

Use of Machine Learning to Measure the Influence of Behavioral and Personality Factors on Academic Performance of Higher Education Students

R. Martínez, O. Álvarez-Xochihua, O. Mejía, A. Jordan, and J. González-Fraga

Abstract—Quality of education and improvement of school achievement has been linked to students' cognitive, behavioral and personality trait factors. Several researchers have investigated the correlation between these factors and students' academic performance. Particularly, it is assumed that behavioral and personality factors, such as study habits and self-esteem, have a positive and high relationship with students' academic achievement. However, research studies have shown a weak and inconsistent linear correlation level. Hence, research about better representation methods is needed. In this article we present and discuss the results from two studies on the influence of study habits and self-esteem on the academic performance of 153 college freshman students. First, we analyzed the linear correlation between our target variables; similar to previous work, we found a weak positive correlation between academic performance and study habits ($r=0.283$) and self-esteem ($r=0.214$). In addition, multiple linear regression was used to explain the relationship between these variables; it was found that the independent variables only explain the academic performance in 6.18%. Second, we propose to use K-means, an unsupervised clustering algorithm, as a better method to explain the influence of behavioral and personality factors and students' academic performance. Through the use of this method: 1) a predictive model of the academic performance is proposed, 2) it was achieved a better representation about the influence among the target variables, and 3) a set of students' academic profiles was created: low, medium and high. We found that 80% of the students with a high level of self-esteem and study habits (high academic profile) obtained a good or outstanding academic performance; outperforming students within the medium and low academic profiles by a significantly margin.

Index Terms—Academic performance, Behavioral and personality factors, Clustering, Machine learning.

Este trabajo fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), mediante el proyecto número 247698 de la convocatoria de Proyectos de Desarrollo Científico para Atender Problemas Nacionales y la beca doctoral del primer autor con número de becario 267449.

R. A. Martínez, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, B. C., México. rodolfo.martinez@uabc.edu.mx.

O. Álvarez-Xochihua, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, B. C., México. aomar@uabc.edu.mx.

O. D. Mejía, Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales, Universidad Autónoma de Baja California, B. C., México. dmejia@uabc.edu.mx

A. Jordan Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, B. C., México. adinaja@uabc.edu.mx.

J. A. González-Fraga, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, B. C., México. angel_fraga@uabc.edu.mx.

I. INTRODUCCIÓN

LA calidad educativa busca asegurar en cada estudiante la adquisición de conocimientos, capacidades, destrezas y actitudes necesarias para ser autosuficiente y productivo en su vida adulta [1]. Para lograr esta calidad académica, debemos entenderla como una propiedad multifactorial, ya que es determinada por las diversas características esperadas en sus diferentes actores: 1) estudiantes saludables y motivados; 2) maestros competentes en el conocimiento que transmiten y con un dominio de técnicas pedagógicas actualizadas; 3) contenido curricular relevante; y 4) una asignación adecuada de recursos educativos por parte de las instituciones gubernamentales [2]. Sin embargo, ante un mismo ambiente de aprendizaje, el desempeño entre un estudiante y otro es evidentemente distinto. Por lo tanto, la calidad en el aprendizaje se vincula con características intelectuales, conductuales y de personalidad específicas de cada estudiante [2].

En diversos estudios se ha identificado una correlación positiva entre el desempeño escolar y el nivel de conocimientos del estudiante, así como con el esfuerzo, la actitud y su motivación por aprender. No obstante, en el aula, al presentarse problemas en el desempeño escolar del estudiantado, generalmente el profesor busca identificar y reforzar aquellos factores cognitivos que pudieron generar dicho resultado. Siendo el aspecto conductual y los rasgos de personalidad raramente considerados y atendidos. Una causante de esta omisión pueden ser los resultados obtenidos en algunas investigaciones donde se reporta una baja correlación al evaluar el nivel de influencia de los aspectos conductuales y/o de personalidad ante el desempeño escolar.

Por ejemplo, los hábitos de estudio y el nivel de autoestima son dos factores que han sido evaluados de forma separada o conjunta en múltiples estudios, identificándose una correlación lineal positiva con el desempeño académico. No obstante, el índice de correlación reportado es bajo y varía entre un estudio y otro [4, 6, 8, 12, 13]. Siendo esto último, la principal motivante de esta investigación. Proponiendo el uso de técnicas de aprendizaje de máquina para generar un modelo que permita apreciar de mejor manera la relación entre las variables estudiadas y sirva como identificador de perfiles de estudiantes y predictor de su desempeño escolar.

En el presente artículo, se reportan los resultados obtenidos al evaluar la correlación lineal que presentan, de forma independiente, los hábitos de estudio y la autoestima ante el desempeño escolar. Adicionalmente, utilizando regresión lineal múltiple, similar a lo realizado en estudios previos, se generó un modelo predictivo para evaluar en qué medida las variables independientes estudiadas, en forma conjunta, explican el

desempeño escolar. El estudio se realizó con 153 estudiantes universitarios de nuevo ingreso, pertenecientes al área administrativa y social de la Universidad Autónoma de Baja California. Un segundo modelo predictivo fue realizado mediante técnicas de modelado usadas en inteligencia artificial, aportando lo siguiente: 1) una propuesta de perfiles académicos, creados automáticamente mediante el uso del algoritmo K-means, técnica de agrupamiento (*clustering*) utilizada en el área de aprendizaje de máquina; 2) como resultado de ambos estudios, mediante la técnica de agrupamiento, se obtuvo una mejor representación del nivel de influencia que tienen los factores de hábitos de estudio y autoestima ante el desempeño escolar; y 3) una herramienta que permite la clasificación y/o predicción del desempeño escolar de estudiantes con base en factores no cognitivos.

Las aportaciones del estudio son de relevancia directa en el ámbito de las ciencias de la educación, al brindar una herramienta práctica mediante la aplicación de minería de datos educativa. La cual ofrece un mejor entendimiento del estudiantado al identificar patrones conductuales y de personalidad que influyen en su desempeño académico.

