

Rendimiento Académico en Matemáticas

Un estudio vía Regresión Logística

Wendy Milena Loaiza Dueñas

Alba Bibiana Rojas Ortigoza

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

FACULTAD SECCIONAL DUITAMA

ESCUELA DE MATEMÁTICAS Y ESTADÍSTICA

DUITAMA

2015

Rendimiento Académico en Matemáticas

Un estudio vía Regresión Logística

Wendy Milena Loaiza Dueñas

Alba Bibiana Rojas Ortigoza

**Trabajo de grado en la modalidad de monografía para obtener el título de
Licenciado en Matemáticas y Estadística**

Director

Carlos Alberto Ramos Soler

M.Sc. (C) en Estadística

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

FACULTAD SECCIONAL DUITAMA

ESCUELA DE MATEMÁTICAS Y ESTADÍSTICA

DUITAMA

2015

Nota de aceptación

Firma
Nombre:
Presidente del jurado

Firma
Nombre:
Jurado

Firma
Nombre:
Jurado

Duitama, Noviembre 04 de 2015

DEDICATORIA

A mis padres, por brindarme la maravillosa familia que tengo, por ser mi apoyo; en especial mi madre, pues si existe alguien que merezca todas las dedicatorias, esa tienes que ser tú: mamita. Por tu apoyo, paciencia, comprensión, esfuerzo y amor incondicional. Quien ríe conmigo en los momentos felices y me anima y fortalece, ayudándome a superar las dificultades y desesperanzas vividas. Por tener siempre una palabra sabia, en fin, porque eres el más sublime ser que existe para mí.

A mis hermanos Natalia y Eider. Natis por alegrarme la vida con sus ocurrencias, motivarme y darme aliento para continuar, por ser mi cómplice y consejera. Eider, por ser ese hermano menor que siempre deseé tener.

A mis abuelos maternos quienes aunque ya no estén presentes, tuvieron la ilusión de verme algún día realizando mi sueño de culminar una profesión desde la cual pueda servir a los demás.

A mi amiga Bibiana, que se convirtió en una hermana, por estar conmigo en las buenas y aún más en las malas, por ser un ejemplo para mí de lo que es ser una mujer luchadora, que no se rinde nunca, amiga siempre “como las berracas”, y a su linda familia, que se convirtió también en parte de la mía

A personas que han estado en todo momento de mi vida apoyándome, como mi madrina Nelly y su familia, sra. Luz Mery e hijos, y a tantos que se quedan sin nombrar.

La preocupación por el hombre y su destino siempre debe ser el interés primordial de todo esfuerzo técnico. Nunca olvides esto entre tus diagramas y ecuaciones.

Albert Einstein.

WENDY MILENA LOAIZA

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, porque por su infinita misericordia me permitió cumplir este sueño, porque pude sentir su protección bondadosa en cada paso de este proceso, gracias Dios por tanto amor.

A mi esposo Alexander, la más grande bendición que me ha dado Dios, hombre maravilloso con el temor de Dios que ha llenado mi vida de alegría, de seguridad y sobre todo de amor, por apoyarme en este proyecto de vida diciéndome siempre “si se puede” e incluso por ser mamá y papá muchas veces para que este sueño se hiciera realidad, de verdad sin ese apoyo esto no sería posible. Este título más que mío es tuyo mi amorcito lindo.

A mis hijas Stephania y Laura, por su amor, comprensión y paciencia, por ser el motor de mi vida y recordarme cada día que tengo dos razones suficientes para continuar, por esas palabras de aliento cuando sentí desfallecer y esas sonrisas de alegría cuando las cosas salían bien haciendo suyos mis triunfos y derrotas, por creer en este sueño y a su corta edad demostrarme la fortaleza de un gigante, creo ahora sí viene la recompensa, las amo hijas hermosas.

A mis padres Flor Alba Y Julio Roberto por creer en mí y en este gran proyecto, por su apoyo incondicional, por su gran amor, porque gracias a Dios y a ustedes dos hoy estoy en donde estoy, por sus oraciones y preocupaciones en cada momento, ahora puedo decirles Dios los escuchó.

A mis hermanos Carlitos y Pili, por su amistad incomparable porque aunque pasen los años siempre nos amaremos y porque colocaron su granito de arena para que este sueño fuera posible.

A mi amiga Wendy, personita especial que Dios puso en mi camino para recordarme que la amistad es un tesoro invaluable, mujer esforzada que siempre me animo a continuar en la lucha, que nunca me dejó sola, gracias amiga por tantos y tantos momentos compartidos, porque sin su verraquera este “plan” no sería posible. Gracias a ella y a toda su familia por su cariño, en especial a la señora Bertha por su entrega y apoyo, usted hace parte de este logro.

*A todos los que no puedo nombrar, pues no existe suficiente espacio en esta página,
muchas gracias.*

ALBA BIBIANA ROJAS

AGRADECIMIENTOS.

Las autoras quieren expresar sus más sinceros agradecimientos a todas y cada una de las personas que de una u otra manera hicieron posible la realización de este trabajo.

Profesor Carlos Alberto Ramos Soler. Director de este proyecto de investigación, por su guía, colaboración y enseñanzas.

M.Sc. Horacio Pedraza. Rector del Instituto Técnico Santo Tomás de Aquino, por abrir las puertas de esta prestigiosa institución para la realización de la presente investigación, así como al M.Sc. Rafael Martínez, coordinador de esta institución por su apoyo permanente.

A los profesores de matemáticas y estudiantes del I.T.S.T.A. por ser quienes finalmente permitieron realizar esta investigación, sin su valiosa cooperación, este trabajo no habría tenido cimiento. A todos los profesores y comunidad educativa del I.T.S.T.A. por recibirnos siempre con tanta amabilidad.

M.Sc. Sandra Patricia Cárdenas Ojeda. Por sus valiosas enseñanzas, su apoyo tanto a nivel académico como personal.

M.Sc. Luis Arbey Gómez Gómez, por tantas enseñanzas, por su apoyo incondicional.

A los profesores de la escuela de licenciatura en matemáticas y estadística, en especial a los profesores: Carmen, Reinaldo, Gilberto, Cecilia, Dairo, Alexis, Jaime, Alejandro, por sus valiosas enseñanzas a lo largo de la carrera.

A Consuelito por buscar siempre la forma de ayudarnos.

A nuestras familias de quienes recibimos todo el apoyo en los momentos que más lo necesitábamos.

A todas aquellas personas, quienes no nombramos porque necesitaríamos un capítulo de este trabajo destinado para tal fin.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	19
2. MARCO REFERENCIAL	23
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	23
2.2 CONCEPTO DE RENDIMIENTO ACADÉMICO	26
2.3 FACTORES QUE INCIDEN EN EL RENDIMIENTO ESCOLAR	27
2.4 DATOS CATEGÓRICOS	39
2.4.1 Tablas de contingencia.	39
2.4.2 Independencia de variables categóricas.	40
2.4.3 Pruebas de independencia.	41
2.5 MODELO LINEAL GENERALIZADO	42
2.5.1 Estimación de parámetros en el modelo lineal generalizado.	46
2.5.2 Regresión logística.	48
2.5.3 Intervalos de confianza	51
2.5.4 Ajuste del modelo.	51
2.5.5 Selección de modelos.	52
2.5.6 Bondad de ajuste	55
3. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO	57
3.1 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	58
3.2 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DATOS	65
3.2.1 Análisis descriptivo unidimensional.	66
3.2.2 Análisis descriptivo bivariado.	74
3.2.3 Análisis factorial.	82
3.2.4 Construcción de variables indicadoras.	100

3.3 MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA ASOCIADO A LOS FACTORES PERSONALES Y SOCIALES	106
3.3.1 Especificación.	108
3.3.2 Selección.	109
3.3.3 Evaluación.	113
3.3.4 Interpretación.	117
4. CONCLUSIONES	118
BIBLIOGRAFÍA	122
ANEXOS	126

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Factores personales y sociales que influyen en el Rendimiento Académico	29
Tabla 2. Variables asociadas al aspecto hábitos de estudio	31
Tabla 3. Variables asociadas a los hábitos de estudio de los estudiantes	31
Tabla 4. Variables asociadas a la formación docente	32
Tabla 5. Variables asociadas a la estrategia de enseñanza del docente y uso de TIC	33
Tabla 6. Variables asociadas al manejo del conocimiento matemático por parte del docente	33
Tabla 7. Variables asociadas a la motivación y el autoconcepto	35
Tabla 8. Variables asociadas a las emociones y la conducta	36
Tabla 9. Variables asociadas a los aspectos orgánicos	36
Tabla 10. Variables asociadas a las relaciones familiares	38
Tabla 11. Variables asociadas al nivel socioeconómico	38
Tabla 12. Notación para las probabilidades conjunta, condicional y marginal	41
Tabla 13. Valores para la estimación del tamaño de muestra	61
Tabla 14. Tamaño de muestra de cada estrato	62
Tabla 15. Descripción de las variables cualitativas asociadas a los aspectos académicos	66
Tabla 16. Descripción de las variables cuantitativas asociadas a los aspectos académicos	67
Tabla 17. Descripción de las variables cualitativas asociadas a los aspectos actitudinales y físicos	69
Tabla 18. Descripción de las variables cuantitativas asociadas a los aspectos actitudinales y físicos.	70
Tabla 19. Descripción de las variables cualitativas asociadas a los aspectos familiares y socioeconómicos.	71
Tabla 20. Descripción de las variables cuantitativas asociadas a los aspectos familiares y socioeconómicos.	72
Tabla 21. Descripción de las variables cualitativas que no presentaron baja varianza	74
Tabla 22. Descripción bidimensional de las variables cualitativas nominales	75
Tabla 23. Test de normalidad para las variables cuantitativas bajo estudio	78
Tabla 24. Test de Wilcoxon para las variables continuas no distribuidas normalmente	80

Tabla 25. KMO y prueba de Bartlett asociada a los aspectos académicos	83
Tabla 26. Prueba de Kolmogorov-Smirnov asociada a los aspectos académicos	83
Tabla 27. Varianza total explicada asociada a los aspectos académicos	84
Tabla 28. Matriz de componentes asociada a los aspectos académicos	85
Tabla 29. Matriz de componentes rotada asociada a los aspectos académicos	86
Tabla 30. Matriz de componentes asociada a los aspectos académicos	87
Tabla 31. Factores asociados a los aspectos académicos	88
Tabla 32. KMO y prueba de Bartlett asociada a los aspectos actitudinales y físicos	89
Tabla 33. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para los aspectos actitudinales y físicos	90
Tabla 34. Varianza total explicada asociada a los aspectos actitudinales y físicos	91
Tabla 35. Matriz de componentes asociada a los aspectos actitudinales y físicos	92
Tabla 36. Matriz de componentes rotada asociada a los aspectos actitudinales y físicos	93
Tabla 37. Matriz de componentes rotados asociada a los aspectos actitudinales y físicos	95
Tabla 38. Factores asociados a los aspectos actitudinales y físicos	96
Tabla 39. KMO y prueba de Bartlett asociada a los aspectos familiares y socioeconómicos	96
Tabla 40. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para los aspectos familiares y socioeconómicos	97
Tabla 41. Varianza total explicada asociada a los aspectos familiares y socioeconómicos	98
Tabla 42. Matriz de componentes asociada a los aspectos familiares y socioeconómicos	99
Tabla 43. Factores asociados a los aspectos familiares y socioeconómicos	100
Tabla 44. KMO y prueba de Bartlett asociada a los aspectos académicos	101
Tabla 45. Varianza total explicada asociada a los aspectos académicos	102
Tabla 46. Componente asociado a los aspectos académicos	102
Tabla 47. KMO y prueba de Bartlett asociada a los aspectos actitudinales y físicos	103
Tabla 48. Varianza total explicada asociada a los aspectos actitudinales y físicos	103
Tabla 49. Matriz de componentes asociada a los aspectos actitudinales y físicos	104

Tabla 50. KMO y prueba de Bartlett asociada a los aspectos familiares y socioeconómicos	105
Tabla 51. Varianza total explicada asociada a los aspectos familiares y socioeconómicos	105
Tabla 52. Matriz de componentes asociada a los aspectos familiares y socioeconómicos	106
Tabla 53. Variables y factores que se incluirán en el modelo	107
Tabla 54. Notación de las variables predictoras.	108
Tabla 55. Análisis de Deviance	110
Tabla 56. Estimación de razón de odds y sus intervalos de confianza	111
Tabla 57. Estimación de los parámetros de regresión y juzgamiento de hipótesis	113
Tabla 58. Comparación de AIC y Deviance de modelos	116
Tabla 59. Variables que influyen en el rendimiento académico	126
Tabla 60. Matriz de correlaciones asociada a los aspectos académicos	139
Tabla 61. Matriz de correlaciones asociada a los aspectos actitudinales y físicos	141
Tabla 62. Matriz de correlaciones asociada a los aspectos familiares y socioeconómicos	143
Tabla 63. Matriz de correlaciones asociada a los aspectos académicos	146
Tabla 64. Matriz de correlación antiimagen asociada a los aspectos actitudinales y físicos	147
Tabla 65. Matriz de correlación antiimagen asociada a los aspectos familiares y socioeconómicos	149
Tabla 66. Selección del modelo	150

LISTADO DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfico 1. Gráfico de sedimentación asociado a los aspectos académicos	85
Gráfico 2. Gráfico de sedimentación asociado a los aspectos actitudinales y físicos	92
Gráfico 3. Gráfico de sedimentación asociado a los aspectos familiares y socioeconómicos	98
Gráfico 4. Residuales vs. Valores Ajustados	114
Gráfico 5. Valores Ajustados vs. Variable Respuesta	115
Gráfico 6. Residuales vs. Índices	115

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Variables objeto de estudio	pág. 126
Anexo B. Encuestas	131
Anexo C. Plan y diseño de los cuestionarios	137
Anexo D. Tablas de correlaciones y matriz antiimagen del análisis factorial	139
Anexo E. Selección del modelo	150
Anexo F. Prueba de concordancia	155
Anexo G. Concordancia entre valores ajustados y valores observados	158

TÍTULO: RENDIMIENTO ACADEMICO EN MATEMÁTICAS. UN ESTUDIO VÍA REGRESIÓN LOGISTICA

AUTORES: LOAIZA DUEÑAS, Wendy Milena y ROJAS ORTIGOZA, Alba Bibiana.

DIRECTOR: RAMOS SOLER, Carlos Alberto.

PUBLICACIÓN: Duitama. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2015.

NÚMERO TOPOGRÁFICO:

UNIDAD PATROCINANTE: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad Seccional Duitama, Escuela de Matemáticas y Estadística, Grupo de Investigación en Estadística "GIE".

PALABRAS CLAVES: Rendimiento académico, factores personales y sociales, análisis factorial, modelamiento estadístico, Modelo Lineal Generalizado (GLM)

OBJETIVOS: Modelar vía regresión logística el rendimiento académico en matemáticas en función de factores personales y sociales de los estudiantes de secundaria del Instituto Técnico Santo Tomás de Aquino de la ciudad de Duitama.

DESCRIPCIÓN: Se propone un modelo de regresión logística para explicar por medio de los factores personales y sociales propuestos por Erazo (2012) y adecuados al contexto de los datos, el rendimiento académico en matemáticas, se cuenta con una muestra de 94 estudiantes de secundaria del Instituto Técnico Santo Tomás de Aquino (ITSTA) de la ciudad de Duitama.

FUENTES: Para el desarrollo de este proyecto se consultaron 40 referencias bibliográficas distribuidas así: Libros: 12, Artículos: 25 Tesis: 3. Dichas referencias se relacionan con rendimiento académico y sus factores; en el ámbito de la estadística, son relacionados con muestreo, modelación, métodos multivariados, análisis factorial. Para el marco muestral se consultaron las bases de datos del Instituto Técnico Santo

Tomás de Aquino de la ciudad de Duitama, facilitados por coordinación académica, así como los resultados emitidos por el ICFES.

