan un ambiente de estudio favorable*. En la evaluación de las respuestas de ambas variables se utilizó una escala de tipo Likert, en la que las opciones fueron valoradas de 1 (nada) a 5 (mucho) puntos.

A efectos de evaluar la *percepción que el sujeto tiene de la calidad del desempeño de su rol como estudiante*, se utilizó la dimensión académica (conformada por seis (6) ítems) del test Autoconcepto Forma 5, elaborado por García y Musitu [26]. Un ejemplo de las afirmaciones que integran esta área sería: *Soy un buen estudiante*. Para responder a cada una de ellas los alumnos disponían de una escala con alternativas que estaban valoradas entre 1 y 99 puntos. La aplicación del test podía realizarse en forma individual o colectiva, en nuestro caso se implementó en forma colectiva.

La medición de la variable personal cognitiva se llevó a cabo por medio de un cuestionario, el cual corresponde a una adaptación para estudiantes universitarios (compuesta por diez (10) afirmaciones) de la Escala II: Estrategias de Codificación de la Información, la que ha sido seleccionada del instrumento Escalas de Estrategias de Aprendizaje-ACRA de Román y Gallego [27]. Un ejemplo de los ítems que componen esta subescala sería: *Hago resúmenes de lo estudiado al final de cada tema*. Para la evaluación de las respuestas se ha utilizado una escala de tipo Likert, en la que las opciones fueron valoradas de 1 (nunca o casi nunca) a 4 (siempre o casi siempre) puntos.

A fin de valorar las variables *autoconcepto en Matemática* y *estrategias de aprendizaje en Matemática*, se diseñaron sendos cuestionarios *ad hoc*, los cuales contienen en cada caso los aspectos intrínsecos al alumno señalados brevemente en la introducción de este trabajo. De manera que, la primera variable estuvo conformada por tres (3) ítems, mientras que la segunda variable la integraban cuatro (4) ítems. Un ejemplo

de los enunciados que formaban parte del grupo de tres ítems sería: *Creo que tengo una buena capacidad (aptitudes, inteligencia, etc.) para el estudio y la resolución de tareas de Matemática*; mientras que para el grupo de cuatro ítems fue: *Antes de ponerme a trabajar sobre una tarea de Matemática analizo sus características y demandas*. La evaluación de las respuestas de ambas variables se realizó a través de una escala de tipo Likert, en la que las opciones fueron valoradas de 1 (completamente en desacuerdo) a 5 (completamente de acuerdo) puntos.

Para analizar, mediante la técnica ecuaciones estructurales, las vinculaciones directas e indirectas entre los factores socioeducativos considerados y el rendimiento en Matemática hemos utilizado como indicadores de la variable explicada las notas alcanzadas por los estudiantes encuestados en tres instancias de evaluaciones parciales escritas teórico-prácticas (regulares y recuperatorios), concernientes al régimen de promoción y modalidad de cursado de 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 de tipo continua, sus valores enteros varían entre 1 (uno) y 10 (diez) puntos.

La evaluación cualitativa de los instrumentos que se emplearon para recoger los datos de las variables explicativas (fuentes de información primaria), fue realizada por profesores del Área de Matemática del Departamento de Materias Básicas (FRRe-UTN), en cuanto a dos aspectos: a) pertinencia del contenido de los ítems propuestos (*indicadores subjetivos de validez*), y b) conformación del instrumento 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 (a. *juicio de expertos*, y b. *grado de acuerdo global*). Los análisis efectuados en la línea de validez conceptual resultaron verdaderamente valiosos, puesto que permitieron: a) reconocer que las pruebas eran capaces de medir lo que realmente se pretendía evaluar, y b) minimizar los márgenes de error de los instrumentos al momento de su utilización.

En segundo término, con la base de datos en formato electrónico, se realizaron distintos análisis estadísticos previos. Los estudios implementados pertenecientes al dominio de la estadística descriptiva (algunos estadísticos centrales y de dispersión de las variables observadas que participan en la investigación), de la estadística inferencial (análisis de correlación entre las variables observadas explicativas, así como entre éstas y las calificaciones correspondientes a las tres instancias evaluatorias parciales), como también al área de la psicometría (correlación dimensión-total corregida y consistencia interna). El procesamiento de los datos fue realizado, en esta ocasión, con ayuda del programa IBM SPSS Statistics 22.