El resto del artículo está distribuido de la siguiente manera: en la sección II se presenta el resultado de la revisión de trabajos afines, clasificados por los factores aquí estudiados; la sección III describe la metodología utilizada en la investigación; la sección IV presenta el análisis de los resultados; y finalmente, en la sección V se encuentran las conclusiones de la presente investigación.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

El desempeño escolar ha sido ampliamente vinculado con aspectos conductuales y de personalidad del estudiante. En la literatura encontramos estudios que enfatizan sobre la importancia de contar con hábitos de estudio adecuados y mantener una motivación por aprender para lograr un adecuado aprovechamiento en el aula. Sin embargo, existe inconsistencia en la magnitud del impacto reportado por los diferentes autores [4, 6, 8, 12, 13]. A continuación, se presenta el resultado de estudios realizados en años recientes por diversos investigadores en el área; la información está organizada considerando los factores evaluados en la presente investigación: *hábitos de estudio y autoestima*.

A. Hábitos de Estudio

Los hábitos de estudio corresponden a un comportamiento o conducta que repetidamente presenta un estudiante en su quehacer académico, seleccionando técnicas de estudio y organizando su tiempo y espacio con el fin aprender [3]. Lo anterior, ha motivado a los siguientes autores a investigar el nivel de influencia de este factor conductual ante el desempeño escolar.

En la investigación reportada en [4], se buscó determinar la correlación lineal existente entre los hábitos de estudio y el rendimiento académico de 216 estudiantes universitarios de macroeconomía. En esta investigación se midieron hábitos tales como: *la programación periódica de actividades, prepararse para presentar evaluaciones y la capacidad de prestar atención en clase*; aplicando una versión modificada del instrumento presentado en [5]. Los investigadores reportan la existencia de:

(1) hábitos de estudio con una correlación positiva ante el desempeño escolar, *esfuerzo* ($r = 0.340$), *habilidad para concentrarse* ($r = 0.300$) y *tomar notas* ($r = 0.260$); (2) hábitos con una correlación muy baja o próxima a nula, *tiempo dedicado al estudio* ($r = 0.010$) y *programación de actividades* ($r = 0.010$); y (3) correlaciones negativas: *edad* ($r = -0.050$) y *tiempo en el trabajo* ($r = -0.360$).

En el estudio presentado en [6], se desarrolló una investigación correlacional y descriptiva para identificar la relación entre hábitos de estudio y el desempeño escolar de 397 estudiantes de Enfermería. El instrumento que se utilizó fue el *Inventario de Hábitos de Estudio* descrito en [7]. Este cuestionario consta de 28 preguntas agrupadas en cuatro áreas: *hábitos para leer y tomar apuntes, hábitos de concentración, hábitos en la distribución del tiempo y relaciones sociales, y hábitos generales de trabajo*. En el estudio se seleccionó a un grupo de 79 estudiantes mediante un muestreo probabilístico. Reportando que, al evaluar la relación entre hábitos de estudio y desempeño escolar, encontraron un nivel de significancia menor a 0.05, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.349 (correlación positiva baja).

Una investigación más reciente es la presentada en [8], en la cual se buscó determinar la relación que existe entre hábitos de estudio y el desempeño escolar de estudiantes ecuatorianos de quinto, sexto, y séptimo semestre de educación básica. El estudio se realizó mediante una muestra no probabilística en la que participaron 219 estudiantes. El instrumento de medición empleado fue el *Cuestionario de Hábitos y Técnicas de Estudio* (CHTE) que mide aspectos como: *actitud general hacia el estudio, lugar de estudio, estado físico del estudiante, plan de trabajo (organización de tiempo), técnicas de estudio, realización de exámenes y ejercicios (pautas al realizar un examen), y trabajos o tareas (técnicas para realizar un trabajo)* [9]. Los resultados encontrados por los investigadores reportaron una correlación de Pearson de 0.219 para hábitos de estudio en general y el rendimiento escolar. En particular, para la relación entre el desempeño escolar y los hábitos de elaborar un plan de trabajo y mantener una actitud positiva ante el estudio se reporta una mayor correlación, siendo positiva media de 0.411. Con respecto a los hábitos de utilizar técnicas de estudio adecuadas y prepararse para los exámenes se reportó una correlación similar de 0.437. Los investigadores concluyeron que, de manera general, obtuvieron una correlación lineal moderada baja entre los hábitos de estudio y el desempeño escolar

B. Autoestima

La autoestima es un rasgo de personalidad que ha sido estudiado como posible causante de un buen o mal desempeño escolar. Este concepto corresponde a un importante constructo en el área de psicología social, el cual implica un proceso de autoconcepto que realiza cada individuo y la valoración del mismo [10]. Es decir, la autoestima es la apreciación que el estudiante tiene de sí mismo, la cual concluye con una valoración positiva o negativa de su potencial como persona, siendo evaluada como una causante de ciertas conductas que pueden influir en su desempeño escolar.

Por ejemplo, en un estudio realizado por los autores en [6] se

analizó la influencia de la autoestima ante el rendimiento académico. En esta investigación se utilizó el *Inventario de Autoestima de Coopersmith* [11], que mide aspectos de tipo *general, social, escolar y hogar*. Con una muestra probabilística de 79 estudiantes, de un total de 377 alumnos registrados en la Licenciatura en Enfermería y Obstetricia, se identificó una correlación de Pearson de 0.305 (correlación baja positiva), con un nivel de significancia menor a 0.01 [12].

En un estudio más reciente, descrito en [13], el tema de partida fue como el apoyo social influye en el rendimiento escolar y como la autoestima es determinante en el desempeño académico del estudiante. La investigación fue realizada con una muestra de 262 estudiantes universitarios con una edad promedio de 19 años. En este análisis se aplicaron instrumentos para evaluar *la percepción social de los alumnos, autoestima, desempeño escolar y agotamiento emocional*. Los resultados reportados en el estudio muestran que la autoestima está débilmente relacionada con el desempeño escolar ($r = 0.170$), pero existe una mayor relación con el apoyo social de amigos y familia ($r = 0.470$). Adicionalmente, los autores reportaron que los estudiantes con alto apoyo social poseen altos niveles de autoestima, lo que facilita su desempeño académico.

En [14] reportan un estudio sobre la influencia de las redes sociales ante la motivación para estudiar, y su efecto en el rendimiento académico. En el estudio se aplicó un cuestionario a 667 estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado. Los resultados mostraron que, para garantizar un rendimiento académico excelente, es necesario aumentar el nivel de motivación e interacción académica, siendo una red social un medio adecuado para lograrlo.

