

Factores asociados al aprendizaje de matemática en estudiantes de ingeniería

Factors associated with mathematics learning in engineering students

^a. Alejandra María Serpa-Jiménez, ^b. Henry de Jesús Gallardo-Pérez, ^c. Cesar Augusto Dávila Carrillo

 a. Magister en Práctica Pedagógica, Alejandramariaserpa@ufps.edu.co, Docente-Investigadora. Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta – Colombia.

 b. Doctor en Educación, henrygallardo@ufps.edu.co, Docente Investigador. Universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta – Colombia.

 c. Magister en Educación Matemática, cesaraugustode@ufps.edu.co, Docente Investigador. Universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta – Colombia.

Recibido: Julio 1 de 2021 Aceptado: Noviembre 8 de 2021

Forma de citar: A. Serpa-Jiménez, H. Gallardo-Pérez, C. Dávila-Carrillo “Factores asociados al aprendizaje de matemáticas en estudiantes de ingeniería”, *Mundo Fesc*, vol. 12 (24), pp. 8-24, 2022

Resumen

Introducción: La investigación tiene como objetivo identificar factores que inciden en el aprendizaje de la matemática en estudiantes de ingeniería de la Universidad Francisco de Paula Santander. **Materiales y métodos:** La investigación se enmarca en el paradigma cuantitativo, de corte transversal, explicativa y correlacional. La muestra estuvo compuesta por 142 estudiantes de la Facultad de Ingeniería durante el primer periodo de 2022. La información relacionada con los factores asociados se recopiló mediante muestreo intencional por intermedio de encuesta virtual aplicada a través de la plataforma institucional y la correspondiente a resultados académicos en el curso de cálculo diferencial se obtuvo del sistema de información académico, una vez finalizado el semestre. **Conclusión:** Factores que inciden en el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de ingeniería, entre otros, son el resultado en la prueba de estado en las componentes razonamiento cuantitativo y lectura crítica, el nivel de formación de los padres del estudiante y su utilización de las tecnologías de información y comunicación, otras variables que pueden considerarse factores determinantes, para el caso analizado en el presente estudio, no constituyen un aporte significativo.

Palabras clave: Factores, Aprendizaje matemáticas, Análisis multivariante, Modelos teóricos

Autor para correspondencia:

*Correo electrónico: Alejandramariaserpa@ufps.edu.co



Abstract

Introduction: The research aims to identify factors that affect the learning of mathematics in engineering students of the Universidad Francisco de Paula Santander. **Materials and methods:** The research is framed in the quantitative paradigm, cross-sectional, explanatory and correlational. The sample consisted of 142 students of the Faculty of Engineering during the first period of 2022. The information related to the associated factors was collected through intentional sampling by means of a virtual survey applied through the institutional platform and the information corresponding to academic results in the differential calculus course was obtained from the academic information system, once the semester was over. **Conclusion:** Factors that influence the learning of mathematics in engineering students, among others, are the results of the state test in the quantitative reasoning and critical reading components, the level of education of the student's parents and their use of information and communication technologies; other variables that can be considered determining factors, for the case analyzed in this study, do not constitute a significant contribution.

Keywords: Factors, Mathematical learning, Multivariate analysis, Theoretical models

Introducción

El aprendizaje de las matemáticas se encuentra directamente relacionado con el desarrollo del pensamiento matemático, sin embargo, existen diferentes factores académicos, sociales y económicos que pueden incidir en el nivel de aprendizaje alcanzado por los estudiantes [1]. Ahora bien, la construcción de un conocimiento matemático no solo está relacionado con el pensamiento matemático sino también en la forma de construir ideas matemáticas [2] por ello, el docente juega un papel que le implica diseñar estrategias, generar ambientes agradables y promover procesos cognitivos y sociales [3] y específicamente, en el ámbito de las matemáticas, involucra el conocimiento matemático, la didáctica y el manejo de los entornos virtuales [4], por tanto, el conocimiento matemático que debe poseer el docente debe partir desde los conocimientos comunes hasta la formalidad de los conocimientos especializados.