Los diferentes análisis cuantitativos señalados en el párrafo anterior facilitaron, por un lado, conocer ciertas características de los indicadores y el grado de confiabilidad de las pruebas y, por otro, observar las asociaciones lineales que presenta el conjunto de variables observadas que interviene en el estudio, en atención al tratamiento estadístico principal de la presente investigación.

## E. Análisis de datos

A efectos de examinar si las relaciones que conforman el modelo que se propone se ajustan a los datos de la muestra, se utilizó el *análisis de ecuaciones estructurales* del programa EQS 6.3 [28] [29]. El procedimiento de estimación se realizó mediante el método de máxima verosimilitud (*ML, Maximum Likelihood*), dado que se estimó razonable asumir existencia de normalidad en la distribución de las variables observadas, pues la estimación normalizada del coeficiente de Mardia, indicador de la curtosis multivariante, alcanzó el valor .44, inferior al criterio de máxima (*normalized estimate = 5*) recomendado [28].

La evaluación del modelo se realizó a través de: a) estudio analítico, a efectos de determinar y contrastar las relaciones entre las variables postuladas en las hipótesis; y b) análisis del grado de ajuste global, con el fin de comprobar en qué medida el modelo postulado reproduce correctamente las relaciones existentes en la matriz de correlaciones de datos empíricos.

Posteriormente a la valoración inicial del modelo teórico mediante el método de *ML*, se han estimado los errores típicos y se procedió a la determinación del índice de ajuste utilizando el test de  $\chi^2$  [30].

## III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. Estimación y evaluación del modelo

El estudio analítico de las relaciones entre las variables postuladas en el modelo reveló que tanto las cargas factoriales como los parámetros estructurales estimados son coeficientes estadísticamente significativos. Efectivamente, los 11 pesos factoriales, en el marco del modelo de medida (conjunto de relaciones entre las variables observadas y la variable latente respectiva), resultaron estadísticamente significativos para  $p < .01$ . Por lo tanto, pueden aceptarse las saturaciones obtenidas como indicios de validez de constructo de las diferentes variables latentes consideradas.

También, en el contexto del modelo estructural (conjunto de relaciones entre las variables latentes), los 6 coeficientes de regresión estimados, entre factores independiente, mediadores y explicado, resultaron estadísticamente significativos; algunos para  $p < .05$  y otros para  $p < .01$ .

Los diferentes valores originados como producto de las estimaciones realizadas en el marco del estudio analítico pueden verse en la Fig. 1, elaborada mediante la notación de Bentler y Weeks [31]. Cabe señalar que también se observan en el modelo gráfico los coeficientes de regresión relativos a los errores tanto de las variables observadas (*E*), como de las variables latentes (*D*).

A efectos de juzgar el ajuste global del modelo, se ha tenido en cuenta, en primer lugar, la matriz residual de covarianzas (diferencia entre la matriz de covarianzas muestral y la matriz de covarianzas poblacional estimada), la cual en caso de que los valores de cada uno de sus elementos sean pequeños; esto es, cercana a una matriz nula, indicaría que el modelo ha sido capaz de ajustarse a los datos. Ahora bien, al examinar los residuos, es común observar el error promedio de los elementos estandarizados que se encuentran fuera de la diagonal; el cálculo de dicho valor en esta oportunidad ha resultado bajo (.04), indicando con ello un correcto ajuste.

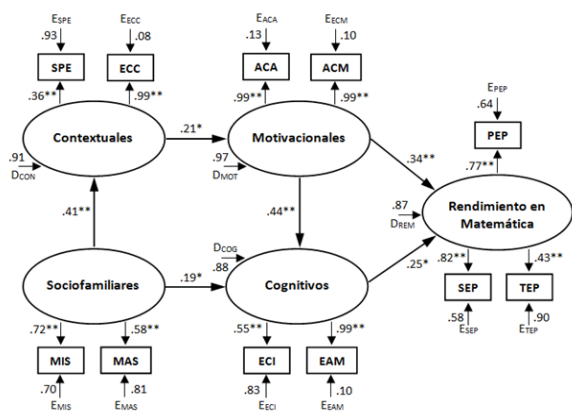


Fig. 1. Resultados estandarizados del modelo propuesto para explicar relaciones estructurales entre factores ambientales e individuales y el rendimiento en Matemática.