C. Influencia Multifactorial ante el Desempeño Escolar

Existe un número reducido de estudios que investigan el impacto conjunto de diversos factores ante el desempeño académico del estudiante. Un ejemplo es el trabajo presentado en [15], en el cual los autores buscaron conocer y evaluar los hábitos de estudio y la motivación para el aprendizaje de 95 alumnos universitarios de cuarto semestre del programa educativo de Odontología. En este estudio se aplicó una encuesta sobre hábitos de estudio y motivación para el aprendizaje; que consta de siete secciones con 56 preguntas. El estudio concluye que la autoestima no es una variable causal de un bajo o alto rendimiento académico, ya que encuentran estudiantes con un buen nivel de autoestima independientemente de sus calificaciones. Reportando, con base en los resultados de su investigación, que lo que sí impacta en el desempeño escolar son los hábitos de estudio; indicando que el rendimiento académico sí está relacionado con sus técnicas de estudio.

En la investigación reportada en [16], con una muestra de 1581 estudiantes de educación media superior de la Ciudad de México, los autores evaluaron la influencia presente ante el rendimiento académico de los factores *adaptación escolar, establecimiento de metas, autoestima, asertividad, actividades de estudio y el consumo de sustancias*. Mediante un análisis de regresión múltiple los autores encontraron que las variables *consumo de sustancias, actividades de estudio y establecimiento de metas*, pueden ser consideradas como

variables predictoras al presentar coeficientes estandarizados con relevancia estadística ($p < 0.05$). Sin embargo, encuentran que *adaptación escolar, autoestima y asertividad* no contribuyen en la predicción del rendimiento académico, al registrar coeficientes estandarizados con valores sin relevancia estadística.

Otro estudio donde se utiliza la regresión lineal para obtener un modelo predictivo basado en múltiples variables y el desempeño escolar, es el realizado con una muestra de 86 estudiantes del curso de *Matemáticas Básica I* en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica del Perú (UTP) [17]. En el estudio se utilizaron los inventarios de autoestima de Stanley Coopersmith [11] y el de hábitos de estudio elaborado por Vicuña Peri [18]. Similar a estudios previos, los resultados obtenidos llevaron a los autores a rechazar la hipótesis propuesta de que la autoestima de los estudiantes participantes en el estudio está relacionada con su rendimiento académico. No obstante, el modelo de regresión lineal múltiple calculado presentó un coeficiente significativo para hábitos de estudio, lo que permitió a los autores aceptar la hipótesis de que los hábitos de estudio están relacionados con el rendimiento académico de los estudiantes; posteriormente estimaron el coeficiente de Correlación de Pearson entre este factor y el desempeño escolar, obteniendo una $r = 0.507$, con un nivel de significancia menor a 0.05.

Estudios recientes muestran la viabilidad de utilizar técnicas de aprendizaje de máquina para predecir situaciones de desempeño, reprobación y deserción escolar. En [19 y 20] se utilizan técnicas de minería de datos para predecir el desempeño académico. En ambos estudios reportan que, mediante el uso del algoritmo J48 de árboles de decisión, se logró obtener un mejor modelo predictivo. En [19] utilizaron datos académicos y personales como fuente de entrenamiento del modelo, logrando un nivel de predicción en el desempeño escolar de 75.8%. En [20] reportan un nivel de predicción satisfactorio utilizando datos académicos y demográficos. Los autores de [21] generan un modelo predictivo para identificar de forma temprana a estudiantes potenciales a desertar. En esta investigación se compara el desempeño de los algoritmos J48 e ID3 para predecir deserción utilizando 16 variables provenientes de datos académicos y personales. Ambos algoritmos dieron resultados satisfactorios identificando atributos no relevantes. Se puede observar que los modelos predictivos de desempeño escolar se basan principalmente en datos académicos, personales y demográficos. Haciendo evidente la necesidad de investigar la influencia de factores conductuales y de rasgos de personalidad ante el desempeño académico del estudiante mediante técnicas de aprendizaje de máquina.

III. METODOLOGÍA

En la presente investigación se presentan los resultados obtenidos al evaluar la relación existente entre el desempeño escolar y los factores de autoestima y hábitos de estudio; evaluados estadísticamente de forma independiente y conjunta, y utilizando técnicas de aprendizaje de máquina. Se usó un enfoque cuantitativo, con el objetivo principal de estimar la relación existente entre factores conductuales y de personalidad del estudiante y su desempeño escolar; específicamente, los

factores de hábitos de estudio y autoestima. Inicialmente, con el objetivo de analizar los resultados obtenidos en esta investigación contrastados con lo reportado en estudios previos, se plantea una hipótesis de investigación correlacional, donde se considera el supuesto de que los hábitos de estudio y la autoestima están significativamente relacionados con el desempeño escolar. Posteriormente, se propone el uso de un algoritmo de agrupamiento que ayuda a obtener un modelo predictivo que represente de una mejor manera la influencia entre las variables estudiadas. La investigación se basa en un diseño cuasi-experimental, tomando en cuenta que los sujetos de estudio no fueron seleccionados aleatoriamente. Para la ejecución de esta investigación se consideraron tres fases: recopilación de información, procesamiento de datos, síntesis y análisis de resultados.

A. Participantes

El estudio se llevó a cabo con 153 estudiantes universitarios, pertenecientes a 5 grupos del tronco común de la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la Universidad Autónoma de Baja California, que ingresaron al área económica administrativa. En esta área de estudio se agrupan estudiantes con interés en ingresar a los siguientes tres programas educativos: *Administración de Empresas, Informática y Contaduría*. El total de los participantes correspondió al 100% de los grupos de nuevo ingreso en esta área de estudio en el periodo 2018-1 (febrero-junio de 2018). Del total de estudiantes que participaron en el estudio, 70 fueron mujeres y 83 hombres.

B. Instrumentos

Para recopilar los datos de la investigación se utilizaron dos instrumentos, el primero de ellos se usó para identificar los hábitos de estudio practicados por los sujetos de estudio, y el segundo para medir el nivel de autoestima presente en cada estudiante. El instrumento para diagnosticar los hábitos de estudio se obtuvo del *Inventario de Técnicas y Actitudes de Estudio* (ITAE) publicado en [22]. De este instrumento se consideraron las categorías de *concentración, relaciones interpersonales, memoria, motivación para estudiar, administración del tiempo, y presentación de evaluaciones*. El cuestionario utilizado consiste de 30 enunciados, cinco ítems por cada una de las categorías evaluadas. Cada ítem en el instrumento debe ser contestado mediante una escala tipo Likert de 5 puntos, iniciando con *Totalmente de acuerdo* hasta *Totalmente en desacuerdo*. Por cada respuesta se asigna un valor de entre 0 y 4 puntos, permitiendo lograr un acumulado de 0 a 20 puntos por categoría y de 0 a 120 puntos en su valoración final.