CONTENIDO: Este trabajo contiene inicialmente un marco referencial constituido por la revisión literaria del rendimiento académico, antecedentes, diferentes percepciones del concepto y los factores que se ha encontrado influyen en éste, a su vez se da el estudio del Modelo lineal generalizado, y la regresión logística binaria. A continuación, por medio de un análisis factorial se obtienen las variables indicadoras con las cuales se procede a la construcción del modelo y finalmente la elaboración de conclusiones.

METODOLOGÍA: El proyecto está enmarcado dentro de la modalidad de monografía. Las principales etapas que se adelantaron a nivel metodológico y cronológico en la investigación son:

FASES METODOLÓGICAS.

Para determinar la influencia de los factores personales y sociales en el rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes de bachillerato del ITSTA de Duitama, se siguieron las siguientes fases metodológicas:

PRIMERA FASE: Revisión de literatura relacionada con el rendimiento académico, factores que inciden en el rendimiento académico, y métodos estadísticos de los que se ha hecho uso para modelar el rendimiento académico en función de distintos factores; lo cual llevó a la conformación del marco referencial.

SEGUNDA FASE: Definición del diseño metodológico, en el cual se definen las variables explicativas asociadas a cada factor que influye en el rendimiento académico, y se elaboran y validan los instrumentos necesarios para la medición de cada factor.

TERCERA FASE: Recolección de información por medio de los instrumentos elaborados, tabulación y depuración de la información obtenida.

CUARTA FASE: Análisis de los datos, y de la validez y fiabilidad de los instrumentos de medición.

QUINTA FASE: Especificación del modelo estadístico.

SEXTA FASE: Conclusiones y realización del informe final del trabajo de grado.

CONCLUSIONES: El modelo logístico indica que el rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes de bachillerato del ITSTA está explicado únicamente por los factores personales, pues aunque se encontró relación

significativa entre las variables que hacen parte de los factores sociales y el rendimiento académico, éstas no contribuyen a explicar la aprobación o no de esta materia.

Según el modelo construido, las variables pertenecientes a los aspectos académicos, que explican el rendimiento académico en matemáticas, son la presencia de lugar exclusivo para estudiar en la residencia, la cual afecta el hecho de aprobar la materia, lo cual es contrario a lo expuesto por Cantaluppi (2004). La otra variable de este aspecto que presentó relación significativa positiva con el rendimiento académico, es el hecho de que los estudiantes practiquen alguna actividad distinta a estudiar, es así que estos estudiantes tienen mayor probabilidad de aprobar la asignatura que aquellos que no desarrollan otra actividad, lo cual está de acuerdo con lo planteado por Artunduaga (2008, cit. Vega 2013).

El factor autoconcepto y comportamiento, indicador de los aspectos actitudinales y físicos, conformado por la autoimagen académica, la aceptación del estudiante y la motivación y disciplina del mismo, aporta de manera positiva al rendimiento académico, de acuerdo con lo expuesto por distintos estudios (Erazo, 2012; Castejón, 1996; Miñano, 2011). De acuerdo a la motivación, se reafirma que los estudiantes con mejor actitud y motivación, presentan mayor capacidad para el aprendizaje de las matemáticas a diferencia de estudiantes que opinan que las matemáticas son difíciles y no hay una forma de aprenderla, creando una predisposición negativa y un bajo aprendizaje (Ortiz y Zabala 2001, cit. Erazo, 2012).

El factor que asocia los aspectos orgánicos y ambiente escolar, (el otro componente indicador de los aspectos actitudinales y físicos) aporta negativamente a la aprobación de matemáticas en el ITSTA, lo cual concuerda con lo afirmado por Erazo (2012).

Se encuentra que al haber tomado como referente a Erazo (2012) para la conformación de los factores que inciden en el rendimiento académico, los resultados obtenidos en la presente investigación son acordes con los de su estudio.

INTRODUCCIÓN

Para las instituciones educativas, el indicador más apropiado de que se está llevando a cabo un adecuado proceso de enseñanza-aprendizaje lo constituye el rendimiento académico de los estudiantes, un tema que inquieta a docentes, estudiantes, padres de familia y que ha sido el quehacer de la comunidad científica de la educación, esto se puede evidenciar en el hecho de que las investigaciones están orientadas al mejoramiento de resultados con proyección de estrategias pertinentes. Desde tiempos remotos para el estudio del rendimiento académico se han considerado factores que en su momento hacían parte de los estudiantes y su entorno, contextualización que es base importante de las investigaciones; en otras palabras, si se desea hacer una intervención en pro de la mejora del rendimiento académico de los estudiantes, es necesario en primer lugar conocer los factores que están incidiendo en éste.

La estadística, por su parte, ha sido una herramienta muy importante para el ambiente educativo y el estudio del rendimiento académico, ya que algunas investigaciones en esta área acuden a la identificación y predicción de la relación de los factores con el rendimiento académico bajo el modelamiento estadístico del fenómeno educativo.

En la primera parte de este trabajo se encuentra una revisión bibliográfica, autores como Castejón, Navas y Sampascual (1996), De Miguel y Arias (1999), Edel (2003), Lozano (2003), Giraldo y Mera (2000), Chica, Galvis y Ramírez (2009) y Moreno y Chauta (2012) son los principales referentes de la revisión literaria relacionada con diferentes estudios que han hecho sobre rendimiento académico, según los cuales la definición tiene un amplia gama de percepciones, y los factores más relevantes que han demostrado tener incidencia en el rendimiento académico de los estudiantes son los aspectos actitudinales, físicos, familiares y sociales.

Frente a la definición de rendimiento adoptada para este trabajo se tiene en cuenta la dada por Sattler (2003, cit. Moreno y Chauta, 2012), y se adecua a este estudio como el nivel de logro que es capaz de alcanzar un estudiante de bachillerato del Instituto Técnico Santo Tomás de Aquino, de aquí en adelante designado como ITSTA; en la materia de matemáticas durante el primer periodo académico de 2015 teniendo en cuenta los parámetros que establece la Institución para aprobar.

Una segunda parte del trabajo expone los aspectos que a la luz de las referencias anteriormente nombradas y siguiendo principalmente a Erazo (2012) han demostrado ser influyentes en el rendimiento académico y por lo tanto se determina harán parte de las variables explicativas asociadas a cada factor que influye en el rendimiento académico. Estos aspectos se agrupan en tres grandes grupos: actitudinales y físicos, familiares y socioeconómicos y académicos.

En tercera instancia se encuentra la descripción del presente estudio, el cual es de cohorte descriptivo y utiliza como instrumento de recolección de información la encuesta a estudiantes y profesores, la consulta a las bases de datos del colegio y con respecto a la información de rendimiento académico en matemáticas se solicita resultados de la prueba de competencia matemática que el ITSTA desarrolla cada semestre y la nota obtenida en matemáticas en el primer periodo, el marco muestral es conformado por el listado de estudiantes matriculados en bachillerato en el ITSTA para el año 2015 en total fueron 94 estudiantes seleccionados por afijación proporcional y los 9 docentes de matemáticas en secundaria.

En un cuarto paso se encuentra el análisis factorial, por medio del cual se espera disminuir el número de variables bajo estudio sin disminuir la calidad de la información, esto teniendo en cuenta que este estudio plantea inicialmente un alto número de variables a evaluar y aunque todas muestran información importante no es pertinente trabajar con tantas dimensiones, entonces lo que se pretende es dejar las variables de mayor relación con el rendimiento escolar, las cuales se incluyen en el modelo.

Finalmente se da lugar a la modelación vía regresión logística del rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes de secundaria del ITSTA en función de los aspectos académicos, actitudinales y físicos, familiares y socioeconómicos. Dicho modelo es sometido a evaluación y es así como se llega a la conclusión que el rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes de secundaria del ITSTA se relaciona con factores como emociones y comportamiento, orgánicos y ambiente escolar, presencia de lugar exclusivo para estudiar en su casa y el hecho de que el estudiante practique alguna actividad distinta a estudiar.

1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

El Grupo de Investigación en Estadística "GIE" perteneciente a la escuela de Licenciatura en Matemáticas y Estadística, en sus líneas de investigación contempla la "Aplicación de métodos y/o construcción de modelos estadísticos". La presente monografía hace parte del tema de trabajo "Modelamiento estadístico a través de modelos lineales generalizados", pues lleva a cabo la construcción de un modelo lineal generalizado de regresión logística que explique el rendimiento académico en matemáticas en función de distintos factores.

El análisis de regresión logística se enmarca en el conjunto de Modelos Lineales Generalizados (GLM, por sus siglas en inglés: General Linear Models y MLG para este estudio de ahora en adelante) y usa como función de enlace la función logit, este tipo de modelo es utilizado para calcular las probabilidades que describen el posible resultado de un único ensayo como una función de variables explicativas, utilizando una función logística.

Además, la regresión logística es una técnica adecuada cuando se pretende hacer una clasificación basada en las características de los datos. Una ventaja de esta técnica es que no requiere la normalidad estricta de los datos y además un gran número de investigaciones han evidenciado que hay otras muchas características deseables que hacen de la regresión logística una mejor herramienta para la categorización que otras técnicas estadísticas (Aldrich y Nelson, 1984; Press y Wilson, 1978, cit. García G. y Alvarado J., 2000). Aprovechar estas características en estudios aplicados a la educación es una oportunidad para entrelazar las áreas de conocimiento que se trabajan en la carrera Licenciatura en Matemáticas y Estadística, generando así la posibilidad de llevar a la práctica los conocimientos estadísticos y profundizar en las competencias educativas que se tienen como futuros maestros.

Por otro lado, el rendimiento académico es un tema de interés general tanto para los docentes como para los padres de familia y estudiantes, el cual de alguna forma permite la caracterización de un estudiante, su contexto y su comunidad educativa. Por su importancia ha sido el quehacer de la educación y de alguna forma el patrón direccional de la continua proyección que demanda la educación, en este orden de ideas se plantea el estudio de los factores que influyen en el rendimiento académico en matemáticas, en virtud de estos factores, Tejedor y García (2007), afirman que los también llamados determinantes del rendimiento académico son difíciles de identificar. Por lo tanto, se hace necesario el uso de una herramienta estadística como la regresión logística la cual posee

características deseables que la hacen útil en el estudio de variables cualitativas como las que se consideran en este estudio.

Este estudio se desarrolla en el ITSTA (Instituto Técnico Santo Tomas de Aquino) ubicado en la ciudad de Duitama, departamento de Boyacá; es una institución educativa de carácter oficial, que labora desde 1976, siendo reconocida en la región por brindar una educación de calidad, destacándose en distintos campos del saber, ofreciendo una amplia cobertura para la población Duitamense y la de los municipios circunvecinos. Cuenta con dos sedes, una para primaria, la otra para secundaria y media, en la actualidad acoge en sus aulas de bachillerato a 1137 niños y jóvenes, provenientes en su mayoría de los estratos socioeconómicos uno y dos. La institución cuenta con cuatro especialidades técnicas las cuales son: Informática, Electrónica, Diseño de Modas y Electricidad, y una especialidad académica con énfasis en Matemáticas y Estadística, que pueden elegir los estudiantes al finalizar grado octavo y cursan hasta culminar once.

Por otra parte, en la prueba saber 3° 5° y 9°, realizada por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación ICFES, en el año 2013 los resultados de noveno grado en el área de matemáticas, indican que el 3% de los estudiantes de noveno grado del ITSTA obtuvieron un nivel de desempeño insuficiente (entre 100 y 233 puntos), un 43% obtuvieron un nivel de desempeño mínimo (entre 234 y 345 puntos), 43% de quienes presentaron esta prueba alcanzaron un nivel de desempeño satisfactorio (entre 346 y 455 puntos) y un 11% de estos alumnos lograron un nivel de desempeño en matemáticas avanzado (entre 456 y 500 puntos), asimismo en la prueba nacional para el ingreso a la educación superior, Prueba Saber 11, realizada por el ICFES en el año 2014, el colegio ocupó entre las instituciones de carácter oficial y privado que participaron en esta prueba, puesto 702 a nivel nacional entre 11.629, el lugar 28 a nivel departamental y el puesto 7 entre los 34 colegios oficiales y privados de la ciudad de Duitama que presentaron este examen. Con respecto al puntaje obtenido en el área de matemáticas, el promedio fue de 61,33, sobre 100 puntos.

De otro lado, en el estudio realizado por Córdoba, Herrera y Restrepo (2013), donde se hace una comparación del rendimiento académico en el área de matemáticas entre estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa La Salle de Campoamor (Medellín) y el ITSTA de Duitama; se evidencia el bajo desempeño académico de los estudiantes en esta área, ya que al finalizar el estudio obtuvieron en ambas instituciones una valoración de desempeño básico (competencias mínimas para aprobar matemáticas en octavo grado), en el caso

del Instituto Técnico Santo Tomás de Aquino, el 6,25% de los estudiantes obtuvo un desempeño bajo y el 57% tuvo un desempeño básico. Adicionalmente los consolidados académicos al finalizar el 2014 muestran que 237 de 1053 estudiantes de secundaria reprobaron matemáticas, debiendo presentar pruebas nivelatorias, para poder ser promovidos al siguiente grado.

Los resultados anteriores, indican la necesidad de realizar un estudio que permita identificar los factores que influyen en el rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes de educación secundaria del ITSTA, específicamente encontrar la influencia de factores personales y sociales. Factores que al determinarse su influencia en el rendimiento académico, pueden ser importantes tanto para la institución educativa, como para los estudiantes, en pro de mejorar su rendimiento académico en matemáticas.

Por lo tanto se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué modelo vía regresión logística, permite explicar en función de factores personales y sociales, el rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes de secundaria del Instituto Técnico Santo Tomás de Aquino de la ciudad de Duitama?

Para responder a esta pregunta y llegar al objetivo principal de este trabajo se inicia con la elección de los factores, teniendo como guía la clasificación de Erazo (2012), se hace una recategorización producto de la recopilación de distintas variables que han sido tomadas como factores que inciden en el desempeño académico en distintos estudios nacionales e internacionales. Dentro de los factores personales se tienen variables de tipo orgánicas, cognitivas, de estrategias y hábitos de aprendizaje, de motivación y auto concepto, de emociones y conducta, y dentro del factor social se encuentran variables socioeconómicas y familiares.

Dicha información se recolectó por medio de encuesta administrada por el empadronador a los estudiantes de la muestra, encuesta aplicada a los docentes de matemáticas de secundaria del ITSTA, consulta de las bases de datos del colegio y solicitud de las notas de la prueba de competencia matemática y la obtenida en el primer periodo a la coordinación académica de la Institución.

Tabulada la información se procede al análisis exploratorio, análisis factorial para reducción de dimensiones y ya determinados los factores se da inició a la construcción de un modelo lineal generalizado cumpliendo con las etapas de especificación, selección, evaluación e interpretación de éste. Finalmente por

medio de este modelo se definen los factores que influyen actualmente en el rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes de bachillerato del ITSTA.

2. MARCO REFERENCIAL

Según la Real Academia de la Lengua Española las matemáticas son una ciencia deductiva que estudia las propiedades de los entes abstractos, como números, figuras geométricas o símbolos y sus relaciones. Las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas son un aspecto ampliamente estudiado, y la relación de la aprobación o no de esta materia con otras variables es un tema de investigación que se ha tratado a profundidad de manera teórica; en el presente trabajo se busca analizar esta relación desde un punto de vista estadístico. A continuación se presentan algunos antecedentes investigativos sobre el rendimiento académico y la influencia de distintas variables en éste, que sirven como antecedentes teóricos para el estudio que se llevará a cabo.