En este orden de ideas, se puede pensar en que, en el proceso concebido en la educación matemática, el estudiante aprende matemáticas, pero el docente debe enseñar ciencias, puesto que de la

interrelación de la matemática con otras ciencias se generan las condiciones conceptuales y los procesos mentales que llevan a que el estudiante desarrolle su pensamiento matemático y le permita no solo memorizar una serie de fórmulas y procedimientos, sino que efectivamente aprenda matemáticas.

El rendimiento académico de los estudiantes es una problemática que enfrentan los docentes en cursos con estudiantes de diferentes edades, género y ocupación. Cuando un docente asume un curso prepara un plan de clase para orientar a sus estudiantes, por lo general, con la misma metodología y las mismas estrategias pedagógicas para todos sus estudiantes; no obstante, al llegar al aula e iniciar los procesos pedagógicos encuentra jóvenes con diferentes niveles de rendimiento académico, de diferentes contextos socioeconómicos y culturales, que interpretan los resultados de diferente manera y con diferente nivel de comprensión y sólo algunos de ellos llegan a adquirir las competencias básicas establecidas en el programa [5,6].

Estudiar los múltiples usos de las matemáticas en diferentes áreas de la vida económica, cultural y social

junto con los factores que inciden en el conocimiento matemático de los estudiantes permite integrar el conocimiento matemático al de otras ciencias y disciplinas e identificar cómo es que el estudiante aprende matemáticas y qué incide en su aprendizaje [7,8].

Diferentes trabajos y enfoques se han desarrollado con el fin de identificar los factores que inciden en el rendimiento académico de los estudiantes y que conllevan a estudiantes exitosos, entre ellos se encuentra una caracterización en tres grandes tradiciones, una relacionada con los procesos de enseñanza y aprendizaje basados en las teorías del aprendizaje por reestructuración involucrando las teorías constructivistas del aprendizaje humano, una segunda tendencia que intenta comprender la dinámica de la escuela centrados en sus procesos culturales y una tercera constituida por los estudios sobre eficacia escolar que involucra estudios sobre productividad escolar, evaluación de impacto y eficacia docente [9-15].

En esta investigación se analiza el rendimiento académico del estudiante de ingeniería en los cursos de matemáticas comparando resultados con base en categorías establecidas por los factores propuestos para explicar ese desempeño. El trabajo se desarrolla en el primer semestre del año 2022, su objetivo general es identificar la incidencia de los factores asociados al aprendizaje de la matemática en estudiantes de ingeniería de la UFPS.

2. Materiales y métodos

La investigación se enmarca en el paradigma cuantitativo, de corte transversal, explicativa y correlacional

[16,19]. La población objeto de estudio está constituida por los estudiantes de ingeniería de la Universidad Francisco de Paula Santander que ingresaron en el primer semestre académico de 2022, con el siguiente criterio de inclusión: estudiantes que ingresaron a la Universidad en ese periodo y cursaron Cálculo Diferencial, también en ese periodo, en su programa académico, esto es, se excluyen aquellos estudiantes que matricularon el curso en un programa con equivalencias o que homologaron asignaturas, también se excluyen estudiantes que ingresaron por preuniversitario, pues en su mayoría, homologan este curso.

La información relacionada con los factores asociados se recopiló mediante muestreo intencional [20] por intermedio de encuesta virtual aplicada a través de la plataforma institucional [21]; se dio la oportunidad de contestar libremente. La información correspondiente a resultados académicos en el curso de cálculo diferencial se obtuvo del sistema de información académico, una vez finalizado el semestre. Se recopiló información de 142 estudiantes. Los datos se procesaron y analizaron utilizando métodos univariados y multivariados para análisis de datos, desagregando la información por programa académico y llevando los resultados a establecer la incidencia de los diferentes factores en los resultados académicos en el curso de cálculo diferencial mediante el cálculo de estadísticas descriptivas, análisis de correspondencias, análisis de correlaciones, entre otros [22-27].