El instrumento de autoestima es un extracto de la versión en español del *inventario de Autoestima* de Coopersmith, traducido en [11]. El instrumento utilizado en este estudio consiste de 20 ítems que evalúan el nivel de autoestima en las categorías *escolar, familia y general*; con siete, seis y siete preguntas, respectivamente. Las respuestas en el instrumento se proporcionan mediante una escala tipo Likert de 5 puntos, similar a la del instrumento de hábitos de estudio. Permitiendo lograr un acumulado de 0 a 28 puntos para las categorías con 7 ítems, y de 0 a 24 puntos para la categoría con 6 ítems; acumulando un total de 0 a 80 puntos en su valoración final.

Se realizó un análisis de confiabilidad de ambos instrumentos utilizando el coeficiente Alfa de Cronbach, se obtuvo un nivel de correlación de 0.9123 entre los ítems del instrumento de hábitos de estudio, y de 0.9354 en el instrumento de autoestima [23]. El objetivo de las preguntas por categoría de cada instrumento es descrito en la Tabla I y Tabla II.

TABLA I
DESCRIPCIÓN DE LAS CATEGORÍAS EVALUADAS DEL FACTOR
HÁBITOS DE ESTUDIO

Hábitos de Estudio	Objetivo de las preguntas
Administración del tiempo (AT)	Conocer su capacidad para organizar y cumplir con actividades académicas.
Concentración (CON)	Identificar su capacidad para detectar factores que evitan o permiten concentrarse al estudiar.
Memoria (MEM)	Evaluar si utiliza estrategias para aprender y recordar lo estudiado.
Motivación para estudiar (MOT)	Identificar su nivel de satisfacción con el área de estudio seleccionada.
Presentación de evaluaciones (EVA)	Conocer si utiliza estrategias adecuadas para prepararse y presentar evaluaciones.
Relaciones interpersonales (REL)	Evaluar su capacidad para interactuar e integrarse en actividades grupales.

TABLA II
DESCRIPCIÓN DE LAS CATEGORÍAS EVALUADAS DEL FACTOR DE
AUTOESTIMA

Autoestima	Objetivo de las preguntas
Escuela (ESC)	Identificar la influencia de sus compañeros y docentes hacia la percepción de sí mismo.
Familia (FAM)	Conocer su apreciación sobre la presión o el apoyo familiar recibido.
General (GRAL)	Detectar nivel de confianza al tomar decisiones y realizar actividades cotidianas.

C. Fuentes de Datos e Implementación del Estudio

Los datos se obtuvieron a través de los dos instrumentos generados para la medición de hábitos de estudio y autoestima descritos en la sección anterior. La aplicación de los instrumentos se realizó mediante su implementación en el *Sistema Federado para la Valoración y Nivelación Académica*, plataforma educativa en línea, dirigida a estudiantes de niveles superior y medio superior.

Como segunda fuente de datos se consideró el promedio de la calificación final que obtuvieron los estudiantes en los 7 cursos obligatorios de su primer semestre. Las materias cursadas, con base en las competencias adquiridas, fueron categorizadas en cuatro grupos: 1) *matemáticas y contabilidad* (habilidad para

cuantificar, medir y analizar); 2) *Comunicación oral y escrita* (capacidad de comprensión y transmisión de conceptos e ideas); 3) *Desarrollo global de los negocios, Desarrollo humano, y Responsabilidad social* (entendimiento social y de negocios); y 4) *Tecnologías de la información y la comunicación* (manejo eficiente de la tecnología). Al considerar el promedio de la calificación obtenida en los 7 cursos permite diversificar el tipo de actividades de aprendizaje realizadas por los estudiantes.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el estudio se presentan de la siguiente manera: 1) análisis correlacional entre las categorías del inventario de hábitos de estudio y el desempeño escolar; 2) análisis correlacional entre las categorías del inventario de autoestima y el desempeño escolar; 3) análisis de la correlación existente entre las categorías de hábitos de estudio y autoestima; y 4) impacto conjunto de hábitos de estudio y autoestima en el desempeño escolar mediante el uso de *clusters*.

A. Correlación Lineal entre Hábitos de Estudio y Desempeño Escolar

Tratando de establecer qué tanta es la relación entre los hábitos de estudio y el desempeño escolar de un estudiante, se realizó un estudio estadístico para medir el grado de correlación entre estas variables. La intuición nos indica que un estudiante con buenos hábitos de estudio obtendrá resultados favorables en su desempeño escolar.

Los resultados obtenidos muestran una correlación lineal positiva entre hábitos de estudio en general y el desempeño escolar, sin embargo, fue considerada una relación débil. Es decir, el vínculo entre dichas variables es bajo. En la Tabla III se muestran el coeficiente de Pearson obtenido ($r = 0.283$) con un nivel de significancia muy pequeño ($p \approx 0.0$).

TABLA III
CORRELACIÓN ENTRE HÁBITOS DE ESTUDIO Y DESEMPEÑO ESCOLAR

Correlaciones			
		Hábitos de estudio en general	Promedio general en el semestre
Hábitos de estudio en general	Correlación de Pearson Sig.(bilateral) N	1 153	.283** .000 153
Promedio general en el semestre	Correlación de Pearson Sig.(bilateral) N	.283** .000 153	1 153

** . La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

Estos resultados son similares a lo reportado en investigaciones previas [4, 6, 8, 11], en las cuales se reporta un nivel de significancia menor a 0.01 y un coeficiente de Pearson entre 0.219 y 0.349; sin embargo, según el valor obtenido del coeficiente de Pearson, la correlación lineal se categoriza como positiva baja. Por lo que el planteamiento de influencia entre ambas variables no puede ser verificado.

B. Correlación Lineal entre Autoestima y Desempeño Escolar

Dado que también nos interesa establecer si existe o no alguna influencia de la autoestima de los estudiantes ante su

desempeño escolar, partimos de la hipótesis de la existencia de una alta correlación entre estas variables.

La información arrojada al analizar los datos recopilados muestra la existencia de un nivel de significancia adecuado ($p = 0.008$) y un coeficiente de correlación de Pearson positivo ($r = 0.214$) (Tabla IV). Consistente con lo reportado en estudios previos, r entre 0.170 y 0.305, pero nuevamente relativamente débil.