Nota. Variables observadas: MIS = Microsociales, MAS = Macrosociales; SPE = Satisfacción con el Proceso de Enseñanza, ECC = Elementos del Clima de Clase; ACA = Autoconcepto Académico, ACM = Autoconcepto en Matemática; ECI = Estrategias de Codificación de la Información, EAM = Estrategias de Aprendizaje en Matemática; PEP = Primera Evaluación Parcial, SEP = Segunda Evaluación Parcial, TEP = Tercera Evaluación Parcial. Variables latentes: Sociofamiliares (independiente, explicativa), Contextuales, Motivacionales y Cognitivos (mediadoras, explicativas); Rendimiento en Matemática (dependiente, explicada). Grado de significación: \* $p < .05$  (bilateral), \*\* $p < .01$  (bilateral)

En segundo lugar, siguiendo con el criterio de los residuos, fue posible comprobar que el 89.39% de éstos caen dentro del intervalo  $[-0.1, 0.1]$ , aunque no de forma simétrica (entre  $-0.1$  y  $0.0$  se halla el 39.39%, mientras que entre  $0.0$  y  $0.1$  está el 50.00%, de los valores residuales). En síntesis, se puede decir, a partir del análisis de los residuos, que el modelo teórico ha logrado bondad de ajuste.

Otro criterio que se valora mencionar, antes de exponer aquellos índices clásicos para juzgar globalmente el grado de ajuste, es el de la convergencia en el proceso de estimación. En efecto, dado que la estimación de un modelo es un proceso iterativo, el hecho de que el algoritmo converja de una manera rápida, es indicador de un buen ajuste. En este caso, han sido necesarias 10 iteraciones para la convergencia; el valor de la función de estimación fue .27.

Para la evaluación global del modelo, de acuerdo con Schermelleh-Engel, Moosbrugger y Müller [32], se aplicó una estrategia basada en los siguientes indicadores: el estadístico  $\chi^2$ , junto con la razón entre éste y los grados de libertad ( $\chi^2/gl$ ), así como los índices descriptivos *Comparative Fit Index* (CFI), *Non-Normed Fit Index* (NNFI) y *Root Mean Square Error of Approximation* (RMSEA); todos los cuales no dependen tanto del tamaño muestral.

El test chi-cuadrado ha resultado, para un nivel  $\alpha = .05$ , estadísticamente no significativo,  $\chi^2(36) = 38.09$ ,  $p = .37$ , y el cociente  $\chi^2/gl = 1.06$  realmente próximo a 1. A su vez, ambos índices CFI y NNFI adoptaron valores .99; mientras que la estimación puntual para la RMSEA fue .02, inferior a .05 [33], indicativos todos ellos de un buen ajuste entre el modelo y los datos.

A los índices de comparación estimados en primer término, se añaden otros estadísticos prácticos que proporciona EQS, entre los que se encuentran: *Normed Fit Index* (NFI) = .90, *Incremental Fit Index* (IFI) = .99, *McDonald's Fit Index* (MFI) = .99, *Goodness of Fit Index* (GFI) = .95 y *Adjusted Goodness of Fit Index* (AGFI) = .92, los cuales también dejan en evidencia que el modelo asumido alcanzó bondad de ajuste, dado que superan el criterio de mínima (.90) recomendado [28]. Una síntesis de los distintos estadísticos e índices relativos a la bondad de ajuste del modelo, originados a partir del método de ML, se encuentran detallados en la Tabla 2.

Tabla 2. Indicadores de bondad de ajuste global del modelo propuesto.

Estadísticos		Índices descriptivos			Índices prácticos						
$\chi^2$	$p$	$df$	$\chi^2/df$	CFI	NNFI	RMSEA	NFI	IFI	MFI	GFI	AGFI
38.09	.37	36	1.06	.99	.99	.02	.90	.99	.99	.95	.92

A través de los distintos criterios e indicadores utilizados (*análisis de los residuos*, *resumen de iteraciones* y *contraste global*), fue posible comprobar que la matriz de covarianzas observada y la predicha por el modelo propuesto no son significativamente diferentes; es decir, el modelo hipotetizado se ajusta al modelo empírico y, en consecuencia, sería de utilidad para explicar los datos.