La muestra estuvo constituida por 142 estudiantes de los programas de ingeniería de sistemas (IS), industrial (II), mecánica (IME), electrónica (IE),

electromecánica (IEM), Civil (IC) y Minas (IMi). Se diseña encuesta para aplicar a los estudiantes considerando las siguientes variables: Colegio donde terminó educación media (público, privado), género (masculino, femenino), nivel de estudios de los padres (básico, profesional, posgrado), uso de las TIC (bajo, medio, alto), puntaje en prueba de estado (se toman: razonamiento cuantitativo y lectura crítica), ciudad de procedencia (Cúcuta, Área Metropolitana sin Cúcuta, Otra ciudad), estrato socio económico (E1 a E4) y, como variable dependiente, calificación final en el curso de cálculo diferencial.

3. Resultados y discusión

Las calificaciones de los estudiantes en el curso de Cálculo Diferencial se distribuyen con un sesgo a la izquierda y concentración de datos alrededor de la calificación 4,0 (Figura 1). El valor promedio de las calificaciones es de 3,73 y la desviación estándar de 0,57 con un coeficiente de variación de 15%. La prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para una muestra, arroja un

estadístico de prueba de $KS=0,138$ con $p\text{-valor}=0,000$, lo cual permite rechazar la hipótesis de normalidad. Sin embargo, al desagregar por programa, según se muestra en la tabla 1, las distribuciones empíricas de las calificaciones resultan tener un comportamiento normal. Se tiene aquí un caso de variables aleatorias con distribuciones normales, pero cuya mezcla de resultados genera una nueva variable aleatoria que no tiene un comportamiento normal y, por ende, no es posible aplicar métodos paramétricos para inferir resultados.

Figura 1. Resultados en Cálculo Diferencial

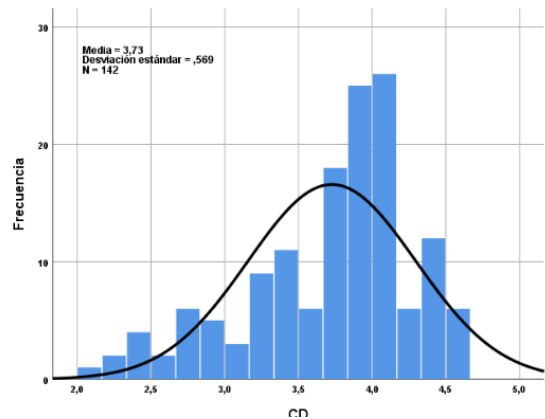


Tabla 1. Estadísticas de Calificaciones en Cálculo Diferencial

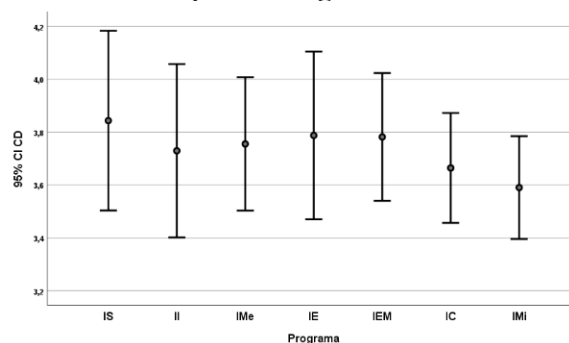
Cálculo Diferencial						
Programa Académico	n	Promedio	Desviación Estándar	Coef. de Variación	K-S	p-valor
Ing. de Sistemas	18	3,84	0,48	0,13	0,207	0,059
Ing. Industrial	21	3,73	0,72	0,19	0,146	0,200
Ing. Mecánica	15	3,75	0,46	0,12	0,197	0,120
Ing. Electrónica	18	3,79	0,64	0,17	0,207	0,059
Ing. Electromecánica	21	3,78	0,53	0,14	0,285	0,257
Ing. Civil	25	3,66	0,50	0,14	0,119	0,200
Ing. de Minas	24	3,59	0,46	0,13	0,133	0,200
General	142	3,73	0,57	0,15	0,138	0,000