TABLA IV
CORRELACIÓN ENTRE AUTOESTIMA Y DESEMPEÑO ESCOLAR

Correlaciones			
		Autoestima en general	Promedio general en el semestre
Autoestima en general	Correlación de Pearson Sig.(bilateral) N	1 153	.214** .008 153
Promedio general en el semestre	Correlación de Pearson Sig.(bilateral) N	.214** .008 153	1 153

** . La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

El valor del coeficiente nos dice que no existe una fuerte relación entre las variables autoestima y desempeño escolar. Es decir, según los datos hasta este momento recabados, no contamos con evidencia suficiente que nos ayude a validar nuestra hipótesis correlacional.

Es importante observar que, a pesar de que los valores de correlación obtenidos en ambos factores (hábitos de estudio y autoestima) son muy similares a los reportados por estudios previos, debemos enfatizar que este grado de correlación lineal no es suficiente para asumir una influencia significativa.

C. Relación entre Hábitos de Estudio y Autoestima

Considerando nuestro interés en evaluar la influencia, en forma conjunta, entre los factores conductuales de autoestima y hábitos de estudio con el desempeño escolar, asumimos que, en los datos utilizados en el estudio, existe una correlación positiva entre los hábitos de estudio y el nivel de autoestima de un estudiante.

Al analizar la correlación de Pearson entre ambos factores, utilizando el puntaje general obtenido, podemos afirmar que estos correlacionan significativamente ($p = 0.000$) y encontramos una relación lineal positiva alta ($r = 0.731$) (como se observa en la Tabla V). Con base en lo anterior, aceptamos la hipótesis de investigación correlacional, asumiendo que en los datos de nuestra muestra se detecta un comportamiento de mejores hábitos de estudio ante un nivel más alto de autoestima.

TABLA V
CORRELACIÓN ENTRE LOS FACTORES DE AUTOESTIMA Y HÁBITOS DE ESTUDIO

Correlaciones			
		Autoestima total	Hábitos de estudio total
Autoestima total	Correlación de Pearson Sig.(bilateral) N	1 153	.731** .000 153
Hábitos de estudio total	Correlación de Pearson Sig.(bilateral) N	.731** .000 153	1 153

** . La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

Con base en los resultados obtenidos, donde se observó una correlación lineal positiva alta entre hábitos de estudio y el nivel de autoestima, se procedió a medir la correlación entre las categorías de cada uno de los factores; con la finalidad de identificar qué aspectos de la autoestima presentan una mayor relación lineal con los hábitos de estudio. Al realizar esta segunda evaluación, se identificaron categorías con un nivel de influencia mayor que otras. En la Tabla VI podemos observar la matriz con el coeficiente de correlación de Pearson obtenido entre las categorías consideradas.

TABLA VI
NIVEL DE CORRELACIÓN ENTRE LAS CATEGORÍAS EVALUADAS DE HÁBITOS DE ESTUDIO (RENGLONES) Y AUTOESTIMA (COLUMNAS)

		Autoestima escolar	Autoestima familiar	Autoestima social
Administración del tiempo	Correlación de Pearson Sig.(bilateral) N	.458** .000 153	.234** .004 153	.559** .000 153
Concentración	Correlación de Pearson Sig.(bilateral) N	.483** .000 153	.281** .000 153	.389** .000 153
Memoria	Correlación de Pearson Sig.(bilateral) N	.561** .000 153	.278** .001 153	.509** .000 153
Motivación para estudiar	Correlación de Pearson Sig.(bilateral) N	.552** .000 153	.308** .000 153	.416** .000 153
Presentación de evaluaciones	Correlación de Pearson Sig.(bilateral) N	.545** .000 153	.260** .001 153	.445** .000 153
Relaciones interpersonales	Correlación de Pearson Sig.(bilateral) N	.608** .000 153	.402** .000 153	.398** .000 153

En los resultados obtenidos observamos una mayor relación entre la autoestima escolar y los criterios observados de hábitos de estudio. En todos los casos se obtuvo una correlación lineal positiva moderada, implicando que a mayor autoestima escolar encontramos una mejoría en la práctica de hábitos de estudio positivos. En segundo término, encontramos una mayor influencia de la autoestima general o social, con una correlación positiva moderada en 4 criterios de hábitos de estudio y positiva baja en los 2 restantes. Un resultado no esperado fue encontrar una correlación positiva baja entre la autoestima familiar y todos los criterios evaluados en hábitos de estudio.

Sin embargo, con base en la relación entre variables observada en la sección C (Tabla VI), se consideró pertinente realizar un proceso de agrupamiento automático de estudiantes considerando ambos factores estudiados, y analizar el desempeño escolar de los grupos resultantes; este estudio se describe a continuación.

D. Impacto de Hábitos de Estudio y Autoestima en el Desempeño Escolar

Análisis multivariable mediante Regresión Lineal Múltiple

En esta fase del estudio, inicialmente, se generó un modelo predictivo multivariable mediante el uso de regresión lineal múltiple, con el objetivo de analizar en qué forma estas variables explican el desempeño académico. Primero, se realizó una prueba para establecer a qué tipo de distribución se ajustan las variables: dependiente e independientes. Mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, se evaluó el comportamiento de las variables, obteniendo que únicamente los datos referentes a hábitos de estudio se comportan normalmente. Procediendo a

calcular los correspondientes valores de correlación entre las variables ya que el tamaño de la muestra es grande ($n > 80$).

Posteriormente, se llevó a cabo el análisis de regresión lineal múltiple para explorar en qué medida cada una de las categorías predicen el rendimiento escolar. Para verificar que no existiera redundancia entre las variables independientes se realizó la prueba de factor de inflación de la varianza (FIV), en donde los valores FIV obtenidos muestran valores menores a 3 por lo que se concluyó que no existe colinealidad (Tabla VII).