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Comenzando en el ámbito internacional se tienen algunos estudios relacionados con el tema de interés en esta investigación:

Castejón, Navas y Sampascual (1996), realizan un estudio donde proponen y someten a prueba un modelo causal sobre el rendimiento académico en matemáticas de estudiantes de educación secundaria obligatoria de distintos colegios de carácter oficial y público de Murcia, España. Dentro de las conclusiones que arrojó el estudio se rescatan: 1) Los afectos o sentimientos positivos no determinan la calificación final (variable criterio definida por las variables observadas "Calificación en la evaluación, y "Calificación al final del curso"). 2) La variable que mejor predice la calificación final es la nota en el examen. 3) El rendimiento académico en matemáticas, se ve afectado por la concatenación de factores causales como: el rendimiento escolar previo, las notas de los exámenes, el autoconcepto general (variable medida que definía el factor Autoconcepto) y las expectativas (factor definido por las variables "Expectativa negativa" y "Expectativa futura" sobre la prueba de matemáticas).

De Miguel y Arias (1999), hacen una evaluación del rendimiento académico en la universidad de Oviedo (España), basándose en una clasificación de la conceptualización al rendimiento dando a conocer dos grandes grupos, los inmediatos y diferidos, en donde los primeros estarían determinados por las calificaciones y los otros son evaluados por medio de la aplicación de la formación

recibida frente a la vida social, la relación de esas dos concepciones llevan a metas que la institución se propone alcanzar ya que, en sentido estricto, se entiende como rendimiento la estimación del grado o nivel en que se obtienen los objetivos previstos, contemplando dentro de los mismos los avances académicos y su aplicación, sin embargo en este estudio se hace énfasis en el rendimiento inmediato, tomado como superación de las exigencias que se establecen para aprobar una asignatura, curso, ciclo o titulación, en otras palabras, éxito o fracaso, teniendo en cuenta que según los autores las tasas de éxito, retraso y abandono constituyen los indicadores más utilizados para evaluar este rendimiento, datos que tienen mayor impacto y además son más fáciles de cuantificar.

García, Alvarado y Jiménez (2000), realizaron un estudio que pretendía evaluar la capacidad de la regresión lineal y de la regresión logística en la predicción del rendimiento y del éxito/fracaso académico, de 175 estudiantes de primer semestre de psicología en España, encontraron que el procedimiento de regresión múltiple no permite hacer un buen pronóstico del rendimiento académico, mientras que la regresión logística sí parece ser un instrumento idóneo para hacer una buena predicción del éxito/fracaso académico; el mejor predictor del rendimiento académico futuro es el rendimiento anterior, así como las variables participación y asistencia.

Lozano (2003), en un estudio realizado para determinar la influencia de un conjunto de variables de diversa índole en el fracaso escolar y/o rendimiento, encontraron que variables como la edad, el autoconcepto académico, y el locus de control (variables personales), el curso, relaciones sociales en clase y relaciones de amistad (variables académicas), el nivel de estudios del padre y las relaciones con padres y adultos (variables familiares), influyen en el rendimiento académico de los estudiantes de secundaria en España.

Edel (2003), en su estudio, el rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo; hace un análisis inicial de lo que es el rendimiento académico, dando como conclusión que en el ámbito escolar se valora más el esfuerzo que las mismas habilidades que puedan tener los estudiantes, sin embargo esto puede variar por el área e institución académica. Siguiendo con el tema el autor presenta como influyentes en el rendimiento académico; los factores socioeconómicos, la amplitud de los programas de estudio, las metodologías de enseñanza utilizadas, la dificultad de emplear una enseñanza personalizada, los conceptos previos que tienen los alumnos, así como el nivel de pensamiento formal de los mismos. Además se hace referencia a variables relacionadas con el rendimiento o fracaso

escolar como lo son; la motivación escolar, el auto control y las habilidades sociales.

En el contexto nacional algunos de los estudios encontrados fueron:

Giraldo y Mera (2000), hacen un estudio en un colegio de Cali acerca de las percepciones de los estudiantes, el clima escolar y su influencia en el desempeño académico, llegando a conclusiones como; la variable que presentó relación con el rendimiento académico corresponde a las relaciones interpersonales de los estudiantes, asegurando los autores que era de esperarse ya que mientras los estudiantes generen un ambiente adecuado en el salón de clase favorece el aprendizaje y por ende el rendimiento académico, por otra parte las variables como edad, sexo y relaciones interpersonales con el profesor no muestran significancia estadística en este estudio.

Chica, Galvis y Ramírez (2009), llevan a cabo un estudio utilizando los resultados de la pruebas ICFES Saber 11^o del segundo semestre de 2009, en las áreas de lenguaje y matemáticas. Por medio de un modelo logit ordenado generalizado se estudia la relación entre el desempeño obtenido y las características socioeconómicas e institucionales de los estudiantes que las presentan, para destacar, se encuentra importancia en las variables de la escolaridad de los progenitores, con mayor probabilidad de obtener un alto rendimiento para los estudiantes de padres con escolaridad (profesional completa y posgrado) y la jornada académica, con mayores probabilidades de un alto rendimiento para los estudiantes de colegios con jornada completa. Además en un paralelo que se hace con los antecedentes históricos en esta clase de investigaciones en los Estados Unidos las variables asociadas a la institución educativa no muestran relación relevante con el rendimiento académico de los estudiantes, caso contrario a la situación presentada en Colombia donde estas variables son de gran importancia.

Moreno y Chauta (2012), realizaron un estudio cuyo objetivo era identificar la relación existente entre el nivel de funcionalidad familiar, las conductas externalizadas y el rendimiento académico en un grupo de adolescentes de un colegio distrital de la localidad de Usaquén en la ciudad de Bogotá. Llegaron a concluir que no existe un grado significativo de asociación entre el nivel de funcionalidad familiar, las conductas externalizadas y el rendimiento académico. Es decir que un nivel disfuncional del núcleo familiar no es la única variable que pudiera explicar los niveles de rendimiento académico en los adolescentes que

participaron en este estudio y que la presencia o ausencia de las conductas externalizadas no afecta el rendimiento académico de los adolescentes.

Vega Cerón (2013), realiza un estudio sobre el rendimiento académico en la materia Estadística y Probabilidad de los estudiantes de las carreras de Administración Turística y Hotelera, Industrial, y de Empresas Agropecuarias de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia U.P.T.C., en el cual a través de un Modelo Lineal Generalizado encuentra que las variables pertenecientes a los factores contextuales que influyen de manera significativa en la aprobación de la materia son las expectativas del profesor, la actividad que el estudiante desarrolla principalmente en sus tiempos libres (en especial actividades de tipo cultural) y tener una buena relación con sus compañeros.

2.2 CONCEPTO DE RENDIMIENTO ACADÉMICO

Con base a los estudios descritos anteriormente se hace la siguiente conceptualización sobre el campo de estudio, teniendo en cuenta que el rendimiento académico se encuentra en la literatura con distintos apelativos como, capacidad escolar, desempeño académico, logro académico o rendimiento escolar, que en términos generales vienen siendo expresiones semejantes.

Sattler (2003, cit. Moreno y Chauta, 2012), indican que el rendimiento escolar hace referencia al nivel de logro que es capaz de alcanzar un estudiante dentro de un ambiente escolar o de alguna asignatura en particular, este puede ser valorado a través de evaluaciones pedagógicas, dichas evaluaciones son aquellas estrategias que utiliza el educador en el transcurso del año escolar, lo cual le permite obtener información necesaria para evaluar el logro.

Jiménez (2000, cit. Moreno y Chauta, 2012), define el rendimiento académico como el nivel de conocimientos que demuestra el estudiante en un área o materia, el cual se compara tanto con la edad como con el nivel académico. Sin embargo, el rendimiento académico debería entenderse a partir de los procesos de evaluación, pero la medición y evaluación simple del rendimiento alcanzado por los alumnos, no genera por sí mismo las pautas necesarias para el mejoramiento de la calidad educativa.

Thieme (2005, cit. Horn & Marfan, 2010), considera el desempeño escolar como la percepción de docentes y directores sobre eficiencia, esfuerzo extra y satisfacción con la escuela.

Pizarro y Crespo (2000), definen al rendimiento académico como una medida de las capacidades respondientes o indicativas que manifiestan, en forma estimativa, lo que una persona ha aprendido como consecuencia de un proceso de instrucción o formación.

Teniendo en cuenta las anteriores definiciones y retomando la dada por Sattler (2003, cit. Moreno y Chauta, 2012), se conviene para este proyecto que el rendimiento académico es el nivel de logro que es capaz de alcanzar un estudiante de bachillerato del ITSTA; en la materia de matemáticas durante el primer periodo académico de 2015, para hacer la medición del rendimiento académico se tomará, como indicador la nota final obtenida durante dicho periodo académico, esta medida es utilizada por distintos autores, como De Miguel & Arias (1999), González Tirados (1989), Salvador y García Valcárcel (1989), Álvaro Page y otros (1990), Latiesa (1992), Solano y otros (2004), citados por Tejedor & García-Valcárcel (2007).

Ahora bien, para definir el rendimiento académico como exitoso se tendrá en cuenta el Sistema Institucional de Evaluación que ha construido el ITSTA con base en el decreto 1290 de 2009 del Ministerio de Educación Nacional, donde se establece cuando una asignatura es aprobada o no.

Para el presente estudio se considerará como rendimiento exitoso en la materia de matemáticas cuando el estudiante obtenga una calificación definitiva mayor o igual a seis punto cero (6.0) al finalizar el primer periodo académico, si la calificación es menor a esta puntuación se considerará como rendimiento académico no exitoso.

2.3 FACTORES QUE INCIDEN EN EL RENDIMIENTO ESCOLAR

A continuación se extractan algunos de los factores que según los estudios revisados anteriormente influyen en el rendimiento académico

Girod (1984, cit. Antoni, 2006) establece cuatro factores para el éxito escolar, el primero de ellos es el estudiante y su trayectoria escolar, como medio para conocer sus debilidades académicas, el segundo, las condiciones bajo las cuales se está generando la enseñanza, tales como planes de estudio y actividades

académicas, el tercero, las características familiares, como una manera de establecer vínculos de acompañamiento académico por parte de los padres, y finalmente, las características comportamentales del estudiante, puesto que el desempeño de los estudiantes va ligado a la manera como se comporta éste dentro del establecimiento educativo y frente a cada una de las asignaturas que toma.

Para Edel (2003), los principales factores asociados al rendimiento académico de alumnos de preparatoria encontrados en la investigación realizada fueron: promedio de secundaria, las expectativas del alumno, las expectativas de su entorno personal y sus habilidades sociales.

Lozano (2003), en su estudio encuentra que las variables nivel académico de los padres, género, motivación y relaciones sociales en clase, influyen directamente en el rendimiento académico de los estudiantes.

Factores personales y sociales

Erazo (2012), hace un meta-análisis (recolección de información conceptual), de las investigaciones realizadas, en el área del rendimiento académico y los factores que inciden en esta, se logra por medio de este estudio una clasificación de las variables que intervienen, haciendo hincapié en el caso colombiano llegando a la gran conclusión que termina siendo el título, "El rendimiento académico es un fenómeno de múltiples relaciones y complejidades". Las variables tenidas en cuenta se clasifican en dos factores: personales y sociales. Algunas de las variables que se consideran en el factor personal son, las orgánicas, cognitiva, de estrategias y hábitos de estudio, motivación y autoconcepto, emociones y conducta, de escolaridad; y dentro de las sociales se tienen, las familiares y socioeconómicas.

Tomando como referencia la categorización de Erazo (2012), se tendrán en cuenta en el estudio los factores personales y sociales, la Tabla 1 muestra las variables asociadas a cada factor.

Tabla 1. Factores personales y sociales que influyen en el Rendimiento Académico

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO		
Factores Personales		Factores Sociales
Aspectos Académicos	Aspectos Actitudinales y Físicos	Aspectos Familiares y Socioeconómicos
Competencia matemática del estudiante	Motivación y Autoconcepto	Relaciones familiares
Hábitos de estudio del estudiante	Emociones y conducta	Nivel socioeconómico
Actitud del docente	Aspecto Orgánico	Lugar de residencia
Formación del docente	Género	
Estrategia de enseñanza del docente y uso de TIC	Edad	
Manejo del conocimiento matemático por parte del docente		

(Adaptado de Erazo, 2012)

A continuación se hace una descripción de los aspectos relacionados con cada uno de los anteriores factores y las variables que forman parte de ellos.

Factores personales

En este factor se agrupan los aspectos académicos, actitudinales y físicos, teniendo en cuenta que éstos son características relacionadas directamente con las personas que llevan a cabo la actividad de enseñanza-aprendizaje, como lo son los estudiantes y sus docentes.

Aspectos Académicos

Este aspecto se relaciona con aquellas variables que conciernen al quehacer educativo del estudiante y del docente, se tienen en cuenta:

a. Competencias matemáticas del estudiante:

Con respecto a las competencias matemáticas, diferentes autores han postulado sus apreciaciones, las cuales apuntan en su mayoría a la capacidad de razonar correctamente con respecto a los contenidos matemáticos, según la definición que da PISA. El Informe del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes o Informe PISA (por sus siglas en inglés: Programme for International Student

Assessment) "la capacidad del individuo de formular, usar e interpretar matemática en una variedad de contextos. Incluye razonar matemáticamente y usar conceptos matemáticos, procedimientos, datos y herramientas para describir, explicar, y predecir fenómenos. Ayuda a los individuos a reconocer el rol que la Matemática juega en el mundo, a emitir juicios bien fundados y tomar decisiones que son necesarias en su vida como ciudadanos constructivos, comprometidos y reflexivos".

En los Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas, publicados por el Ministerio de Educación Nacional (2006), se da la noción de competencias como "el conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, comprensiones y disposiciones cognitivas, socioafectivas y psicomotoras, apropiadamente relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible, eficaz y con sentido de una actividad en contextos relativamente nuevos y retadores"

Para esta investigación se hizo un test de competencia matemática haciendo énfasis en el uso de estos conceptos en la vida cotidiana, teniendo en cuenta aspectos como: piensa, modela y argumenta matemáticamente, plantea y resuelve adecuadamente situaciones matemáticas contextualizadas y aplica los conocimientos explicados en el año inmediatamente anterior y representa entidades matemáticas (situaciones y objetivos)

b. Hábitos de estudio.

La literatura relaciona al rendimiento académico con las estrategias, hábitos de aprendizaje y recursos técnicos, describiendo que los estudiantes de alto rendimiento se caracterizan por tener una alta motivación hacia actividades escolares, uso de estrategias meta cognitivas y hábitos extraescolares con dedicación entre 8 y 10 horas a la semana en tareas, revisión de apuntes, horario escolar y asistencia a museos y bibliotecas (Cantaluppi, 2004).

Según la revisión hecha por Erazo (2012), el rendimiento académico se encuentra ligado al número de horas que el estudiante dispone para dedicar al repaso de temas y resolución de tareas, llegando a la conclusión que los estudiantes que invierten mayor número de horas en estas actividades obtienen mejor resultados académicos que aquellos que dedican su tiempo a las relaciones sociales como la televisión, los amigos, etc. En esta variable se considerarán aspectos como:

Tabla 2. Variables asociadas al aspecto hábitos de estudio

Número de horas extraclase que dedica el estudiante para realizar tareas, trabajos y preparar evaluaciones
Disposición de internet en la casa
Posee lugar exclusivo para estudiar en la residencia
Presencia de alguien que le preste ayuda o asesore en las actividades de matemáticas extra-escolares
El estudiante toma algún curso o practica otra actividad en su tiempo libre

Fuente: Autoras, 2015

c. Actitud del docente.