Evidentemente, a partir de los resultados logrados, la adopción del modelo contrastado como modelo explicativo del fenómeno objeto de estudio es un hecho inmediato. En definitiva, ha sido posible alcanzar el propósito planteado; esto es, explicar mediante la técnica modelos de estructuras de covarianza la relación que se presenta entre ciertos determinantes *ambientales e individuales* con el *rendimiento en Matemática*, en el ámbito académico e institucional de selección de la muestra.

#### IV. CONCLUSIONES

En vista de los resultados alcanzados durante el desarrollo de esta investigación, se podría decir que el tratamiento metodológico del tema objeto de interés y su abordaje mediante estructuras de covarianza han sido una decisión correcta. Esta afirmación se sustenta en el hecho de que fue posible proponer y contrastar un modelo estadístico –a partir de teorías socioeducativas y en razón del objetivo planteado– que podría ser un recurso válido para diseñar tareas de intervención educativa a fin de mejorar el rendimiento de los estudiantes en la asignatura AMI (FRRe-UTN).

El modelo desarrollado, ajustado a los datos de la muestra, representa una opción que permite explicar de qué manera se encuentran vinculados factores *Sociofamiliares*, *Contextuales*, *Motivacionales* y *Cognitivos* con el *rendimiento académico en Matemática*; por lo tanto, puede afirmarse que fue logrado el objetivo principal que se había trazado en este estudio.

Desde el punto de vista analítico, las estimaciones de las cargas factoriales, también de los parámetros estructurales del modelo, resultaron en todos los casos valores estadísticamente significativos (algunos para  $p < .05$ , y otros para  $p < .01$ ). A su vez, los distintos criterios asumidos (*análisis de residuos* y *resumen de iteraciones*) e índices descriptivos y prácticos utilizados (*indicadores de bondad de ajuste global*) han permitido comprobar que el modelo planteado representa el funcionamiento y la dinámica de la realidad analizada y, por cierto, sería adecuado para explicar la variabilidad de los datos muestrales.

Entre los aportes que se considera que este trabajo podría realizar, se encuentra la posibilidad de que algunas de las temáticas ambientales e individuales que intervienen en el modelo propuesto puedan ser abordadas para su tratamiento. Este hecho resulta relevante, puesto que una vez reconocidas las causas principales que afectan el rendimiento, el área de psicopedagogía como de gestión académica de la institución respectiva tendrían la oportunidad de proponer estrategias de mediación, tanto preventivas como correctivas. Se presume que la implementación de esta acción sería fundamental, pues posibilitará que la intervención educativa que se adopte influya de manera eficiente en las características y capacidades de los

alumnos, permitiendo así mejorar el desempeño cognitivo en el conjunto de estudiantes objeto de interés.

Otra cuestión que se desea destacar de la modelización estadística contrastada, es que los aspectos *Sociofamiliares* (variable latente independiente) son los que poseen un protagonismo destacado a la hora de explicar el *rendimiento en Matemática*. Esto se debe a que influyen en forma directa sobre los factores *Contextuales* y *Cognitivos*, los cuales a su vez inciden en el desempeño matemático, el primero de los dos últimos a través del constructo *Motivacionales*, y el segundo, junto con el anterior nombrado, de manera directa. No obstante, debe observarse que *Motivacionales* también afecta el rendimiento por medio de *Cognitivos* (ver Fig. 1).

Un aspecto importante que se debe tener presente, es que los participantes de esta investigación fueron alumnos pertenecientes a un centro académico específico, así como a una asignatura determinada. Por esta razón, si bien la muestra fue seleccionada de manera aleatoria, en caso de desear extender los resultados y las conclusiones a estudiantes de otras asignaturas o instituciones educativas, sería conveniente realizar la tarea con mucha prudencia.

Asimismo se aprecia relevante, puesto que enriquecería nuevos estudios que se realicen en esta línea de trabajo, la conveniencia de complementar las calificaciones con otros indicadores a efectos de generar un conjunto de medidas (visión integral, contextualizada y completa del proceso educativo) que permitan ponderar de manera más adecuada la variabilidad del desempeño académico.