En primera fase, se realiza comparación de resultados en las calificaciones de cálculo diferencial a fin de establecer si existe homogeneidad entre grupos o por el contrario, se requiere trabajar con grupos diferenciados. En la figura 1 se presenta el diagrama de barras de error, que muestra el valor promedio obtenido en cada grupo junto con el intervalo de 95% de confianza para su estimación; permite comparar resultados entre programas académicos. Se aprecia similitud entre los resultados, y aun cuando hay ligeras variaciones entre los promedios y entre las desviaciones estándar, de la gráfica se puede inferir que no existe diferencia significativa entre los resultados académicos para el curso de cálculo diferencial entre programas académicos. Este resultado

La comparación de resultados en cálculo diferencial para cada una de las variables explicativas se realiza utilizando pruebas de comparación de medias aritméticas para muestras independientes. Según corresponda a las modalidades de cada variable, se utiliza prueba t- student o prueba Fisher. Los resultados se muestran en la tabla 2. Se encuentra que las variables sexo, colegio donde terminó estudios, el estrato socioeconómico y la ciudad de procedencia no inciden significativamente en los resultados obtenidos en el curso de cálculo diferencial. No así ocurre con las variables nivel de estudio de los padres y uso de las TIC. En este caso, se puede concluir que el nivel de estudios de los padres, tomando como referencia el mayor de uno de ellos, incide en el aprendizaje de las matemáticas, pero, caso curioso, los estudiantes cuyos padres tienen menor nivel de formación, son aquellos que obtienen mejores resultados. El uso de las TIC

es relevante para la investigación por cuanto permite aceptar la decisión de trabajar con un solo grupo y no diferenciar por programa. La prueba de análisis de ANOVA para comparar promedios académicos arroja un valor $F=0,468$ con nivel de significación de 0,84 lo cual permite aceptar la hipótesis de igualdad entre los promedios.

Figura 2. Resultados en Cálculo Diferencial por Programa Académico



incide directamente en el aprendizaje de las matemáticas; se encuentra que los estudiantes que más utilizan las TIC son los que, en promedio, obtienen mejores calificaciones en matemáticas.

Tabla 2. Estadísticas de Calificaciones en Cálculo Diferencial

Factor		Promedio en Cálculo Diferencial	Estadístico de prueba	Nivel de significación
Sexo	Femenino	3,67	T = -1,003	p-valor = 0,318
	Masculino	3,77		
Colegio	Público	3,76	T = 0,843	p-valor = 0,401
	Privado	3,67		
Estrato	E 1	3,54	F = 2,090	p-valor = 0,104
	E 2	3,72		
	E 3	3,80		
	E 4	3,93		
Estudio de los Padres	Básico	3,87	F = 3,920	p-valor = 0,022
	Profesional	3,74		
	Posgrado	3,49		
Uso de las TIC	Bajo	3,52	F = 3,278	p-valor = 0,041
	Medio	3,68		
	Alto	3,85		
Ciudad	Cúcuta	3,71	F = 0,081	p-valor = 0,922
	Área Met.	3,73		
	Otra	3,77		

En segunda fase, se analizan los resultados en las pruebas saber; se incluyeron solamente las componentes razonamiento cuantitativo y lectura crítica, por considerarse que son las que de alguna forma pueden ejercer mayor influencia en el aprendizaje de las matemáticas. En la tabla 3 se presenta la matriz de correlaciones de Pearson entre las variables cuantitativas. Se aprecia que existe correlación significativa positiva entre las variables razonamiento cuantitativo y calificación en cálculo diferencial, lo cual es indicador de que en la medida en que los estudiantes obtienen mejor puntaje en la componente razonamiento cuantitativo de la Prueba Saber, mejor es su calificación en cálculo diferencial. Con respecto a la componente lectura crítica, la correlación con el resultado en cálculo diferencial es también positiva y significativa, pero en menor grado.