Según su actitud frente a la educación matemática, autores como Luque y Rodríguez (2006), Cantaluppi (2005), (Citados por Erazo, 2012), afirman que el bajo rendimiento de los estudiantes se asocia a instituciones que tienen docentes novatos, mal remunerados, con bajas expectativas en la educación y negativa motivación, la literatura habla de la repercusión que tiene el docente y la actitud frente a su labor, así en ocasiones donde el docente se encuentra motivado, con un sueldo justo y en las mejores condiciones, el rendimiento de los estudiantes tiende a ser alto, La medición de esta variable se hará por medio de entrevista a los docentes de matemáticas y cuestionarios aplicados a los estudiantes, en donde se recolectará información que permita medir las variables:

Tabla 3. Variables asociadas a los hábitos de estudio de los estudiantes

Consideración del estudiante, sobre si el profesor de matemáticas es malgeniado
Opinión del estudiante sobre si el profesor de matemáticas es tedioso y monótono en las clases de matemáticas
A juicio del estudiante, el profesor de matemáticas genera un ambiente de confianza en la clase de matemáticas
En opinión del estudiante el profesor de matemáticas es respetuoso en el trato que da a sus alumnos
A consideración del estudiante, el profesor se enoja y altera fácilmente.
En opinión del estudiante, al profesor de matemáticas le agrada la participación de los estudiantes en clase
A consideración del estudiante, el profesor esta presto a resolver dudas que surgen durante el desarrollo de la clase
Opinión del estudiante acerca de si el profesor de matemáticas es accequible cuando se desea hacerle un reclamo o consulta
Opinión del estudiante acerca de si el profesor es parcial y justo en las calificaciones
En opinión del estudiante el profesor lleva a cabo su labor con agrado y responsabilidad
A juicio del estudiante el profesor tiene una buena metodología de enseñanza de la materia
En opinión del profesor, la docencia es una carrera bien remunerada

Tabla 3. (Continuación)

Opinión del docente acerca de si las matemáticas son una ciencia abstracta, exacta e imperfectible
En opinión del docente, él lleva a cabo su labor con agrado, y considera que ésta es gratificante

Fuente: Autoras, 2015

d. Formación del docente

En cuanto a la formación académica; autores como Vélez, Schiefelbein y Valenzuela (1994, cit. Erazo, 2012), explican en "Factores que afectan el rendimiento académico en la educación ", que existen factores que intervienen favorablemente en el fenómeno, entre los cuales se encuentra : "Docentes con mayor capacitación y actualización profesional", en este caso se medirán las variables:

Tabla 4. Variables asociadas a la formación docente

Título de pregrado del docente
Último título de posgrado obtenido por el profesor
Número de años que el profesor lleva ejerciendo la labor docente
Opinión del docente sobre la razón por la cual decidió seguir esta profesión

Fuente: Autoras, 2015

e. Estrategias de enseñanza del docente y uso de TIC

La estrategia pedagógica es una característica que diferencia al licenciado del profesional en determinada área, según sea la estrategia esta puede favorecer la transmisión de los conocimientos, así como un agradable ambiente de clase. Según Erazo (2012), las actividades pedagógicas activas de estas materias tienen la capacidad de mejorar los procesos cognitivos utilizados en dominios académicos y de vida diaria, encontrando una relación entre el rendimiento académico, los currículos y sus pedagogías.

Con respecto al uso de las TIC en matemáticas y ciencias, Cox (2003, cit. Claro, 2010), encontraron que las animaciones y las simulaciones afianzaban la comprensión de conceptos y que mediante las TIC se podía crear un rango de diagramas y otras representaciones gráficas de conceptos y procesos que no son posibles con recursos tradicionales tales como la tiza y el pizarrón. En este sentido, los objetos de aprendizaje se convierten más que en simples instrumentos, en mediadores que facilitan y promueven el aprendizaje. Este aspecto se medirá a través de las siguientes variables:

Tabla 5. Variables asociadas a la estrategia de enseñanza del docente y uso de TIC

Opinión del estudiante sobre si le agrada la forma como enseña el profesor de matemáticas y comprende lo que explica
Estrategia de enseñanza utilizada por el profesor
Importancia que da el docente al uso de TIC al aprendizaje de las matemáticas
Frecuencia de uso de TIC en las clases de matemáticas
Uso de dispositivos electrónicos como celulares y tablets en el aula de clase para el aprendizaje de las matemáticas

Fuente: Autoras, 2015

f. Manejo del conocimiento matemático por parte del docente.

El conocimiento fundamental que adquieren los individuos sobre la naturaleza de los temas se da en el salón de clase, por lo tanto, lo que se enseña y se experimenta en el salón de clase, estará basado o influenciado por el conocimiento que tenga el maestro sobre la naturaleza de ésta disciplina (Bybee, 1986, cit. Figueroa, 2003, cit. Villalba A y Salcedo M, 2008). Es una variable determinante, el manejo del conocimiento matemático por parte del docente y el dominio que demuestre en el aula de clase, teniendo en cuenta que si maneja los objetos matemáticos fácilmente puede llevar el saber sabio al saber enseñado según lo expone Chevallard (1997), en su libro “la transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado”. Habilidad que se demostrará con el manejo de los temas matemáticos, situación que será percibida por el estudiante, lo que permitirá recolectar esta información por medio de la opinión de los asistentes a las clases así:

Tabla 6. Variables asociadas al manejo del conocimiento matemático por parte del docente

En opinión del estudiante, el profesor muestra dominio de los conocimientos matemáticos.
En opinión del estudiante, el profesor utiliza un lenguaje claro y preciso acerca de los temas que da a conocer
En opinión del estudiante, el profesor muestra capacidad para enseñar los conocimientos matemáticos.

Fuente: Autoras, 2015

Aspectos actitudinales y físicos.

En este aspecto se encuentra lo relacionado con las actitudes que tienen los estudiantes, en especial frente al aprendizaje de las matemáticas, también su conducta durante el desarrollo de las clases, al igual que aquellos factores que

involucran su estado somático, así como algunos aspectos psicológicos y emocionales de los estudiantes, entonces, dentro de estas variables se considerarán:

a. Motivación y autoconcepto.

Erazo (2012), en su meta-análisis encuentra que esta variable ha sido objeto de estudio en la última década, dejando como conclusión que la motivación y el auto concepto son valores que pesan en el rendimiento académico, además se hace énfasis en lo que se refiere a las matemáticas pues es común escuchar que no son de agrado para los estudiantes que presentan bajo rendimiento en las mismas. Por otro lado el autoconcepto puede hacer que el estudiante sienta que es bueno en lo que hace asegurando su éxito o por el contrario dude de sus capacidades fomentando el fracaso.

En cuanto a las variables motivacionales, Castejón (1996), afirma que diversas investigaciones han mostrado correlaciones significativas con el rendimiento académico, entre tales factores los hay favorecedores del rendimiento académico tales como la ambición, la tendencia a sobrecargarse de trabajo, la reacción positiva ante la ansiedad que genera un examen y la autoexigencia de rendimiento elevado, y los hay inhibidores del rendimiento académico como la voluntad fantasiosa, la reacción negativa ante el estrés que produce el examen y el desinterés por el estudio. Tales factores impulsivos y motivacionales han mostrado estar relacionados con el rendimiento, lo que es coherente con el hecho de que un alumno que manifieste interés por una serie de materias escolares propiciará un mejor rendimiento académico.

La motivación influye en el aprendizaje y en la ejecución, y lo que los estudiantes hacen y aprenden afecta a su motivación (Pintrich y Shunk, 2006; Shunk, 1991, cit. Miñano y Castejón, 2011). Además los estudiantes con mejor actitud y motivación, presentan más capacidades para el aprendizaje de las matemáticas a diferencia de estudiantes que opinan que las matemáticas son difíciles y no hay una forma de aprenderla, creando una predisposición negativa y un bajo aprendizaje (Ortiz y Zabala 2001, cit. Erazo, 2012).

Con respecto al autoconcepto, Miñano (2011), afirman que una de las variables con mayor peso en la predicción del rendimiento escolar y que ha ido apareciendo en gran medida en los distintos modelos estudiados es el autoconcepto académico. La inmensa mayoría de los trabajos obtienen una relación estadísticamente significativa entre éste y el rendimiento académico. En su estudio ellos miden el autoconcepto utilizando la Escala de Evaluación del Autoconcepto

para Adolescentes ESEA-2, realizada por González-Pienda (2002). Este cuestionario es una adaptación española del SDQ-II de Marsh, 1990. Está compuesto por un total de 70 ítems destinados a medir once dimensiones específicas del autoconcepto, a las que el alumno debe responder sobre una escala tipo LÍkert de 1 a 6, en función de su grado de acuerdo o desacuerdo con cada uno de ellos.

En esta variable, y siguiendo a Castejón et. al, se considerarán aspectos como la visión que tiene la persona de sí misma (autoimagen), lo que la persona cree que los demás piensan de ella (autoimagen social), cómo le gustaría ser a la persona (imagen ideal), y la autoaceptación que viene determinada por la coincidencia o discrepancia entre la autoimagen y la imagen ideal. En el presente estudio, se considerará así mismo el autoconcepto matemático que tiene el estudiante, y se tendrán en cuenta las siguientes variables:

Tabla 7. Variables asociadas a la motivación y el autoconcepto

El estudiante siente interés por el estudio
El estudiante se siente motivado por el aprendizaje de las matemáticas
En opinión del estudiante, el profesor motiva al estudiante por el aprendizaje de las matemáticas
El estudiante cree que las matemáticas son útiles para la vida cotidiana
Opinión del estudiante sobre cómo se considera él en el ámbito académico
Opinión del estudiante sobre cómo se considera él en su rendimiento específicamente en matemáticas
Opinión del estudiante sobre cómo cree que lo perciben los compañeros en el ámbito académico
Opinión del estudiante sobre cómo cree que lo consideran los compañeros en su rendimiento en matemáticas

Fuente: Autoras, 2015

b. Emociones y conducta.

Las emociones muestran que los estudiantes con bajo rendimiento poseen mayor frecuencia de cuadros caracterizados por tristeza y depresión, ansiedad, dificultades en el control y auto regulación de la ira y la frustración (Romero & Lavigne, 2005; Navarro, 2006; Zapata, 2009 cit. Erazo, 2012), a diferencia de estudiantes con alto rendimiento, los cuales presentan mayor tranquilidad, regularidad emocional, autocontrol en la frustración y reducida frecuencia en la identificación de problemas de ansiedad o temor, (González, 2003, cit. Erazo, 2012), para determinar la influencia de éstos aspectos se tendrán en cuenta las siguientes variables:

Tabla 8. Variables asociadas a las emociones y la conducta

El estudiante mantiene relaciones respetuosas con los demás compañeros del salón
Cómo considera el estudiante que es su relación con el profesor de matemáticas
Número de veces que el estudiante en lo que va corrido del año ha sido citado a coordinación por faltas disciplinarias
Cómo se considera el estudiante en cuanto a su disciplina en la clase de matemáticas
Número de veces que el estudiante en lo que va corrido del año ha recibido llamados de atención en clase de matemáticas por usar dispositivos electrónicos inadecuadamente
Con qué frecuencia el estudiante ha sufrido episodios de depresión o ansiedad
Opinión del estudiante sobre si se siente apreciado y valorado por sus compañeros de clase.

Fuente: Autoras, 2015

c. Aspectos orgánicos.

En estos se encuentran las características físicas del estudiante, como encuentra Erazo (2012), aspectos como el desarrollo, la nutrición, la frecuencia de enfermedades como gripas, problemas estomacales, visuales y auditivos, inciden en los niveles de rendimiento, por lo general los estudiantes con alto rendimiento no presentan las dificultades mencionadas o su aparición es reducida en contraposición a los estudiantes con bajo rendimiento o fracaso escolar. Para el presente estudio se tendrán en cuenta estos aspectos, modificando la nutrición por los hábitos alimenticios de los estudiantes, y otras variables como:

Tabla 9. Variables asociadas a los aspectos orgánicos

Índice de masa corporal del estudiante
Habitualmente en qué consiste el desayuno del estudiante
Qué consume el estudiante comúnmente en el descanso
De qué está conformado generalmente el almuerzo del estudiante
Qué consume habitualmente el estudiante en la tarde
Qué cena usualmente el estudiante
El estudiante padece alguna enfermedad diagnosticada por un especialista
Frecuencia con la que el estudiante presenta problemas de salud por los cuales se vean afectadas sus actividades académicas
Número promedio de horas diarias que el estudiante duerme

Fuente: Autoras, 2015

d. Género

En el estudio realizado por Cominetti & Ruiz (1997), concluyen que a medida que los estudiantes avanzan en su educación secundaria, se empiezan a mostrar diferencias en el rendimiento académico en matemáticas según el género de los

mismos, la investigación ultima afirmando que los varones obtienen mejores resultado académicos en matemáticas que las mujeres.

Factores sociales

En éstos se incluyen variables relacionadas con factores extraescolares que, según distintos estudios, influyen en el rendimiento académico de los estudiantes, tales como los aspectos familiares y socioeconómicos.

Aspectos Familiares y socioeconómicos

a. Relaciones familiares

Según Erazo (2012); múltiples estudios han llegado a la conclusión que las sanas relaciones familiares, generan en el estudiante la capacidad de obtener buenos resultados, caso contrario con las situaciones como el maltrato familiar o poca atención en el hogar para el estudiante, donde se ha encontrado perjuicios en el desarrollo académico del estudiante, de igual forma puede perjudicar la sobreprotección de los padres, ya que según la literatura revisada, esto hace que los niños sean inseguros, rebeldes, inestables, con poca madurez espiritual, etc...

El rendimiento de los alumnos es significativamente mejor cuando es mayor el grado de interés y participación de los padres en las actividades escolares de sus hijos (Cominetti & Ruiz, 1997).

En el estudio realizado por Moreno (2012); donde se estudia la influencia de la funcionalidad familiar y conductas externalizadas, en el rendimiento académico, afirman que aspectos como la composición de la familia, la ocupación de los miembros de ésta, la funcionalidad familiar en la que se consideran características como la jerarquía (nivel de autoridad que gobierna en la organización familiar), y la comunicación, también la sobreprotección, falta de apoyo de los padres, trato violento, nivel educativo de los padres, importancia del estudio para los padres, tiempo que comparten en familia, y relaciones familiares (conyugal, paterno-filial, fraternal); influyen en el rendimiento académico de los estudiantes. Se tendrán en cuenta las siguientes variables:

Tabla 10. Variables asociadas a las relaciones familiares

Tipo de familia
En opinión del estudiante, cómo son las relaciones de él con los demás miembros de la familia
Frecuencia de diálogo con los miembros de la familia
El estudiante considera que los padres o responsables son de mal humor
A juicio del estudiante, los padres o responsables son estrictos y exigentes
Opinión acerca de si el estudiante se siente comprendido y valorado por los miembros de su familia
A consideración del alumno, cuál es el grado de atención que recibe por parte de los padres o responsables
El alumno considera que los padres o responsables, lo castigan injustamente
Con qué frecuencia es reprendido o castigado el alumno en su hogar
Qué tipo de castigos recibe el estudiante en su hogar
Cómo es la convivencia en el hogar del estudiante
Con qué frecuencia se presentan problemas entre los miembros de la familia del estudiante
Cuando se presentan problemas o conflictos entre los miembros de la familia cómo los solucionan
Tiempo que comparte el estudiante con los miembros de la familia
Opinión del estudiante sobre la importancia que dan los papas o acudientes al estudio

Fuente: Autoras, 2015

b. Nivel socioeconómico.