TABLA VII
SIGNIFICANCIA Y COLINEALIDAD DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Estadísticos de colinealidad	
	B	Error tip.	Beta			Tolerancia	FIV
(Constante)	67.544	4.811		14.040	.000		
1 Autoestima Total	.014	.108	.015	.134	.894	.466	2.148
Hábitos de Estudio Total	.193	.082	.272	2.373	.019	.466	2.148

Al generar el modelo lineal de regresión múltiple se obtuvo un coeficiente de determinación $R^2=0.068$, indicando que en este modelo las variables independientes sólo explican el 6.8% de la variabilidad del desempeño escolar. Específicamente, en la Tabla VII se observa que la variable hábitos de estudio sí contribuye en la predicción del desempeño escolar al presentar una significancia estadística ($p < 0.05$) con un coeficiente estandarizado de 0.272. Mientras que, similar a lo reportado en estudios previos [15, 16, 17], se determina que el factor de autoestima no contribuye a la predicción; al registrar coeficientes estandarizados con valores sin relevancia estadística. Estos resultados conllevan a deducir que, al generar un modelo predictivo mediante regresión lineal múltiple, el nivel de autoestima de los estudiantes en la muestra no contribuye en su desempeño escolar.

Análisis multivariable mediante Aprendizaje de Máquina

El objetivo principal de esta investigación fue identificar la influencia de los factores estudiados ante el desempeño escolar mediante otra forma de valoración. Considerando la existencia de correlación moderada entre algunos de los criterios evaluados en cada factor, se procedió a identificar grupos de estudiantes con comportamiento y autovaloración similar, para posteriormente analizar su desempeño escolar.

El agrupamiento se llevó a cabo mediante el algoritmo *k-means*, perteneciente a la categoría de aprendizaje de máquina no-supervisado [24 y 25]. El proceso de agrupamiento se realizó con el software *RapidMiner*. Seleccionamos una $k = 3$ (número de *clusters*), e indicamos una n máxima de 100 (número de iteraciones). Los centroides iniciales fueron seleccionados de forma aleatoria y el agrupamiento de vectores, previamente normalizados, se realizó mediante el cálculo de *distancia Euclidiana*. Es importante enfatizar que el proceso de normalización de los valores en cada vector es una actividad fundamental en el algoritmo de agrupamiento, esto evita la presencia de sesgos indeseados al realizar los cálculos de distancia entre variables que miden características distintas.

Adicionalmente, se utilizó el índice de *Davies-Bouldin* (DB) como métrica de *validación de agrupamiento interna* para determinar el número de *clusters* utilizados en el estudio,

considerando su nivel de cohesión y separación [26]. La métrica DB evalúa que tan cercanos son los miembros de cada cluster (distancia intra-cluster) y que tan separados se encuentran los clusters entre sí (distancia inter-clusters).

La ecuación para estimar este índice considera la distancia intra-cluster (calculando la distancia de cada vector en el cluster con su respectivo centroide) y la distancia inter-clusters (midiendo la distancia entre los centroides de los clusters) [26]. Valores pequeños en el índice representan clusters compactos con centroides separados unos de otros, siendo el índice más pequeño aquel que mejor representa el modelo de agrupamiento[27]. El experimento se corrió para 3, 4 y 5 clusters, obteniendo como índices de proximidad 0.161, 0.211 y 0.203, respectivamente. Como se puede observar, los valores son próximos a cero, indicando una intra e inter proximidad adecuada en los clusters obtenidos; con un bajo nivel de influencia de datos atípicos (outliers). Siendo el agrupamiento correspondiente a 3-clusters el seleccionado por presentar un índice DB menor (0.161), representado un mejor nivel de cohesión y separación en los clusters generados.

En la Figura 1, obtenida directamente del software utilizado en el estudio (RapidMiner), podemos observar una gráfica representando el agrupamiento generado. En el gráfico, el eje de las ordenadas corresponde al rango obtenido al normalizar los valores de cada uno de los vectores de nuestra muestra, el cual varía de entre 0.8 a -1.6; utilizando el método *z transformation* (variable estandarizada) del componente *Normalización* de RapidMiner. Con relación al eje de las abscisas, este representa a cada una de las características consideradas y evaluadas para realizar el proceso de agrupamiento, es decir cada atributo medido que se asume influye en el desempeño escolar del estudiante. Los primeros 3 elementos corresponden a las categorías del factor autoestima (ESC, FAM y GRAL), y los siguientes 6 al factor de hábitos de estudio (AT, CON, MEM, MOT, EVA y REL).

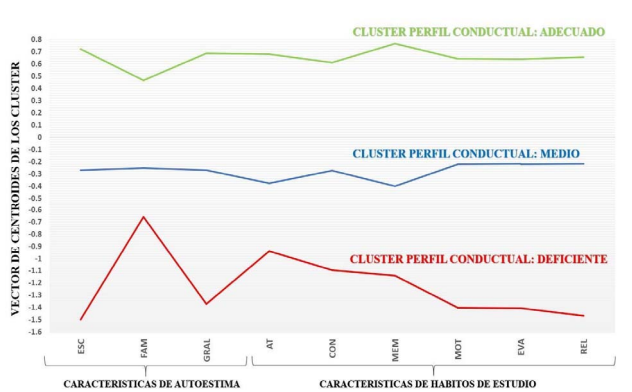


Fig. 1. Clusters generados con las características de hábitos de estudio y autoestima de los 153 estudiantes.

Cada línea en la gráfica corresponde al vector de centroides que representa a cada cluster, y cada centroide en dichos vectores es estimado calculando la media de los vectores de la muestra que han sido incluidos en dicho cluster; utilizando el algoritmo K-means. En el *cluster-0* (azul-centro) fueron asignados 71 estudiantes, en el *cluster-1* (verde-arriba) se agrupan 64 alumnos, y 18 en el *cluster-2* (rojo-abajo).

Confirmando la correlación reportada en el apartado anterior, observamos, en los grupos generados, que a mayor autoestima mejores hábitos de estudio. También, es evidente en el *cluster-1* que la autoestima familiar es relativamente menor, sin embargo, los hábitos de estudio son buenos, ya que son influenciados mayormente por la autoestima escolar y general. Al mismo tiempo, en el *cluster-2* observamos un comportamiento inverso, donde la autoestima familiar es mayor que la autoestima escolar y general, no obstante, en este grupo de estudiantes encontramos hábitos de estudio no adecuados. En resumen, identificamos estudiantes con diferentes niveles de autoestima y hábitos de estudio, los cuales se categorizaron como perfil académico: *adecuado, medio y deficiente*.

Para concluir este análisis, se evaluó el desempeño académico de los estudiantes en cada uno de los 3 perfiles identificados. Primeramente, se categorizó el promedio semestral de cada estudiante como: *Malo* (promedio menor a 60), *Regular* (promedio entre 60 y 79), *Bueno* (promedio entre 80 y 89) y *Sobresaliente* (promedio entre 90 y 100). Posteriormente, se analizó el desempeño escolar por cada perfil académico identificado (ver Tabla VIII).