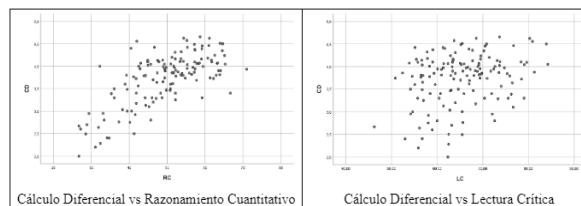
Tabla 3. Matriz de Correlaciones

Correlaciones		CD	RC	LC
CD	Correlación de Pearson	1	,704**	,289**
	Sig. (bilateral)		,000	,000
	N	142	142	142
RC	Correlación de Pearson	,704**	1	,197*
	Sig. (bilateral)	,000		,019
	N	142	142	142
LC	Correlación de Pearson	,289**	,197*	1
	Sig. (bilateral)	,000	,019	
	N	142	142	142

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).
* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

En la figura 3 se presentan los diagramas de dispersión correspondientes que evidencian la relación entre los dos pares de variables. Nótese que la relación es positiva tanto entre razonamiento cuantitativo con respecto a cálculo diferencial, como con la variable lectura crítica.

Figura 3. Resultados en pruebas Saber vs Cálculo Diferencial



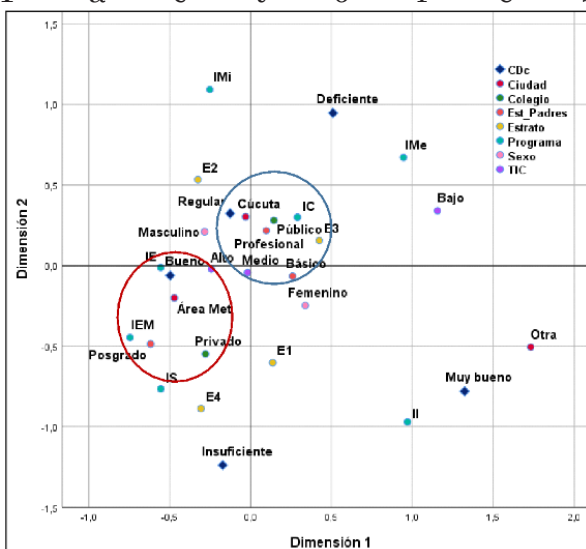
También se encuentra que existe correlación entre las variables lectura crítica y razonamiento cuantitativo, esto conlleva a pensar que, si se estimara un modelo de regresión múltiple para estimar el resultado en el curso de cálculo diferencial, se podría estar presentando correlación entre variables explicativas, lo cual presentaría dificultades tanto en la confiabilidad en la estimación de parámetros del modelo como en la definición del aporte de cada variable explicativa a la explicación de la variación en la variable dependiente, dado que podría presentarse multicolinealidad entre las variables explicativas. En este orden de ideas, se pueden estimar los modelos de regresión por separado, encontrándose los siguientes: $CD = 1,7 + 0,4*RC$ y $CD = 2,3 + 0,02*LC$. Sin embargo, al estimar el modelo de regresión lineal múltiple, su ecuación está dada por: $CD = 1,029 + 0,039*RC + 0,012*LC$, con coeficiente de determinación $R^2=0,519$.

Se realiza también análisis de correspondencias para las variables categóricas. La figura 4 presenta las proyecciones de las variables en el plano cartesiano; así es posible establecer relaciones entre las categorías de variables y factores asociados al rendimiento académico en cálculo diferencial. Para este procedimiento, en primer lugar, se procede a categorizar la variable resultados en cálculo diferencial en función de las calificaciones obtenidas en el curso y se proyectan estas categorías en el plano generado por las

de las variables explicativas. Se aprecia bastante dispersión en los puntos de referencia obtenidos. Así, puede verse que los niveles de rendimiento categorizados como muy bueno, insuficiente y deficiente se ubican relativamente alejados de las categorías de las variables explicativas, dificultando su interpretación a partir de la asociación con estas.