Sin embargo, se considera que el modelo propuesto es un paso adelante en el análisis de la problemática abordada, en el contexto sociocultural de origen de la muestra, que se anhela pueda servir como referencia a futuras investigaciones, quizás con los matices que el escenario de aplicación requiera, las que sin duda contribuirán a enriquecer la representación que aquí se presenta.

Como última reflexión, se sugieren algunas medidas que podrían plantearse, desde el ámbito institucional, a efectos de contribuir con el mejoramiento del aprendizaje y rendimiento académico en Matemática:

1. Promover actividades de divulgación a través de medios tradicionales y electrónicos con el fin de concientizar a la sociedad sobre la relevancia que poseen los aspectos familiares (clima educativo y conformación familiar) y sociales (clase social de procedencia y características socioambientales de residencia) en el rendimiento académico de los estudiantes.

2. Disponer de infraestructura y equipamiento adecuados que posibiliten aulas cómodas y adaptadas al número de alumnos que concurren a clase, así como acceso a medios tecnológicos, entre otras cuestiones, a efectos de facilitar el desarrollo del proceso de enseñanza y un favorable clima de aprendizaje.

3. Organizar el gabinete psicopedagógico de modo que sea posible que los estudiantes realicen consultas y reciban asesoramiento acerca de: a) características académicas del alumno con buen autoconcepto, y b) algunas herramientas que permitan mejorar el autoconcepto académico y matemático.

4. Implementar cursos y talleres sobre contenidos específicos relativos a comprensión de textos, expresión oral y escrita, también sobre distintas estrategias de estudio y aprendizaje de Matemática, como instrumentos tendientes a desarrollar en el alumno habilidades cognitivas y metacognitivas.

Finalmente, corresponde señalar que no es suficiente contar con un grupo de propuestas en materia de intervención

educativa, cuya eficacia pudo haber sido demostrada, sino que es necesario además tener la voluntad de ponerlas en marcha. En efecto, disponer de herramientas pedagógicas y asumir la decisión de utilizarlas es lo que hará posible brindar soluciones válidas al fenómeno del rendimiento académico; una problemática que genera serias preocupaciones en diversos sectores sociales, así como en áreas de organización, administración, planificación y gestión de los sistemas educativos de muchos países y regiones occidentales.

## REFERENCIAS

- [1] A. Nortes, Un modelo de evaluación diagnóstica en Matemáticas. Murcia, España: Publicaciones Universidad de Murcia, 1993.
- [2] T. Husén, "Talento, oportunidad y carrera: un seguimiento de 26 años", Revista de Psicología General y Aplicada, vol. 27, n° 119, pp. 904-925, 1972.
- [3] P. Juif y L. Legrand, Didáctica y renovación pedagógica. Madrid: Narcea, 1980.
- [4] N. Gage, The scientific basic of the out of teaching. New York: Teacher College Press, 1979.
- [5] A. Marchesi y E. Martín, Eds., Evaluación de la educación secundaria. Fotografía de una etapa polémica. Madrid: Editorial SM, 2002.
- [6] S. Molina y E. García, El éxito y el fracaso escolar en la EGB. Barcelona: Laia, 1984.
- [7] W. W. Thompson, "Environmental effects on educational performance", The Alberta Journal of Educational Research, vol. 31, n° 1, pp. 11-25, 1985.
- [8] M. E. Angulo, Schooling in Illinois: An analysis of selected school variables and math performance of third grade students. Illinois State University, Michigan: UMI Dissertation Services, 1988.
- [9] A. Fuentes, Procesos funcionales y eficacia de la escuela. Un modelo causal (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, España, 1986.
- [10] R. A. Martínez, "Clima afectivo y rendimiento escolar", Aula Abierta, vol. 49, pp. 79-83, 1987.
- [11] E. L. Deci and R. M. Ryan, Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. New York: Plenum Press, 1985.
- [12] S. Harter, "The perceived competence scale for children", Child Development, vol. 53, pp. 87-97, 1982.
- [13] R. Ryan and W. Grolnick, "Origins and pawns in the classroom: Self-projective assessments of individual differences in children's perceptions", Journal of Personality and Psychology, vol. 50, pp. 550-558, 1986.
- [14] E. L. Deci, A. J. Schwartz, L. Sheinman, and R. M. Ryan, "An instrument to assess adults orientations toward control versus autonomy with children: Reflections on intrinsic motivation and perceived competence", Journal of Educational Psychology, vol. 73, pp. 642-650, 1981.
- [15] H. W. Marsh, "Academic self-concept: Theory measurement and research", in Psychological perspectives on the self, vol. 4, J. Suls, Ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1993, pp. 59-98.
- [16] A. H. Closas, N. B. Franchini, L. C. Kuc, M. A. Dusicka y C. M. Hisgen, "Modelo logístico explicativo de las relaciones entre autoconcepto y rendimiento académico", Revista de la Facultad de Ciencias Económicas, UNNE, n° 1, pp. 187-208, 2018.
- [17] R. F. Aranda, Relación entre autoeficacia, autoconcepto y desempeño en la asignatura de Matemáticas (Tesis de maestría). Universidad de Concepción, Chile, 2017.
- [18] D. Rodríguez-Rodríguez y R. Guzmán, "Autoconcepto académico y atribuciones causales sobre el rendimiento académico en adolescentes en situación de riesgo", en Psicología y Educación: Presente y Futuro, J. L. Castejón, Ed. Madrid: ACIPE, 2016, pp. 2172-2179.
- [19] L. E. Rossi, R. H. Neer, M. S. Lopetegui y S. Doná, "Estrategias de aprendizaje y rendimiento académico según el género en estudiantes universitarios", Revista de Psicología, n° 11, pp. 199-211, 2010.
- [20] J. De la Fuente, "Perspectivas recientes en el estudio de la motivación: la teoría de la orientación de meta", Electronic Journal of Research in Educational Psychology, vol. 2, n° 1, pp. 35-62, 2004.
- [21] B. G. López, "Estrategias de aprendizaje, rendimiento y otras variables relevantes en estudiantes universitarios", Revista de Psicología General y Aplicada, vol. 59, n° 1-2, pp. 109-130, 2006.