Los resultados de este estudio indican que un mayor número de estudiantes con un perfil académico *Adecuado (cluster-1)* lograron un desempeño sobresaliente, es decir un promedio mayor a 90 (base 100). De igual forma, el 80% de los estudiantes en este perfil, obtuvieron un desempeño bueno y sobresaliente; el 20% restante obtuvo un desempeño regular. Por otro lado, el 68% y 61% de los estudiantes con un perfil académico *Medio y Deficiente* obtuvieron un desempeño escolar bueno y sobresaliente, un porcentaje considerablemente menor que el perfil *Adecuado*.

TABLA VIII
DESEMPEÑO ESCOLAR POR PERFIL ACADÉMICO

Perfil Académico	Desempeño Escolar			
	Malo	Regular	Bueno	Sobresaliente
Adecuado	0%	20%	42%	38%
Medio	1%	31%	38%	30%
Deficiente	0%	39%	44%	17%

También se observa la presencia de una variación menor en el valor de los centroides que determinan a cada cluster, particularmente en los clusters referidos como perfiles académico *Adecuado y Medio*, perfiles que resultaron con estudiantes con un mejor desempeño escolar. Estos datos indican una actividad homogénea por parte de dichos estudiantes respecto al ejercicio de las categorías evaluadas. Es decir, los estudiantes en estos perfiles atienden de forma similar todas las actividades recomendadas para lograr un buen desempeño escolar; la diferencia entre estos clusters se interpreta como una variación en el nivel de intensidad al realizar dichas actividades. En el caso particular del perfil *Deficiente*, categoría que agrupa estudiantes con un desempeño escolar bajo, además de presentar una menor intensidad en su autoestima y el uso menos frecuente de buenas prácticas académicas, se observa una mayor distancia entre los centroides que constituyen dicho cluster; aspecto que representa

inestabilidad en los hábitos y el comportamiento practicado por dichos estudiantes. El análisis detallado de los clusters nos permite identificar aspectos conductuales en los estudiantes que no son evidentes al estimar el nivel de influencia de cada característica mediante el simple cálculo de su correlación lineal con el desempeño escolar.

Con base en el análisis previo, identificamos la relevancia de mantener a los estudiantes dentro del perfil conductual *Adecuado*. Primeramente, implementando estrategias para fortalecer los niveles de autoestima escolar y general. Posteriormente, reforzando los hábitos de estudio que influyen en mayor medida en el desempeño escolar; como los identificados en este estudio: concentración, preparación de evaluaciones y relaciones interpersonales.

V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten confirmar la existencia de una baja a moderada correlación lineal entre los factores evaluados (hábitos de estudio y autoestima), ante el desempeño escolar; similar a lo reportado en estudios previos. Es importante observar que, a pesar de que los valores de correlación obtenidos en ambos factores son muy similares a los reportados por otros investigadores, debemos enfatizar que este grado de correlación lineal no es suficiente para asumir una influencia significativa entre estas variables.

Sin embargo, mediante el uso de técnicas de agrupamiento, se han identificado perfiles académicos de estudiantes con un patrón conductual que presenta variaciones significativas en su influencia ante el desempeño escolar; categorizados como *adecuado*, *medio* y *deficiente*. Encontrando que el 80% de los estudiantes con un perfil académico adecuado, obtuvieron un desempeño bueno y sobresaliente, y sólo el 68% y 61% de los estudiantes con un perfil académico medio y deficiente obtuvieron un desempeño bueno y sobresaliente, respectivamente.

Adicionalmente, mediante el proceso de agrupamiento se confirmó la relación existente entre los factores de autoestima y hábitos de estudio; similar a la encontrada al realizar el análisis de correlación lineal. Al mismo tiempo, se identificaron características, dentro de cada uno de estos factores, que aparentan tener mayor influencia ante el desempeño escolar. Con respecto al factor de autoestima se ha identificado al aspecto escolar y social con una mayor influencia en el desempeño del estudiante. Mientras que, las características del factor de hábitos de estudio que han resultado más significativas son: concentración, preparación de evaluaciones y relaciones interpersonales.

Con base en los resultados obtenidos al utilizar la técnica de agrupamiento, como trabajo futuro, se implementará un modelo predictivo que permita categorizar e identificar aquellos estudiantes que presenten un comportamiento no adecuado para el cumplimiento de sus actividades académicas, buscando fortalecer aquellas características donde presentan mayores deficiencias.