El nivel de rendimiento bueno en cálculo diferencial, se asocia a estudiantes, en su mayoría, del área metropolitana cuyos padres poseen estudios a nivel de posgrado y terminaron su bachillerato en instituciones educativas privadas que manifiestan un alto uso de TIC y están matriculados en los programas de ingeniería eléctrica, electromecánica y de sistemas. Un rendimiento regular en cálculo diferencial, se asocia a estudiantes, en su mayoría, de Cúcuta con bachillerato en colegios públicos, padres con estudios a nivel básico y profesional y estudian ingeniería civil. Las categorías establecidas para las variables sexo y estrato, se distribuyen aleatoriamente en el plano sin presentar una asociación marcada con resultados del curso.

Figura 4. Correspondencias Variables y Factores



4. Conclusiones

Al identificar los factores que inciden en el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de ingeniería, se encuentran, entre otros, el resultado en la prueba de estado en las componentes razonamiento cuantitativo y lectura crítica. Esto, puede pensarse que las competencias desarrolladas en la formación precedente influyen significativamente, y en forma positiva, en el desarrollo académico y aprendizaje de las matemáticas al ingreso a la universidad.

También influyen en el resultado académico en el curso de cálculo diferencial, el nivel de formación de los padres del estudiante y su utilización de las tecnologías de información y comunicación, otras variables que pueden considerarse factores determinantes, para el caso analizado en el presente estudio, no constituyen un aporte significativo.

Desde el punto de vista técnico, y con base en el análisis de correspondencias, se encuentra que el lugar de procedencia de los estudiantes discrimina en cuanto a los resultados académicos de los estudiantes en el curso de cálculo diferencial.

La investigación aporta un precedente para el estudio de factores determinantes y su incidencia en el aprendizaje de las matemáticas y desarrollo del pensamiento matemático, pero hay que establecer metodologías diferenciales asociadas. Se espera, en una segunda parte de la investigación, ajustar modelos de Análisis Multinivel para identificar factores asociados y su contribución al aprendizaje de las matemáticas.

Conflicto de intereses: Los

autores manifiestan que no hay conflicto de intereses

Publisher: Redipe Editors: Colección pedagogía Iberoamericana, 2014.

5. Referencias

- [1] O. Campos, “La enseñanza de las matemáticas y su relación con otras ciencias”, *Revista Guatemalteca de Educación Superior*, vol. 5, no. 1, pp. 127-134, 2022
- [2] R. Cantoral, “Enseñanza de las matemáticas en educación superior”, *Revista Electrónica Sinéctica*, no. 19, pp. 3-27, 2001
- [3] H. Mendoza, V. Burbano y M. Valdivieso, “El papel del docente de matemáticas en Educación superior a distancia y virtual: una mirada desde los métodos mixtos de investigación”, *Espacios*, vol. 40, no. 39, pp. 3-16, 2019
- [4] J. Godino, C. Batanero y V. Font, *Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros*. Granada: Universidad de Granada, 2003
- [5] J. Martínez, M. Vergel y H. Gallardo, “Inteligencias múltiples y estilos de aprendizaje, su relación con el rendimiento académico de estudiantes en estadística”, *Revista Ecomatemático*, vol. 5, no. 1, pp. 74-86, 2014.
- [6] J. Martínez, M. Vergel y H. Gallardo, “Factores asociados al rendimiento académico en estadística de estudiantes de administración pública” en *Colección Pedagogía iberoamericana Fortalecimiento educativo*, tomo 19, cap. 14, pp.191-206,
- [7] C. Mora, “Estrategias para el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas”, *Revista de Pedagogía*, vol. 24, no. 70, pp. 181-272, 2003.
- [8] N. Herrera, W. Montenegro y S. Poveda, “Revisión teórica sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas”, *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, no. 35, pp. 254-287, 2012.
- [9] R. Conejo y J. Redondo, “Variables y factores asociados al aprendizaje escolar: una discusión desde la investigación actual”. *Estudios Pedagógicos*, vol. 33, no. 2, pp. 155-175, 2007.
- [10] E. Chong, “Factores que inciden en el rendimiento académico de los estudiantes de la Universidad Politécnica del Valle de Toluca”, *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, vol. 47, no. 1, pp. 91-108, 2017.
- [11] M. Martín, D. Santo y C. Jenaro, “Factores personales-institucionales que impactan el rendimiento académico en un posgrado en educación”, *CPU-e. Revista de Investigación Educativa*, no. 27, pp. 4-32, 2020.
- [12] L. Garzón, M. Rojas, L. del Riego, M. Pinzón y A. Salamanca, “Factores que pueden influir en el rendimiento académico de estudiantes de Bioquímica que ingresan en el programa de Medicina de la Universidad del Rosario-Colombia”, *Educ. Med*, vol. 13, no. 2, pp. 86-96, 2010.
- [13] I. Brito y J. Palacio, “Calidad