- [22] P. Miñano y J. L. Castejón, "Capacidad predictiva de las variables cognitivo-motivacionales sobre el rendimiento académico", *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, vol. 11, nº 28, 2008.
- [23] B. Gargallo, J. Suárez y A. Ferreras, "Estrategias de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes universitarios", *Revista de Investigación Educativa*, vol. 25, nº 2, pp. 421-441, 2007.
- [24] A. H. Closas, C. M. Hisgen y M. T. Sanz de Acedo, "Estrategias de aprendizaje y su relación con el rendimiento académico mediante regresión logística", *Cuaderno de Pedagogía Universitaria*, vol. 13, nº 25, pp. 08-20, 2017.
- [25] J. De la Fuente y J. M. Martínez, *Escalas para la Evaluación Interactiva del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje*, EIPEA. Madrid: EOS, 2004.
- [26] F. García y G. Musitu, *AF5. Autoconcepto Forma 5*. Madrid: TEA, 2001.
- [27] J. M. Román y S. Gallego, *Escalas de Estrategias de Aprendizaje*, ACRA, 4a. ed. Madrid: TEA, 2008.
- [28] P. M. Bentler, *EQS Structural equations program manual*. Encino, CA: Multivariate Software, Inc., 2006.
- [29] P. M. Bentler and E. J. Wu, *Supplement to EQS 6.3 for Windows User's Guide*. Encino, CA: Multivariate Software, Inc., 2015.
- [30] A. Satorra and P. M. Bentler, *Scaling corrections for statistics in covariance structure analysis*. Los Angeles, CA: UCLA Statistics Series 2, 1988.
- [31] P. M. Bentler and D. G. Weeks, "Linear structural equations with latent variables", *Psychometrika*, vol. 45, pp. 289-308, 1980.
- [32] K. Schermelleh-Engel, H. Moosbrugger, and H. Müller, "Evaluating the Fit of Structural Equation Models: Tests of Significance and Descriptive Goodness-of-Fit Measures", *Methods of Psychological Research Online*, vol. 8, nº 2, pp. 23-74, 2003.
- [33] M. W. Browne and R. Cudeck, "Alternative ways of assessing model fit", in *Testing structural equation models*, K. A. Bollen and J. S. Long, Eds. Newbury Park, CA: Sage, 1993, pp. 136-162.