Cominetti & Ruiz (1997), afirman que para la identificación de los factores escolares es ineludible controlar el efecto del status socioeconómico familiar. Erazo (2012), en la revisión literaria, el autor encuentra que los niños con desventajas económicas siempre han presentado mayor posibilidad de obtener rendimiento bajo, lo que no sucede con las comunidades que se ubican en estratos altos donde los niños según investigaciones poseen herramientas que favorecen su desempeño académico. Además estudios señalan que en estratos bajos se encuentra mayor tendencia a caer en problemas de drogadicción y delincuencia, situaciones que distraen a los estudiantes y dan pie al fracaso escolar. Se tendrán en cuenta en este aspecto las siguientes variables:

Tabla 11. Variables asociadas al nivel socioeconómico

Estrato socioeconómico
Nivel educativo de la madre
Nivel educativo del padre

Tabla 11. (Continuación)

Estimación sobre a cuánto ascienden los gastos mensualmente en la casa
A juicio del alumno, en su casa hay las posibilidades económicas para brindarle los elementos o herramientas que necesita habitualmente para su proceso de formación

Fuente: Autoras, 2015

2.4 DATOS CATEGÓRICOS

Una variable categórica es aquella para la cual su escala de medición consiste en un conjunto de categorías [...]. Las escalas categóricas son usadas en las ciencias sociales para medir actitudes y opiniones (Agresti, 2002).

Otra definición dada por Galbiati (2012) dice que los datos categóricos son datos que provienen de experimentos en que sus resultados se miden en escalas categóricas. Medir en una escala categórica consiste en observar el resultado de un experimento y asignarle una clase o categoría, de entre un número finito de clases posibles. Esta escala es no numérica y puede ser categórica ordinal, es decir, sus categorías tienen un orden natural, o en caso contrario la escala es categórica nominal.

Dado que en la presente investigación se trabaja con datos categóricos se van a precisar ciertos temas relacionados así:

2.4.1 Tablas de contingencia.

Según Otero y Medina (2005), para analizar la relación de dependencia o independencia entre dos variables cualitativas nominales o factores, es necesario estudiar su distribución conjunta o tabla de contingencia. La tabla de contingencia es una tabla de doble entrada, donde en cada casilla figurará el número de casos o individuos que poseen un nivel de uno de los factores o características analizadas y otro nivel del otro factor analizado.

Las tablas de contingencia tienen dos objetivos fundamentales:

1. Organizar la información contenida en un experimento cuando ésta es de carácter bidimensional, es decir, cuando esta referida a dos factores.

2. A partir de la tabla de contingencia se puede además analizar si existe alguna relación de dependencia o independencia entre los niveles de las variables cualitativas objeto de estudio. El hecho de que dos variables sean independientes significa que los valores de una de ellas no están influidos por la modalidad o nivel de la otra.

Continuando con Agresti (2002), sean X y Y dos variables de respuesta categórica. Una tabla rectangular tiene I filas para las categorías de X y J columnas para las categorías de Y , llamada tabla de contingencia $I \times J$ (I-por-J).

En la mayoría de las tablas de contingencia, una variable, llamada Y , es una variable respuesta y la otra (X) es una variable explicatoria. Cuando X es fija en vez de aleatoria, la noción de una distribución conjunta para X y Y no es muy significativa. Un objetivo principal de muchos estudios es la comparación de la distribución condicional de Y a varios niveles de variables explicatorias.

2.4.2 Independencia de variables categóricas.

Cuando ambas variables son variable respuesta, la asociación puede ser descrita por su distribución conjunta, donde π_{ij} que denota la probabilidad de que (X, Y), ocurra en la celda i (fila) y j (columna), la distribución de probabilidad $\{\pi_{ij}\}$ es la distribución conjunta de X y Y . La asociación también puede ser descrita por la distribución conjunta de Y dado X , o la distribución condicional de X dado Y . La distribución condicional de Y dado X relaciona la distribución conjunta por

$$\pi_{j/i} = \frac{\pi_{ji}}{\pi_{i+}} \quad \text{para todo } i \text{ y } j.$$

Dos variables de respuesta categórica son definidas independientes si todas las probabilidades conjuntas son iguales al producto de sus probabilidades marginales,

$$\pi_{ji} = \pi_{i+}\pi_{+j} \quad \text{para } i = 1, \dots, I \text{ y } j = 1, \dots, J \quad (1.1)$$

Tabla 12. Notación para las probabilidades conjunta, condicional y marginal

Columna			
Fila	1	2	Total
1	π_{11}	π_{12}	π_{1+}
	$(\pi_{1/1})$	$(\pi_{2/1})$	(1.0)
2	π_{21}	π_{22}	π_{2+}
	$(\pi_{1/2})$	$(\pi_{2/2})$	(1.0)
Total	π_{+1}	π_{+2}	(1.0)

Fuente: Autoras, 2015

Cuando X y Y son independientes,

$$\pi_{j/i} = \frac{\pi_{ji}}{\pi_{i+}} = \frac{(\pi_{i+}\pi_{+j})}{\pi_{i+}} = \pi_{+j} \text{ para } i = 1, \dots, I$$

Cada distribución condicional de Y es idéntica a la distribución marginal de Y. Así, dos variables son independientes cuando $\pi_{j/1} = \dots = \pi_{j/I}$, para $j=1, \dots, J$, ésto es, la probabilidad de cualquier respuesta por columna en particular, es la misma en cada fila.

2.4.3 Pruebas de independencia.

A continuación se hace referencia a una estadística de prueba de independencia para variables categóricas, se tiene que para esta prueba la hipótesis nula H_0 es que las variables bajo estudio son independientes. Además la prueba se presenta de manera específica para el caso de tablas de contingencia de 2×2 , ($i=1,2; j=1,2$), pero éstas se pueden generalizar para tablas de cualquier dimensión $I \times J$.

♠ Estadística Chi-cuadrada de Pearson.

Una prueba de H_0 : independencia, usa χ^2 con $\mu_{ij} = n\pi_{i+}\pi_{+j}$. Aquí $\mu_{ij} = E(n_{ij})$ bajo H_0 . Usualmente, $\{\pi_{i+}\}$ y $\{\pi_{+j}\}$ son desconocidos. Sus estimaciones son las proporciones marginales de la muestra $\pi_{i+} = n_{i+} / n$ y $\pi_{+j} = n_{+j} / n$, así las

frecuencias esperadas estimadas son $\mu_{ij} = n\pi_{i+}\pi_{+j} = n_{i+}n_{+j} / n$. Entonces χ^2 es igual a

$$\chi^2 = \sum_i \sum_j \frac{(n_{ij} - \mu_{ij})^2}{\mu_{ij}}$$

Ésta fue propuesta en 1900 por Karl Pearson, quién afirmó que reemplazar μ_{ij} por las estimaciones $\hat{\mu}_{ij}$ no afectaría la distribución de χ^2 .

Dada la tabla de contingencia que tiene IJ categorías, él discutió que χ^2 es asintóticamente chi-cuadrada con grados de libertad $df = IJ - 1$. Sin embargo, dado μ_{ij} requiere estimar π_{i+} y π_{+j} , con

$$df = (IJ - 1) - (I - 1) - (J - 1) = (I - 1)(J - 1)$$

Según Agresti (1996), la media de la distribución chi-cuadrada es igual a df , y su desviación estándar es igual a $\sqrt{2df}$. A medida que df se incrementa, la distribución se concentra alrededor de valores grandes y es más extensa. Ésta es definida sólo para valores no negativos y se distorsiona hacia la derecha, pero llega a ser más acampanada (normal) como df incrementa.

2.5 MODELO LINEAL GENERALIZADO

En toda investigación estadística cuyo objetivo es la construcción de un modelo matemático para describir y caracterizar una variable se busca que este se ajuste adecuadamente a los datos que se tienen, para lo cual la elección de éste requiere atención especial, ya que se desea explicar la mayor variabilidad con el menor número de parámetros. Los modelos lineales clásicos están conformados por dos partes: el componente sistemático y el componente aleatorio, que se relacionan de manera aditiva, pero en muchos casos esta estructura no se satisface debido al incumplimiento de supuestos básicos, tales como; la normalidad del componente aleatorio o la homogeneidad de varianzas.

En este orden de ideas, Nelder y Wedderburn en 1972 propusieron una teoría unificadora del modelado estadístico la que dio el nombre de modelos lineales

generalizados (MLG), extendiendo los modelos lineales clásicos a una familia más extensa.

De acuerdo con Borges (2002), los modelos lineales generalizados pueden ser usados cuando se tiene una única variable aleatoria Y , y asociado a ella un conjunto de p variables explicativas X_1, X_2, \dots, X_p . Para una muestra de n observaciones (y_i, \mathbf{x}_i) en que $\mathbf{x}_i = (x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi})^T$ es un vector columna de variables explicativas, el modelo lineal generalizado se define a través de tres componentes:

i. Componente aleatorio: Representado por un conjunto de variables aleatorias independientes Y_1, Y_2, \dots, Y_k provenientes de una misma distribución que hace parte de una familia exponencial en la forma canónica con medias $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k$ o sea,

$$E(Y_i) = \mu_i, i = 1, 2, \dots, n$$

Un parámetro constante conocido de escala, $\phi > 0$ y que depende de un único parámetro θ_i , llamado parámetro canónico o natural. La f.d.p (función de densidad de probabilidad si Y es continua o función de probabilidad si Y es discreta) de Y está dada por

$$f(y; \theta, \phi) = e^{\left\{ \frac{1}{a(\phi)} [y\theta - b(\theta)] - c(y; \phi) \right\}} \quad (1.1)$$

Siendo $b(\cdot)$ y $c(\cdot)$ funciones conocidas. En general $a(\phi) = (\phi / w)$ siendo w pesos a priori.

Además teniendo en cuenta que:

$$E(Y) = \mu = b'(\theta) \quad (1.2)$$

$$Var(Y) = a(\phi)b''(\theta) \quad (1.3)$$

$$= a(\phi)Var(\mu) = a(\phi)V$$

en donde $V = \left(\frac{\delta\mu}{\delta\theta} \right)$ es llamada función de varianza y como depende únicamente de la media se tiene que el parámetro puede expresarse como

$$\theta = \int V^{-1} d\mu = q(\mu)$$

Siendo $q(\mu)$ una función conocida de μ .

A manera de ejemplo, la distribución Binomial, cuya función de probabilidad dada por

$$f(y; \pi) = \binom{m}{y} \pi^y (1 - \pi)^{m-y} \quad \pi \in [0, 1]$$

puede ser expresada en la forma:

$$f(y; \pi) = e^{\{\ln \binom{m}{y} + y \ln \pi + (m-y) \ln (1-\pi)\}}$$

$$f(y; \pi) = e^{\{y \ln \left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) + m \ln (1-\pi) + \ln \binom{m}{y}\}}$$

De donde se tiene:

$$a(\phi) = 1, \quad \theta = \ln \left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) \rightarrow \pi = \frac{e^\theta}{1+e^\theta},$$

$$b(\theta) = -m \ln (1 - \pi) = m \ln (1 + e^\theta), \quad c(y; \phi) = \ln \binom{m}{y}$$

Y por lo tanto la distribución Binomial pertenece a la familia exponencial.

Además:

$$E(Y) = \mu = b'(\theta) = m \frac{e^\theta}{1+e^\theta} = m\pi$$

$$Var(Y) = a(\phi) b''(\theta) = m \frac{(1+e^\theta)e^\theta - e^\theta e^\theta}{(1+e^\theta)^2}$$

$$= m \frac{e^\theta}{(1+e^\theta)^2} = m\pi(1-\pi) = \frac{1}{m} \mu(m-\mu)$$

$$Var(\mu) = m\pi(1-\pi) = \frac{1}{m} \mu(m-\mu)$$

ii. **Componente sistemático:** las variables explicativas forman un conjunto de parámetros $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$, que entran en el modelo como una suma lineal de los efectos, así:

$$\eta_i = \sum_{j=1}^p x_{ij}\beta_j = \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}$$

o

$$\boldsymbol{\eta} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}$$

Siendo $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ la matriz del modelo, $\boldsymbol{\beta} = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p)^T$ el vector de parámetros, y $\boldsymbol{\eta} = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n)^T$ el predictor lineal. Si un parámetro tiene valor conocido el término correspondiente de la estructura lineal es llamado offset.

iii. **Función de enlace:** una función que enlaza el componente aleatorio al componente sistemático, es decir, relaciona la media con un predictor lineal, esto es:

$$\eta_i = g(\mu_i)$$

Siendo $g(\cdot)$ una función monótona derivable.

Si la función de enlace se elige de manera que $g(\mu) = \theta$, el predictor lineal que modela directamente el parámetro canónico θ , recibe el nombre de función de enlace canónica

En el caso de la distribución Binomial de parámetro π con $\pi = (e^\theta) / (1 + e^\theta)$, donde θ es el parámetro que se desea estimar por medio de un MLG, la función de enlace canónica es:

$$g(\mu_i) = \eta_i = \ln\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = \ln\left(\frac{\mu}{m-\mu}\right)$$

llamada función logística. Existen también para el caso de la distribución Binomial, las funciones de enlace *probit* y *complemento log* $-\log$.

2.5.1 Estimación de parámetros en el modelo lineal generalizado.

El ajuste de un modelo lineal generalizado se determina por la estimación del vector de parámetros β , uno de los métodos utilizados para dicha estimación es el método de máxima verosimilitud.

Según Borges (2002) el logaritmo de la función de verosimilitud para un conjunto de observaciones independientes $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ se da por la suma de las contribuciones individuales, esto es:

$$\begin{aligned} \ell &= \ell(\theta; y, \phi) = \sum_{i=1}^n \ell(\theta; y_i, \phi) \\ &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{a_i(\phi)} [y_i \theta_i - b(\theta_i)] + c(y_i; \phi) \right\} \end{aligned}$$

Siendo $E(y_i) = \mu_i$, $\eta_i = g(\eta_i) = X^T$, y $\theta_i = \int V_i^{-1} d\mu_i = q(\mu_i)$

Una propiedad de la familia exponencial de distribuciones es que sus elementos satisfacen una condición de regularidad suficiente para asegurar que el máximo global del logaritmo de la función de verosimilitud $\ell(\theta; y, \phi)$ esta dado únicamente

por la solución del sistema de ecuaciones $U_\theta = \left(\frac{\delta \ell}{\delta \theta} \right) = 0$ equivalente a

$U_\beta = \left(\frac{\delta \ell}{\delta \beta} \right) = 0$. Se tiene entonces que una función score (Derivada de la función

log verosimil con respecto a θ) está dada por:

$$U_j = \sum_{i=1}^n \frac{d\ell(\theta; y_i; \phi)}{d\beta_i} = \frac{dl_i}{d\beta_i}$$

Y con la regla de la cadena se tiene:

$$U_j = \sum_{i=1}^n \frac{dl_i}{d\theta_i} \frac{d\theta_i}{d\mu_i} \frac{d\mu_i}{d\eta_i} \frac{d\eta_i}{d\beta_i}$$

$$U_j = \sum_{i=1}^n \frac{1}{a(\phi)} [y_i - b'(\theta_i)] \frac{1}{\frac{d\mu_i}{d\theta_i}} \frac{d\mu_i}{d\eta_i} x_{ij}$$

y como ya se había visto en (1.2) y (1.3) $E(Y) = \mu = b(\theta)$ y $Var(Y) = a(\theta)b'(\theta) = a(\phi)Var(\mu) = a(\phi)V$ luego,

$$U_j = \frac{dl}{d\beta_j} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{a_i(\phi)} (y_i - \mu_i) \frac{1}{V(\mu)} \frac{d\mu_i}{d\eta_i} x_{ij}$$

Al igualar las ecuaciones $U_j = 0$ con $j = 1, 2, \dots, p$, las soluciones no son lineales y tienen que ser resueltas numéricamente por procesos iterativos de tipo Newton Raphson, basada en una aproximación de Taylor. Así el estimador máximo verosímil es obtenido iterativamente, mediante la siguiente expresión:

$$\beta^{(m+1)} = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}^{(m)} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}^{(m)} \mathbf{Z}^{(m)}$$

Esta tiene la forma de la solución de las ecuaciones normales, para el modelo lineal obtenido por el método de la estimación de mínimos cuadrados, excepto que en este caso la solución $\beta = \beta^{(m+1)}$ es obtenida por proceso numérico iterativo, es importante observar que la expresión $\beta^{(m+1)} = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}^{(m)} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}^{(m)} \mathbf{Z}^{(m)}$ es independiente de ϕ siendo m el número de iteraciones. Donde \mathbf{W} es una matriz diagonal de pesos a priori y \mathbf{Z} un vector columna de la variable respuesta ajustada en cada iteración.