REFERENCIAS

- [1] Marqués Graells, P. *Calidad e innovación educativa en los centros*. Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación, UAB. Available in: <http://peremarques.pangea.org/calida2.htm> 2002.
- [2] EFA Global Monitoring Report. *Education for all, The Quality Imperative*. UNESCO Publishing, 29 pp. 2005.
- [3] Belaunde, I. (1994). *Hábitos de estudio*. Revista de la Facultad de Psicología de la Universidad Femenina del Sagrado Corazón, 2(2), pp.15-18.
- [4] Nonis, S. A., & Hudson, G. I. *Performance of college students: Impact of study time and study habits*. Journal of education for Business, 85(4), 229-238 pp. 2010.
- [5] Nonis, S. A., & Hudson, G. I. *Academic performance of college students: Influence of time spent studying and working*. Journal of Education for Business, 81, 151-159 pp. 2006.
- [6] Cruz Núñez, F., & Quiñones Urquijo, A. *Hábitos de estudio y rendimiento académico en Enfermería, Poza Rica, Veracruz, México*. Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación", 11(3) 2011.
- [7] Bernstein, J. *Inventario de hábitos de estudio de Gilbert Wrenn*. Inventario de hábitos de estudio de Gilbert Wrenn. 1997.
- [8] Verdesoto, S., & Germán, W. Los hábitos de estudio y el rendimiento académico en los estudiantes de quinto, sexto y séptimo de educación general básica en la Unidad Educativa "Avelina Lasso de Plaza", período 2016-2017 (Bachelor's thesis, Quito: UCE). 2018.
- [9] Álvarez González, M., & Fernández Valentí, R. *Cuestionario de Hábitos y Técnicas de Estudio*. 4ta. Edición, TEA, Madrid, 2013.
- [10] Emler, N. (2001). *Self esteem: the costs and causes of low self worth*. York Publishing Services, York. ISBN 9781842630204
- [11] Prewitt-Diaz, J. (1984). A Cross-Cultural Study of the Reliability of the Coopersmith Self Esteem Inventory. Educational and Psychological Measurement, 575-581.
- [12] Cruz Núñez, F., & Quiñones Urquijo, A. *Autoestima y rendimiento académico en estudiantes de enfermería de Poza Rica, Veracruz, México*. Revista Electrónica "Uni-pluri/versidad", 12(1) 2012.
- [13] Li, J., Han, X., Wang, W., Sun, G., & Cheng, Z. How social support influences university students' academic achievement and emotional exhaustion: The mediating role of self-esteem. Learning and Individual Differences, 61, 120-126 pp. 2018.
- [14] Moghavvemi, S., Sulaiman, A., Azliza, A., & Seuk, P. *The impact of Facebook usage on academic performance*. International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS). doi: 10.1109/ICRIIS.2017.8002518 available: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8002518&tag=1> 2017.
- [15] Castro, C. E., Gordillo, M. E., & Delgado, A. M. *Hábitos de estudio y Motivación para el Aprendizaje*. Revista Fundación Juan José Carraro, 14(29), 20-25pp. 2009.
- [16] Caso N, J., & Hernández G, L. (2010). Variables que inciden en el rendimiento académico de adolescentes mexicanos. Revista latinoamericana de Psicología 2007, 39(3), 487-501.
- [17] Chilca, L. (2017). *Autoestima, hábitos de estudios y rendimiento académico en estudiantes universitarios. Propósitos y Representaciones*, 5 (1), 71-127 doi: <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.145>
- [18] Vicuña Peri, Luis. 1999. *Inventario de hábitos de estudio*. Lima, Ediciones CEDEIS (centro de desarrollo e investigación psicológica) 2da Edición.
- [19] Guerra, M. S., Neto, H. A., & Oliveira, S. A. (2018). *A Case Study of Applying the Classification Task for Students' Performance Prediction*. IEEE Latin America Transactions, 16(1), 172-177.
- [20] Merchán R, S. M., & Duarte, G. J. D. (2016). *Analysis of data mining techniques for constructing a predictive model for academic performance*. IEEE Latin America Transactions, 14(6), 2783-2788.
- [21] Amaya, Y., Barrientos, E. & Heredia, D (2015). *Student dropout predictive model using data mining techniques*. IEEE Latin America Transactions, 13(9), 3127-3134.
- [22] Rosado Chauvet, M. Á., Aduna Mondragón, A. P., y García Mata, E. *Evaluación de la Capacitación Universitaria. Desarrollo y Normalización de Instrumentos*. Denarius. Revista de Economía y Administración, Anuario (2004), 181-224 pp. 2004.
- [23] Mónica Cobián Alvarado, Pedro Damián Reyes, María Andrade Aréchiga, Jorge Rafael, Gutiérrez Pulido, Ricardo Acosta Díaz. *Combatiendo la deserción de estudiantes universitarios con el uso de*

tecnologías de información. XXIX Congreso Nacional y XV Congreso Internacional de Informática y Computación ANIEI. 2016.

- [24] Oyelade, O. J., Oladipupo, O. O. & Obagbuwa, I. C. "Application of *k* Means Clustering algorithm for prediction of Students Academic Performance", International Journal of Computer Science and Information Security, Vol. 7 (1), 292- 295 pp. 2010.
- [25] Hernández, G. A. G., Meléndez, A. R. A., Morales, R. L. A., García, B. A., Tecpanecatl, X. J. L & Algreto, I. (2016). *Comparative Study of Algorithms to Predict the Desertion in the Students at the ITSM-Mexico*. IEEE Latin America Transactions, 14(1), 4573 – 4578.
- [26] Halkidi, M. Batistakis, Y. & Vazirgiannis, M. (2001). On Clustering Validation Techniques. J. Intell. Inf. Syst. 17, 2-3 (December 2001), 107-145. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1012801612483>
- [27] Maulik, U., & Bandyopadhyay, S. (2002). Performance evaluation of some clustering algorithms and validity indices. IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, 24(12), 1650-1654.



Rodolfo Alan Martínez Rodríguez es estudiante de Doctorado en el programa de Ciencias e Ingeniería en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California, recibió los títulos de Licenciado en Informática y Maestro en Tecnologías de la Información y la Comunicación, por la Universidad Autónoma de Baja California. Tiene experiencia como docente en licenciatura con líneas de investigación en tecnología educativa y analítica educativa.



Omar Álvarez-Xochihua es Profesor-Investigador de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Baja California. En 2011, obtuvo el grado de Doctor en Ciencias Computacionales en Texas A&M University, USA. Es miembro del Cuerpo Académico UABC-CA-171: Tecnologías de Información y Visualización. Su interés en investigación se enfoca en el área de tecnología educativa, principalmente en el diseño y desarrollo de sistemas de tutoría inteligente; modelando conocimiento de experto y del estudiante. Adicionalmente, realiza investigación en el campo de procesamiento de lenguaje natural.



Olivia Denisse Mejía Victoria es profesora investigadora en la Universidad Autónoma de Baja California. Es Licenciada en Comercio Exterior por Universidad Internacional (2007), Maestra en Administración con énfasis en Finanzas por la Autónoma de Baja California (2010), Doctora en Estudios del Desarrollo Global por la Autónoma de Baja California (2015). Sus líneas de investigación se enfocan en competitividad, desarrollo regional y administración estratégica.



Adina Jordan Arámburo es estudiante del programa de Doctorado en Matemática Educativa del Instituto Politécnico Nacional (IPN), Maestra en economía por la Universidad de Guadalajara. Actualmente se desempeña como profesor de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Baja California. Es miembro del Cuerpo Académico de Matemáticas, con líneas de investigación en Matemáticas Aplicadas y Enseñanza de las Matemáticas.



José Ángel González Fraga es profesor investigador en la Universidad Autónoma de Baja California, recibió el título de Ingeniero en Electrónica por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), México, en 2002 y su maestría y doctorado en Ciencias de la Computación por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), México, en 2004 y 2007, respectivamente. Es coordinador del Cuerpo Académico UABC-CA-171: Tecnologías de Información y Visualización. Sus intereses de investigación incluyen, el Reconocimiento adaptativo de patrones, Visión Computacional, Tecnologías educativas, Robótica y programación educativas.