- de vida, desempeño académico y variables sociodemográficas en estudiantes universitarios de Santa Marta-Colombia”, *Duazary*, vol. 13, no. 2, pp. 133–141, 2016.
- [14] M. Cruz, “Factores que influyen en el rendimiento académico del estudiante”, *Escenarios: empresa y territorio*, vol. 5, no. 5, pp. 93-118, 2016
- [15] L. García y V. Moreno, “Factores asociados al rendimiento académico de los estudiantes de odontología en la clínica de crecimiento y desarrollo”, *Acta Odontológica Colombiana*, vol. 7, no. 1, pp. 81-89, 2017
- [16] H. Gallardo, M. Vergel, y F. Villamizar, “Investigación intervención y enfoque multimétodo en ciencias humanas y educación matemática”, *Logos, Ciencia y Tecnología*, vol. 9, no. 2, pp. 85-96, 2017.
- [17] R. Hernández, C. Fernández y M. Baptista, *Metodología de la Investigación*, México: Mc Graw Hill, 2014.
- [18] F. Sánchez, “Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos”, *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, vol. 13, no. 1, pp. 102-122, 2019.
- [19] C. Babativa, *Investigación Cuantitativa*, Bogotá: Fondo Editorial Areandino
- International Journal of Morphology*, vol. 35, no. 1, pp. 2277-232, 2017.
- [21] A. Alaminos y J. Castejón, *La elaboración, análisis e interpretación de encuestas, cuestionarios y escalas de opinión*, Alicante: Editorial Marfil S.A.
- [22] M. López-Aguado y L. Gutiérrez-Provecho, “Cómo realizar e interpretar un análisis factorial exploratorio usando SPSS”, *REIRE*, vol. 12, no. 2, pp. 1-14, 2019.
- [23] D. Peña, *Análisis de datos multivariados*. Madrid: Mac Graw Hill, 2002
- [24] C. Méndez C y M. Rondón, “Introducción al análisis factorial exploratorio”, *Revista Colombiana de Psiquiatría*, vol. 14, no. 1, pp. 197-207, 2012.
- [25] S. Lloret, A. Ferreres, A. Hernández y I. Tomás I, “El análisis factorial exploratorio de los ítems: una guía práctica, revisada y actualizada”, *Anales de Psicología*, vol. 30, no. 3, pp. 1151-1169, 2014.
- [26] C. Pardo y C. Del Campo C, “Combinación de métodos factoriales y de análisis de conglomerados”, *Revista Colombiana de Estadística*, vol. 30, no. 2, pp. 231-245, 2007.
- [27] N. Gámez, “Fundamentos y aplicaciones del análisis de correspondencias difuso”, *Comunicaciones en estadística*, vol. 5, no. 1, pp. 7-31, 2012.
- [20] T. Otzen y C. Monterola, “Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio”,