Un método usual para iniciar proceso iterativo es especificar una estimación inicial $\beta^{(0)}$ y sucesivamente alternarla hasta que se obtiene la convergencia y por consiguiente, $\beta = \beta^{(m+1)}$. Se nota sin embargo que cada observación puede ser considerada como una estimación de su valor medio, esto es $\mu_i = y_i$ y por lo tanto,

$$\hat{\eta} = g(\hat{\mu}_i) = g(y_i)$$

Usándose η como la variable dependiente de X la matriz del modelo, obteniéndose un vector $\beta'(\theta)$.

Entre los muchos existentes, un criterio para verificar la convergencia podría ser:

$$\sum_{j=1}^p \left(\frac{\beta_j^{(m)} - \beta_j^{(m+1)}}{\beta_j^{(m)}} \right)^2 < \epsilon$$

Tomándose para ϵ_1 un valor suficientemente pequeño. En general, este algoritmo es robusto converge rápidamente.

Observación: Se debe tener cuidado si la función $g(\cdot)$ no está definida para algunos valores y_i , por ejemplo, si una función de enlace está dada por:

$$\eta = g(\mu) = \ln(\mu)$$

Y fueron observados valores $y_i = 0$ el proceso no puede ser iniciado, un método general para controlar ese problema es substituir y por $(y+c)$ tal que $E[g(y+c)]$ sea el más próximo posible de $g(\mu)$ para el Modelo Logístico se usa $c = ((1-2\pi)/2)$, para $\pi = (\mu/m)$ y m el índice de la distribución binomial.

De una forma general, usándose la expansión de Taylor hasta segundo orden para $g(y+c)$ en relación a $g'(\mu)$ se tiene:

$$g(y+c) \approx g(\mu) + (y+c-\mu)g'(\mu) + (y+c-\mu)^2 \frac{g''(\mu)}{2}$$

con valor esperado dado por:

$$E[g(Y+c)] \approx g(\mu) + E(Y-\mu)g'(\mu) + cg'(\mu) + Var(Y) \frac{g''(\mu)}{2}$$

de la cual se obtiene:

$$c \approx \frac{-1}{2} Var(y) \frac{g''(\mu)}{g'(\mu)}$$

Un caso particular de los modelos lineales generalizados, es la regresión logística, que es utilizada cuando la variable respuesta sigue una distribución binomial, las características de este tipo de regresión son presentadas a continuación.

2.5.2 Regresión logística.

El modelo de regresión logística es el más importante para datos categóricos, éste es usado cada vez más en una amplia variedad de aplicaciones. Inicialmente fue usado en estudios biomédicos, pero en los últimos veinte años también se ha visto su uso en investigación de ciencias sociales y mercadotecnia.

Para una variable de respuesta binaria Y y una variable explicatoria X , sea $\pi(x) = P(Y = 1 \mid X = x) = 1 - P(Y = 0 \mid X = x)$. El modelo de regresión logística es

$$\pi(x) = \frac{e^{(\alpha + \beta x)}}{1 + e^{(\alpha + \beta x)}} \quad (1.4)$$

es una función no - lineal en un conjunto de parámetros lineales y es linealizada por:

$$\text{logit}[\pi(x)] = \log \frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} = \alpha + \beta x \quad (1.5)$$

Ésta compara la función de enlace logit con el predictor lineal.

Tomando como referencia a Ryan (1997), debido a que la ecuación (1.5) resulta de usar una transformación logística (también llamada transformación logit) el modelo es llamado modelo de regresión logística, a lo largo de este trabajo el término \log designará el logaritmo natural. La parte izquierda de la ecuación (1.5) es también llamada proporción $\log \text{ odds}$, y esta puede ser explicada como sigue.

Dado $\pi = P(Y = 1)$ se sigue que $1 - \pi = P(Y = 0)$ y así $\pi / (1 - \pi)$ es la razón de las dos probabilidades, la cual cuando se presenta en forma de odds , da los odds de tener $Y = 1$, para un valor dado de X .

La traducción más aproximada del término sajón odds es “la ventaja”, en términos de probabilidades, que ocurra un evento con relación a que no ocurra; es decir, es un número que expresa cuánto más probable es que se produzca un evento frente a que no se produzca. Los odds son números no negativos, con valores mayores que 1.0 cuando es más probable que ocurra el evento (éxito) frente a que no ocurra (fracaso). (Díaz y Morales, 2009)

Se observa que en (1.5) no hay término de error en el lado derecho de la ecuación. Esto es porque el lado izquierdo es una función de $E(Y \mid X)$, en vez de Y , lo cual sirve para retirar el término del error.

La interpretación de β_1 es naturalmente algo diferente de la interpretación en la regresión lineal. En la ecuación (1.5), β_1 representa la cantidad por la cual el $\log \text{ odds}$ cambia por unidad que cambia en X . Esto es algo más significativo, sin

embargo, es decir que el incremento de una unidad en X incrementa los *odds* por el factor multiplicativo e^{β_1} .

Como fue discutido por McCullagh y Nelder (1989, cit. Ryan, 1997) la interpretación de los parámetros en una escala de probabilidad es más complicada, dado que la derivación de π con respecto a X depende de π .

Según Díaz y Morales (2009), una interpretación adecuada de los coeficientes β en un modelo de regresión logística va de la mano con los conceptos de riesgo relativo, *odds* y la razón de *odds*. En tal sentido, si se considera que las p variables conforman un vector X , es decir, que $X = (X_1, X_2, \dots, X_p)$, se puede probar, por las propiedades de la función exponencial, que los *odds* del evento $Y = 1$ se pueden escribir como

$$\begin{aligned} O(X) &= \frac{P(Y=1)}{P(Y \neq 1)} = \frac{P(Y=1)}{1-P(Y=1)} \\ &= e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p)} \end{aligned}$$

Suponga que se tienen dos perfiles específicos, es decir, dos individuos K y l determinados por los valores que asuman en cada una de las p variables, estos son:

$$\text{individuo } K: X_{k1}, X_{k2}, \dots, X_{kp}$$

$$\text{individuo } l: X_{l1}, X_{l2}, \dots, X_{lp}$$

El valor de los odds en cada uno de ellos, son $O(X^k)$ y $O(X^l)$ respectivamente así $O(X^k)$ representa los odds correspondientes al primer perfil y $O(X^l)$ los relacionados con el segundo.

Mediante manipulación algebraica sencilla se obtiene la siguiente expresión para el riesgo relativo:

$$RR = \frac{O(X^k)}{O(X^l)} = e^{\left[\sum_{i=1}^p \beta_i (X_{ki} - X_{li}) \right]}$$

Donde X^K y X^l denotan el vector observaciones para los individuos K , y l respectivamente.

Esta expresión corresponde a una medida relativa del riesgo relacionada con un perfil respecto de otro en términos de los parámetros de regresión logística.

2.5.3 Intervalos de confianza

Teniendo en cuenta que $e^{(\beta_i)}$ tiene una interpretación diferente, un intervalo de confianza para este parámetro puede ayudar a la interpretación. Dicho intervalo se elabora construyendo primero el intervalo de confianza β_i y aplicando luego la función exponencial a los extremos de este. El cómputo de los extremos para tal intervalo con una confianza del se muestra en la siguiente expresión:

$$e^{\left[\beta_i - 1,96\hat{\sigma}(\beta_i)\right]}, \text{ y } e^{\left[\beta_i + 1,96\hat{\sigma}(\beta_i)\right]}$$

Donde $\hat{\sigma}(\beta_i)$ es el error estándar asociado al estimador β_i , y 1,96 es el valor crítico de una distribución normal estándar con una confianza del 95%; el intervalo de confianza se interpreta de acuerdo a si éste contiene o no el número 1. Si contiene a 1, se puede concluir que es igualmente riesgoso estar en un nivel de la variable que en el otro; es decir, la variable no tiene efecto significativo sobre la respuesta. si el intervalo contiene el 1, habrá que observar si los dos extremos de este son mayores o menores que 1: si son mayores que uno se concluye que tiene más riesgo el efecto para el perfil de individuo dado por el numerador que el perfil dado por el denominador; si son menores que 1 se tiene la situación inversa.

2.5.4 Ajuste del modelo.

Una vez estimados los parámetros de un modelo, la inquietud se centra en la importancia de cada variable para el modelo y en el problema que se enfrenta. Algunos criterios que den cuenta de la bondad del modelo se revisarán a través de la verificación de la relevancia de cada variable en el modelo propuesto: algunas medidas de ajuste y la selección de las variables más relevantes.

2.5.5 Selección de modelos.

En un modelo que incluya p variables, posiblemente no todas ellas sean relevantes para el problema. En tal caso se deben detectar las variables que menos aporten al modelo para decidir sobre su exclusión, y así obtener un modelo más simple (parsimonioso).

En el análisis de regresión existen varios procedimientos disponibles para la selección del modelo que, con el número más reducido posible de variables, se ajuste adecuadamente a los datos. La regresión paso a paso es un procedimiento que consiste en construir sucesivos modelos de manera que cada uno difiera del precedente en una sola variable e ir comparando los resultados de cada versión con los de la anterior.

Existen dos versiones de la regresión paso a paso:

a) La regresión "hacia adelante"(forward).

b) La regresión "hacia atrás" (backward)

Para el presente estudio se hará uso de la regresión "hacia adelante", por la complejidad de los cálculos estos procedimientos se explican para el caso de cuatro variables explicativas, el primer procedimiento (hacia adelante) consta de los siguientes pasos:

Paso 1: Se ajustan cuatro modelos de regresión logística, uno con cada variable explicativa. Sean $G_1^2, G_2^2, G_3^2, G_4^2$ los cocientes de verosimilitud asociados a cada uno de los modelos así:

$$G^2 = 2 \sum (observ.) \ln \left(\frac{obsev.}{ajuste} \right)$$

Se identifica el mayor de los cocientes suponga que fue G_2^2 .

Paso 2: Se evalúa si G_2^2 es significativo, es decir, se compara con 3,84 (percentil 95 de la chi-cuadrada con un grado de libertad) si es mayor que 3,84, X_2 se incorpora al modelo y se continúa con el paso 3 en caso contrario se detiene el proceso sin selección alguna.

Paso 3: Se ajustan todos aquellos modelos con dos variables que contengan a X_2 para el caso hay tres posibles modelos $\{X_1, X_2\}, \{X_2, X_3\}$ y $\{X_2, X_4\}$.

Se calcula la verosimilitud $-2\ln L$ para cada uno de los modelos así:

$$-2l_{1,2} \text{ para } X_1, X_2 \quad -2l_{2,3} \text{ para } X_2, X_3 \quad -2l_{2,4} \text{ para } X_2, X_4$$

Se identifica la pareja de variables para la cual $-2l(L)$ es menor suponga que corresponde al par $\{X_2, X_4\}$

Paso 4: Se evalúa si $-2l(L_{24} / L_2)$ es mayor que 3,84. Si es cierto, se incluye X_4 en el modelo como segunda variable explicativa y se procede al paso quinto. En caso contrario, se termina la selección y se propone el modelo únicamente con la variable X_4 .

Paso 5: Se ajustan todos los modelos con tres variables que incluyan las variables X_2 y X_4 . Los posibles modelos tendrán como variables explicativas a $\{X_1, X_2, X_4\}$ o las variables $\{X_3, X_2, X_4\}$ se, calcula, $-2l$ para los dos casos y se toma el menor de ellos.

Suponga que es $-2l_{241}$.

Paso 6: Se evalúa si X_1 hace un aporte significativo al grado de explicación que dan X_2 y X_4 . Esto ocurre siempre que se cumpla que:

$$-2l \frac{L_{241}}{L_{24}} > 3,84$$

En tal caso X_1 se adiciona a X_2 y X_4 y se va al último paso, de lo contrario, sólo quedan seleccionadas éstas dos últimas variables.

Paso 7: Se ajusta, el modelo completo con las variables: $X_1, X_2, X_3,$ y X_4

Se calcula

$$-2l \frac{L_{2413}}{L_{241}}$$

Si este número supera el percentil de chi-cuadrado que se ha venido trabajando, 3.84, las variables se incluirían en el modelo. De lo contrario sólo quedarían las variables iniciales $\{X_1, X_2, X_4\}$

Según Vega, (2013) los métodos anteriores pueden utilizar como indicador de comparación, la deviance de tal forma que en el análisis podamos construir una ANOVA (tabla de análisis de varianza). Tabla que se fundamenta en lo que se presenta a continuación.

En caso de que se desee comparar dos modelos afines se hace necesario el juzgamiento de hipótesis, que permite comparar dos modelos afines. Para el caso de un Modelo Lineal Generalizado los dos modelos deben tener la misma distribución de probabilidad y función de enlace, pero el componente lineal de uno puede tener más parámetro que el otro, si se rechaza la hipótesis alterna que corresponde al modelo más general, el modelo más simple se ajusta a los datos de la misma manera que el general y esto es más conveniente por razones de parsimonia.

♠ Deviance

La deviance, según Dobson (2009, cit. Vega, 2013) corresponde a:

$$D = 2[l(b_{\max}; y) - l(b, y)]$$

donde b_{\max} es el vector parámetros para el modelo maximal, o el modelo con el número máximo de parámetros que puede ser estimado, entonces b_{\max} es el estimador máximo verosímil de β_{\max}

Se comparan dos modelos los cuales tienen la misma distribución y la misma función de enlace, pero, el número de parámetros difiere, se asignará la siguiente notación:

M_0 : Corresponde a un modelo, caso especial de uno más general denominado M_t

Bajo esta notación, el sistema de hipótesis corresponde

$$H_0 : \beta = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \dots \\ \beta_q \end{pmatrix} \quad \text{con } q \text{ número de parámetros de } M_0$$

$$\text{vs } H_1 : \beta = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \dots \\ \beta_p \end{pmatrix} \quad \text{con } p \text{ número de parámetros de } M_1$$

$q < p < N$ donde N es el número de parámetros del modelo maximal

Test: Si ambos modelos describen correctamente los datos se tiene que,

$$D_o = 126\chi_{(N-q)}^2 \text{ y } D_1 = 126\chi_{(N-p)}^2$$

Es así que

$$D_0 = 2l[(b_{\max}; y) - l(b_o, y)] \qquad D_1 = 2l[(b_{\max}; y) - l(b_1, y)]$$

Entonces el estadístico de prueba es la diferencia de Deviance así:

$$\Delta D = D_0 - D_1 = 2[l(b_1; y) - l(b_o, y)] \qquad \Delta D = 126\chi_{(p-q)}^2$$

Decisión: Se rechaza H_0 si $\Delta D \sim \chi_{(p-q)}^2$, es decir que el modelo general explica mejor los datos.

2.5.6 Bondad de ajuste

Cuando se ajusta el modelo estadístico a un conjunto de datos, la pregunta es qué también se ajusta al modelo propuesto a los datos, de tal forma que las conclusiones que se desprendan de él tengan suficiente respaldo estadístico.

Se hace necesario entonces estudiar, la bondad del ajuste de cada observación, para comprobar si una observación es influyente o no. Para ello una de las técnicas más usadas es el análisis de residuales que comparan el número observado de éxito, en cada combinación de valores de las variables predictoras, con su valor ajustado por el modelo. Algunos de los residuales más habituales Borges (2002, cit. Vega 2013) son entre otros:

- ♣ Residual de Pearson: $r_{pi} = \frac{y_i - \mu_i}{\sqrt{V(\mu_i)}}$
- ♣ Devianza residual: $r_{Di} = \text{sign}(y_i - \mu_i)\sqrt{D(y_i, \mu_i)}$

Los tipos de gráficos más utilizados para los modelos lineales generalizados son:

- ♣ Residuales versus alguna función de los valores ajustados μ_i : No debe observarse ningún tipo de patrón, la distribución debe ser alrededor de cero con amplitud constante, algún tipo de desviación podría indicar un tipo de curvatura o cambio sistemático de la amplitud según cambio en el valor ajustado. No es apropiado para datos Bernoulli.

Según Borges (2002, cit. Vega, 2013), la revisión de la función de enlace seleccionada puede efectuarse informalmente a través de la gráfica de la variable respuesta versus el predictor lineal estimado, η_i , un patrón nulo indica que la función de enlace es apropiada.

Díaz y Moreno (2012) describen cinco pasos para medir la concordancia entre las predicciones del modelo y los datos reales.

Paso 1: Calcular las probabilidades de que ocurra el evento ($Y = 1$) para cada uno de los n individuos p_1, p_2, \dots, p_n a partir del modelo estimado.

Paso 2: Ordenar esos n valores p_i de menor a mayor.

Paso 3: Dividir los valores de $p_i (i = 1, 2, \dots, n)$ en grupos. Hay dos formas para la conformación de grupos: a) Dividir el ordenamiento en cuartiles, deciles u otra forma similar, b) Formar el primer grupo con todos los sujetos para los cuales p sea menor a 0.1; el segundo, aquellos cuyos valores están entre 0.1 y 0.2 y así sucesivamente. Sean n_1, n_2, \dots, n_{10} las frecuencias respectivas.

Paso 4: Sumar los valores de p en cada uno de los grupos conformados. Sean E_1, E_2, \dots, E_{10} son los valores esperados. De manera que E_i es la suma de los n_i valores de p correspondientes al i -ésimo grupo.

Paso 5: Contar en cada grupo el número de individuos para los cuales $Y = 1$. Estos son los valores observados. Se denotan tales valores por O_1, O_2, \dots, O_{10} . Una vez que se obtienen estos pares de valores se computa la Estadística:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{10} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} + \sum_{i=2}^{10} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Con $E_i = n_i - E_i$ y $O_i = n_i - O_i$. La estadística χ^2 se distribuye como una chi-cuadrado con 8 grados de libertad, en este caso.

- ♣ Criterio de Información de Akaike: Siguiendo a autores como Posada y Rosero (2007), y Caballero (2011), se encuentra que un criterio comúnmente utilizado como medida de la bondad de ajuste del modelo es el llamado Criterio de Información de Akaike (AIC del inglés Akaike Information Criterion), el cual es un índice que evalúa tanto el ajuste del

modelo a los datos como la complejidad del modelo. Cuanto más pequeño es el AIC mejor es el ajuste. El AIC es muy útil para comparar modelos similares con distintos grados de complejidad o modelos iguales (mismas variables) pero con funciones de vínculo distintas. El criterio es definido por la siguiente ecuación,

$$AIC = -2 * \log \mathcal{L}[\theta(k)] + 2k$$

Donde $\mathcal{L}[\theta(k)]$ es la función de verosimilitud de las observaciones, $\theta(k)$ es la estimación máximo verosímil del vector de parámetros θ , y k es el número de parámetros independientes estimados dentro del modelo.

El objetivo de la selección de modelos mediante el AIC es estimar la pérdida de información cuando la distribución de probabilidad, asociada al modelo nulo, es aproximada mediante la distribución de probabilidad asociada con el modelo que va a ser evaluado. Algunas de las ventajas del AIC que lo hacen tan utilizado en la práctica, son su simplicidad (no requiere acudir a ninguna tabla para observar el valor correspondiente) y facilidad para ser implementado, además no existe el problema de especificar subjetivamente un nivel de significación arbitrario para contrastar dos modelos.

3. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

En el desarrollo del presente capítulo se pretende alcanzar el objetivo principal de la investigación, el cual es identificar qué factores personales y sociales influyen en el rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes de secundaria del Instituto Técnico Santo Tomás de Aquino de la ciudad de Duitama, para esto se construirá un Modelo Lineal Generalizado que permita identificar cuáles variables de las consideradas en los factores influyen en la aprobación o no de esta materia.

Se empleó la regresión logística binaria por su apropiación para casos donde la variable respuesta es dicotómica, y las variables explicativas son tanto categóricas como cuantitativas. Para la identificación del modelo que permita determinar la probabilidad de aprobar o no la asignatura dependiendo de factores personales y sociales, en primer lugar se debe determinó la relación existente entre las variables independientes que hacen parte de estos factores y la variable dependiente, por lo cual se realizará un análisis descriptivo unidimensional y bidimensional de las variables estudiadas, para posteriormente llevar a cabo un

análisis factorial que permita agrupar variables que presenten alta correlación y de esta forma reducir la dimensión del espacio de variables predictoras, y finalmente llegar a la construcción del modelo.

De esta forma, se tiene que el objetivo primordial de éste capítulo se centra en modelar la influencia de factores personales y sociales, en la aprobación de la materia de matemáticas.

3.1 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para recolectar la información necesaria para la investigación, se siguieron las fases metodológicas correspondientes a una revisión de literatura relacionada con el rendimiento académico, los factores que inciden en el rendimiento académico, y los métodos estadísticos de los que se ha hecho uso para modelar el rendimiento académico en función de distintos factores; en segundo lugar se definió el diseño metodológico, en el cual se especifican las variables explicativas asociadas a cada factor que influye en el rendimiento académico, y se elaboran y validan los instrumentos necesarios para la medición de cada factor. Posteriormente se recolecta la información por medio de los instrumentos elaborados, y se tabula y depura la información obtenida.

El diseño metodológico incluyó la delimitación de la población objeto de estudio, el marco muestral, el tipo de muestreo empleado, así como la definición operacional de las variables, y la elaboración del instrumento de medición de éstas.

Es así, como la población objeto de estudio está conformada por el total de estudiantes de secundaria del ITSTA de la ciudad de Duitama, matriculados para el año 2015. Según la información suministrada por la Coordinación Académica del colegio, la población tiene un total de 1137 estudiantes, pertenecientes a seis niveles educativos (sexto a once). Como la población es numerosa, y para reducir costos y tiempo, se hizo uso de la herramienta estadística del muestreo, realizando un muestreo estratificado, ya que la población se encuentra dividida por niveles educativos los cuales fueron tomados como los estratos.

El tipo de muestreo a emplear, el marco muestral, las unidades de muestreo, y la selección del tamaño de la muestra, se precisan a continuación.

Tipo de Muestreo.

Dado que la población está distribuida en niveles educativos, y en éstos se encuentra homogeneidad de los individuos en cuanto a su edad, desarrollo físico y psicológico, también, nivel de conocimientos, se utilizará un muestreo estratificado, tomando como estratos los niveles.

En el muestreo estratificado, la población de N unidades se divide primero en subpoblaciones de N_1, N_2, \dots, N_L unidades, respectivamente. Las subpoblaciones se denominan *estratos*. Para obtener todo el beneficio de la estratificación, los valores de los N_k , con $k = 1, 2, \dots, L$, deben ser conocidos. Una vez determinados los estratos, se extrae una muestra de cada uno, las extracciones deben hacerse independientemente en los diferentes estratos. Los tamaños de muestra dentro de los estratos se denotan con n_1, n_2, \dots, n_L , respectivamente.

La distribución de la muestra en función de los diferentes estratos se denomina afijación, y puede ser de diferentes tipos, simple, proporcional u óptima, para esta investigación se hizo uso de la afijación proporcional, la cual consiste en que la distribución de la población en cada estrato se hace de acuerdo con el peso de éste (tamaño).

Marco Muestral.

Conformado por el listado de estudiantes matriculados en bachillerato para el año 2015 en el ITSTA, seleccionados de cada estrato mediante afijación proporcional y a los cuales se les aplicarán los instrumentos de medición.

Unidad de Muestreo.

La unidad de muestreo es el estudiante matriculado para el año 2015 en la sección secundaria del ITSTA de la ciudad de Duitama.

Selección del Tamaño de la Muestra.

Como se realizará un muestreo estratificado con afijación proporcional para estimar el parámetro π – (probabilidad de que un estudiante apruebe la materia matemáticas en el primer periodo académico) se tiene en cuenta la siguiente fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra:

$$n_0 = \frac{\sum W_h p_h q_h}{V} \quad n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

donde:

n_0 : es la primera aproximación, la cual ignora la corrección por población finita

n : es el valor corregido tomando en consideración las correcciones por población finita.

W_k : peso del estrato k en la población.

p_k : es la proporción de estudiantes que se estima obtenga un rendimiento académico exitoso (superior a 6.0) en matemáticas en el estrato k , valor que se toma de acuerdo a los resultados del rendimiento académico en matemáticas al finalizar el año 2014.

q_k : es la proporción de estudiantes que se estima obtenga un rendimiento académico no exitoso en matemáticas en el estrato k , de acuerdo con el rendimiento del año 2014.

V : Varianza deseada en la estimación de la proporción poblacional.

Para estimar el tamaño de la muestra, se calculan los valores p_k , como se indicó anteriormente, basándose en los resultados del rendimiento académico obtenidos en el área de matemáticas al finalizar el año 2014, debido a que se estima los resultados del primer período académico de 2015, no varíen considerablemente con respecto a los del año anterior, de este modo:

p_k = proporción de estudiantes del estrato k ($k=1,\dots,6$) que obtuvieron una nota mayor o iguala 6.0 en matemáticas al final del año inmediatamente anterior (2014)

Tabla 13. Valores para la estimación del tamaño de muestra

p_k	q_k	W_k : peso del estrato k en la población (2015) $W_k = \frac{N_k}{N}$	$V =$ Varianza deseada de la distribución del rendimiento académico en matemáticas
$p_1 = \frac{149}{205} = 0,73$	$q_1 = 0,27$	$W_1 = \frac{227}{1137} = 0,2$	$V = 0.00163$
$p_2 = \frac{159}{202} = 0,78$	$q_2 = 0,22$	$W_2 = \frac{216}{1137} = 0,19$	
$p_3 = \frac{121}{191} = 0,63$	$q_3 = 0,37$	$W_3 = \frac{211}{1137} = 0,19$	
$p_4 = \frac{122}{168} = 0,77$	$q_4 = 0,23$	$W_4 = \frac{172}{1137} = 0,15$	
$p_5 = \frac{140}{164} = 0,85$	$q_5 = 0,15$	$W_5 = \frac{176}{1137} = 0,15$	
$p_6 = \frac{118}{123} = 0,96$	$q_6 = 0,04$	$W_6 = \frac{135}{1137} = 0,12$	

Fuente: Autoras, 2015

De este modo, se tiene que el tamaño de muestra n_0 (en el cual se asume que el tamaño de la población es infinito)

$$n_0 = \frac{0.03942+0.032604+0.044289+0.026565+0.019125+0.004608}{0.00163}$$

$$n_0 = \frac{0.166611}{0.00163}$$

$$n_0 = 102.22$$

Ahora bien, el tamaño de muestra corregido por la población es:

$$n = \frac{102.22}{1 + \frac{102.22}{1137}}$$

$$n = \frac{102.22}{1.0899}$$

$$n = 93.7884$$

Se tiene por tanto que el tamaño de la muestra es de $93,79 \approx 94$ estudiantes de bachillerato del ITSTA, calculando entonces el tamaño de la muestra en cada estrato a través de la siguiente fórmula:

$$n_k = \frac{n}{N} \cdot N_k$$

luego se obtienen los siguientes tamaños muestrales

Tabla 14. Tamaño de muestra de cada estrato

Estrato	N_h	$\frac{n}{N} \cdot N_h$	Tamaño
1	227	$\frac{94}{1137} \cdot 227$	$n_1 = 19$
2	216	$\frac{94}{1137} \cdot 216$	$n_2 = 18$
3	211	$\frac{94}{1137} \cdot 211$	$n_3 = 17$
4	172	$\frac{94}{1137} \cdot 172$	$n_4 = 14$
5	176	$\frac{94}{1137} \cdot 176$	$n_5 = 15$
6	135	$\frac{100}{1137} \cdot 135$	$n_6 = 11$
Total	1137	$\frac{94}{1137} \cdot 1137$	$n = 94$

Fuente: Autoras, 2015

Variables bajo estudio.

En primer lugar, se tendrá en cuenta que una variable es el nombre que se da a las diferencias en el comportamiento de todo fenómeno observable que se repite bajo iguales condiciones, debidas a cambios en factores no controlables, que influyen sobre este fenómeno. Estas diferencias pueden ser casi imperceptibles, como en el caso de experimentos de laboratorio, donde hay un alto grado de control sobre los factores que influyen sobre el fenómeno; pueden ser pequeñas, como en el caso de procesos industriales, y pueden ser grandes, como en el caso de fenómenos en que está involucrado el comportamiento humano, como lo es en el presente estudio.

En la observación de las variables se asigna un número o categoría, como forma de representar la variable, a esto se le llama medición de la variable. Las variables según los valores que puedan tomar pueden ser clasificadas como variables con escalas de medida categóricas, en éstas se encuentra la nominal y la ordinal o variables de escalas de medida numéricas, las cuales pueden ser de intervalo o

de razón. Las escalas categóricas sólo asignan una categoría, o clasifican el fenómeno o propiedad que se mide. Las ordinales se distinguen de las nominales, en el hecho que sus valores tienen un orden natural. Las escalas numéricas asignan números. Si la escala tiene un cero absoluto, la escala es de razón, si el cero es arbitrario, la escala es de intervalo. (Galbiati, 2013).

Para esta investigación, y tras la revisión de los antecedentes investigativos (sección 2.1) y los factores que inciden en el rendimiento escolar (sección 2.3), se definieron como variables objeto de estudio las presentadas en el anexo A.

Diseño del instrumento de medición

El Instrumento de medida es un elemento sensible al fenómeno que se desea observar, y que se emplea para medirlo (Galbiati, 2013). En el presente estudio se emplearán como instrumentos de medida una prueba de competencias matemáticas diseñada en base a los estándares de competencia publicados por el Ministerio de Educación Nacional, que rigen la educación secundaria en todos los establecimientos de educación primaria, básica y media del país, y encuestas aplicadas tanto a los estudiantes seleccionados en la muestra como a los profesores de matemáticas de secundaria del ITSTA.

La encuesta por muestreo es un método para recoger información sobre una población humana, en el que el contacto directo se hace con unidades de estudio a través de medios tan sistemáticos como cuestionarios y programas de entrevistas. Las encuestas están conformadas por preguntas, las cuales pueden ser de dos tipos, preguntas abiertas o preguntas cerradas. Las preguntas abiertas dan libertad y permiten la espontaneidad y autoexpresión de los encuestados. Las mayores limitaciones de este tipo de preguntas se encuentra en la codificación y análisis de la información, otra desventaja es que exige más tiempo y energía, tanto de parte del entrevistado como del entrevistador. (Lininger & Warwick, 1978)

Las preguntas cerradas son generalmente las más utilizadas, ya que al momento de escribir el informe final, las preguntas son comparables entre un individuo y otro, además son más fáciles de contestar, presentan menos problema para la codificación y el análisis, requiere menos habilidad y esfuerzo de parte de los entrevistadores, acorta la entrevista, y puede facilitar al individuo los comentarios a preguntas sobre temas delicados o desagradables. (Lininger & Warwick, 1978).

Por otra parte, como se observa en la tabla de la definición operacional de las variables (Anexo A) gran parte de éstas son de escala de medida categórica, y además pretenden medir actitudes, entendiendo actitud como un estado de disposición psicológica, adquirida y organizada a través de la propia experiencia, que incita al individuo a reaccionar de una manera característica frente a determinadas personas, objetos o situaciones (Ander- Egg, 1995), por lo tanto en el instrumento se debe contar con la disposición de escalas que permitan medir actitudes de mayor a menor intensidad, o a favor o en contra.

En el instrumento a aplicar se hará uso de la escala sumativa Likert dada a conocer por Rensis Likert, quien fue el primero en introducirlas para medir actitudes, tomándolas de técnicas de medida de la personalidad (Morales Vallejo, 2000, cit. Guil, 2000). En este método se supone que todos los ítems miden con la misma intensidad la actitud que se desea medir y es el encuestado el que le da una puntuación, normalmente de uno a cinco, en función de su posición frente a la afirmación sugerida por el ítem. La actitud final que se asigna al encuestado será la medida de la puntuación que éste da a cada uno de los ítems del cuestionario.

Teniendo en cuenta lo anterior, y la definición operacional de cada una de las variables bajo estudio (Anexo A) se realiza el plan del cuestionario tanto para estudiantes como para los docentes que se presenta en el anexo B.

Validación del instrumento

Después de aplicar las encuestas a la muestra se hace necesario hacer un análisis factorial por medio del cual se averiguará si las preguntas del cuestionario se agrupan de alguna forma característica y así reducir las dimensiones del estudio, esto teniendo en cuenta que están en juego un alto número de variables que se estudiarán de forma simultánea.

Según Kline (2000, cit. Pérez y Medrano, 2010), mediante el Análisis Factorial Exploratorio la variabilidad de las puntuaciones de un conjunto de variables es explicada por un número más reducido de dimensiones o factores. De este modo, una gran cantidad de ítems de tests puede reducirse a un número pequeño de factores o dimensiones. Cada uno de estos factores agrupa a los ítems intercorrelacionados que son, al mismo tiempo, relativamente independientes de los restantes conjuntos (factores) de ítems.

Luego de administrar el test a la muestra de investigación, y antes de emprender el análisis factorial debe determinarse si los ítems están suficientemente interrelacionados para que este método pueda aplicarse provechosamente

(Comrey, 1973 cit. Pérez y Medrano 2010). Existen algunas pruebas estadísticas que pueden emplearse con esa finalidad, y las más utilizadas son el test de esfericidad de Bartlett y la medida de adecuación muestral de Kaiser-Mayer-Olkin (KMO).

El test de esfericidad de Bartlett permite evaluar la hipótesis nula que afirma que las variables no están correlacionadas, para lo cual compara la matriz de correlación de los datos recabados con una matriz identidad en la que todos los términos de la diagonal son unidades y los demás términos son ceros. Si los resultados obtenidos de dicha comparación resultan significativos a un nivel $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y se considera que las variables están lo suficientemente intercorrelacionadas para realizar el análisis factorial exploratorio (Everitt y Wykes, 2001, cit. Pérez y Medrano 2010).

Según Pérez y Medrano (2010), dado que el test de esfericidad puede mostrar resultados significativos a pesar de no existir correlaciones considerables entre las variables, se recomienda la utilización adicional de la medida KMO (Kaiser-Mayer-Olkin). Este índice es un promedio de los términos de la diagonal de la matriz de correlación de anti-imagen, la cual contiene los valores negativos de los coeficientes de correlación parcial de las variables.

Sólo después de haber verificado los supuestos y exigencias del análisis es lícito utilizar el análisis factorial exploratorio en sus diferentes variantes.

3.2 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DATOS

Antes de iniciar con la construcción del modelo que explique el rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes de bachillerato del ITSTA en función de factores personales y sociales, se realiza un análisis descriptivo de la información con el fin de observar la relación presente entre las variables objeto de estudio, en especial, la relación existente con la aprobación o no de la materia de matemáticas en el primer período académico. Este análisis descriptivo también permite caracterizar la población bajo estudio, según las distintas variables tanto cualitativas (nominales y ordinales) como cuantitativas (discretas y continuas) que se tuvieron en cuenta.

3.2.1 Análisis descriptivo unidimensional.

A continuación se hará un resumen numérico de todas las variables por aspectos (académicos, actitudinales y físicos, familiares y socioeconómicos) que se recolectaron para la investigación. El primer cuadro corresponde a las variables categóricas, presentando la distribución de frecuencias y el segundo cuadro a las variables cuantitativas teniendo en cuenta media, desviación estándar, coeficiente de variación, rango intercuartílico RIC, asimetría y curtosis.

Aspectos académicos

Tabla 15. Descripción de las variables cualitativas asociadas a los aspectos académicos

VARIABLES CUALITATIVAS ASPECTOS ACADÉMICOS	RESUMEN NUMÉRICO				
	No	Si			
En su casa tiene un lugar únicamente destinado para el estudio	24,5%	75,5%			
Alguien le ayuda con sus tareas de matemáticas	50%	50%			
Desarrolla alguna actividad distinta a estudiar	38,3%	61,7%			
Cree que al profesor de matemáticas le gusta ser profesor	5,3%	94,7%			
Le gusta la forma como enseña el profesor de matemáticas	21,3%	78,7%			
	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
El profesor de matemáticas es malgeniado	45,8%	7,4%	31,9%	3,2%	11,7%
Le parece que el profesor de matemáticas hace que la clase sea aburrida	61,7%	6,4%	18,1%	3,2%	10,6%
Siente que existe un ambiente de confianza en la clase de matemáticas	7,4%	4,3%	17%	5,3%	66%
El profesor de matemáticas es respetuoso en el trato que da a sus estudiantes	3,2%	0%	8,5%	3,2%	85,1%
El profesor de matemáticas resuelve dudas en la clase	2,35%	0%	11,95%	4,55%	81,15%
El profesor de matemáticas atiende a reclamos o consultas	4,3%	0%	16%	6,4%	73,4%
El profesor de matemáticas es justo a la hora de calificar	4,3%	0%	1,1%	5,3%	89,4%
Con qué frecuencia el profesor de matemáticas utiliza TIC en sus clases	75,5%	7,4%	11,7%	4,3%	1,1%
Usted cree que el profesor de matemáticas se hace entender	6,4%	1,1%	21,3%	12,8%	58,5%

Tabla 15. (Continuación)

	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Usted piensa que el profesor de matemáticas domina los conceptos matemáticos que enseña	2,1%	0%	1,1%	4,3%	92,6%
RESPUESTAS DE LOS DOCENTES					
	Poco importante		Importante		Muy importante
Importancia del uso de las TIC	13,4%		46,4%		40,2%
	Licenciatura		Posgrado	Maestría	
Formación académica del docente	14,9%		62,8%	22,3%	
	No tan agradable		Agradable	Muy agradable	
Qué tan agradable le resulta la labor docente			22,95%	67,05%	
	No tan gratificante		Gratificante	Muy gratificante	
Qué tan gratificante es la labor docente	7%		73%	20%	
	Gusto		Vocación	Habilidad	
Por qué siguió esta profesión	77,3%		9,2%	13,5%	
	Tradicional			Constructivista	
Estrategia metodológica del docente	65,95%			34,05%	

Fuente: Autoras, 2015

Tabla 16. Descripción de las variables cuantitativas asociadas a los aspectos académicos

VARIABLES CUANTITATIVAS ASPECTOS ACADÉMICOS	RESUMEN NUMÉRICO					
	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	RIC	Asimetría	Curtosis
Horas diarias que dedica para la realización de tareas	2,24	0,95	0,42	1	0,79	0,92
Competencia matemática (prueba 10%)	6,90	1,57	0,23	1,7	0,07	-0,52
RESPUESTAS DE LOS DOCENTES						
Edad del docente	42,69	10,098	0,25	16	0,543	-1,287
Años ejerciendo la profesión docente	15,12	10,123	0,67	11	0,905	-0,137

Fuente: Autoras, 2015

Con respecto a los aspectos académicos se destacan los siguientes resultados, el (75,5%) de los estudiantes de la muestra aseguran que tienen un lugar en la casa destinado para el estudio, y un (50%) expresa que cuenta con alguien que le ayuda en sus tareas de matemáticas, además se cuenta con un promedio de 2,2

horas diarias dedicadas a las tareas escolares y un promedio de 6,9 en la evaluación de competencia matemática tomada de la prueba del 10% que se desarrolla de forma semestral en el ITSTA, este último resultado muestra que en general los estudiantes del colegio aprueban esta evaluación interna. Además, la mayoría de los estudiantes de la muestra (61,7%) desarrollan una actividad distinta a estudiar.

Con respecto a la percepción que tienen los estudiantes del docente de matemáticas los resultados son muy favorables un 45% asegura que su docente de matemáticas nunca es malgeniado, el 61,7% dice que el docente nunca hace la clase aburrida, 66% indican que siempre existe un ambiente de confianza en la clase de matemáticas, 85% señala que el profesor de matemáticas siempre es respetuoso en el trato que da a sus estudiantes, 81,2% que el profesor de matemáticas siempre resuelve dudas en la clase, 73,4% indican que el profesor siempre atiende a reclamos o consultas y según un 89,4% el profesor siempre es justo a la hora de calificar, al 78,7% le gusta la forma como enseña su profesor de matemáticas, así como el 92,6% piensa que el profesor de matemáticas domina los conceptos y la el 58,5% asegura que el docente siempre se hace entender. Sin embargo existe una falla en el uso de las TIC en la clase de matemáticas, pues 75,5% de los estudiantes comentan que el profesor de matemáticas nunca utiliza TIC en su clase.

Teniendo en cuenta que para la recolección de datos se aplica un cuestionario a los docentes de matemáticas donde se encuentra un contraste de resultados con respecto al uso de TIC, ya que como se observa en el análisis anterior la mayoría de los estudiantes aseguran que no se utilizan en la clase de matemáticas, sin embargo el 46,4% de docentes dicen que el uso de TIC en clase es importante.

La planta docente del ITSTA cuenta con profesores de matemáticas con una edad promedio de 42,69 años, que llevan en promedio 15,12 años ejerciendo su profesión, todos son licenciados, y de ellos el 62,8% tiene posgrados y el 22,3% han realizado maestría.

Además, la mayoría de los docentes (67,05%) asegura que le resulta muy agradable ser docente, también que su labor es gratificante (73%), y se encuentra que la mayoría siguió esta profesión por gusto (77,3%). Finalmente con respecto a la estrategia metodológica 65,95% afirma seguir una metodología tradicional y el 34,05% una constructivista.

Aspectos actitudinales y físicos.

Tabla 17. Descripción de las variables cualitativas asociadas a los aspectos actitudinales y físicos

VARIABLES CUALITATIVAS ASPECTOS ACTITUDINALES Y FISICOS		RESUMEN NUMÉRICO				
		No	Si			
Le gusta la materia de matemáticas		20,2%	79,8%			
Sufre de alguna enfermedad diagnosticada por un especialista		78,7%	21,3%			
Ha sufrido de matoneo alguna vez		93,6%	6,4%			
Usted se siente a gusto en el colegio		7,4%	92,6%			
		Hombre	Mujer			
Género		48,9%	51,1%			
		Malo	Regular	Aceptable	Bueno	Excelente
Cómo cree que es su rendimiento académico		0%	1,1%	33%	59,6%	6,4%
Cómo cree que es su rendimiento en matemáticas		0%	8,5%	41,5%	39,4%	10,6%
Cómo piensa que sus compañeros lo consideran a usted en el ámbito académico		1,1%	1,1%	34%	58,5%	5,3%
Cómo piensa que sus compañeros lo consideran a usted en su rendimiento en matemáticas		0%	6,4%	35,1%	53,2%	5,3%
Su relación con el profesor de matemáticas es		0%	2,1%	25,6%	72,3%	0%
Cómo es su disciplina en clase de matemáticas		0%	10,6%	1,1%	61,7%	26,6%
		Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Usted mantiene relaciones respetuosas con los demás compañeros de su salón		0%	0%	3,2%	9,6%	87,2%
Con qué frecuencia falla al colegio por alguna enfermedad		39,4%	36,2%	22,3%	0%	2,1%
Con qué frecuencia consume alcohol u otras sustancias psicoactivas		84%	11,7%	3,2%	0%	1,1%
Usted sufre o ha sufrido de depresión o ansiedad		33%	23,4%	20,2%	18,1%	4,3%
		Nada	Medianamente	Bastante		
Se siente motivado por el profesor para aprender matemáticas		11,7%	35,1%	53,2%		
Siente que sus compañeros de clase lo aprecian		2,1%	29,8%	68,1%		
Se siente a gusto con su apariencia física		1,1%	13,8%	85,1%		
Se siente aceptado y valorado por sus amigos		1,1%	14,9%	84%		
		Delgadez	Normal	Sobrepeso	Obesidad	
IMC		36,1%	54,3%	8,5%	1,1%	

Tabla 17. (Continuación)

	No cumple	Cumple uno	Cumple dos	Cumple todos
Puntuación alimentación	6,3%	42,6%	44,7%	6,4%

Fuente: Autoras, 2015

Tabla 18. Descripción de las variables cuantitativas asociadas a los aspectos actitudinales y físicos.

VARIABLES CUNTITATIVAS ASPECTOS ACTITUDINALES Y FISICOS	RESUMEN NUMÉRICO					
	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	RIC	Asimetría	Curtosis
Número de veces que ha sido citado a coordinación este año por problemas disciplinarios	0,35	0,744	2,12	0	2,229	4,799
Cuántas veces le han llamado la atención por usar dispositivos electrónicos en clase de matemáticas	0,39	1,220	3,1	0	5,404	36,008
Cuántas horas diarias duerme aproximadamente	8,18	1,320	0,16	2	-0,555	-0,655
Edad	13,76	2,009	0,15	14	-0,117	-1,005

Fuente: Autoras, 2015

La muestra de estudiantes contó con 48,9% hombres y 51,1% mujeres, que en su mayoría (54,3%) presentan un IMC normal (18,5 - 24,9), y con respecto a sus hábitos alimenticios se encuentra que tan solo el 6.4% de los estudiantes cumplen con los criterios diarios de sana alimentación como son: 3 - 6 reguladores, 2 - 3 constructores y 7 - 12 energéticos (Daza, 1997). Sólo un 21,3% declaró tener una enfermedad diagnosticada por un especialista y el promedio de horas diarias de sueño es de 8,18 el cual se encuentra dentro del rango normal.

En cuanto a las características emocionales, la gran mayoría niega haber sufrido de matoneo, se siente a gusto con su apariencia física, se siente bastante aceptado y valorado por sus amigos y nunca consume alcohol ni otras sustancias psicoactivas, sin embargo, con respecto a los episodios de ansiedad los resultados se encuentran distribuidos en las cinco opciones encontrándose que sólo un 4.3% afirman sufrir estos episodios de manera constante, los demás los presentan esporádicamente o nunca han vivenciado tales condiciones, con respecto a los llamados de atención por utilizar aparatos electrónico en clase de

matemáticas y las veces que han sido citados a coordinación por indisciplina presentan promedios muy bajos.

Se puede concluir que al 79,8% de los estudiantes de la muestra le gusta la matemática, un poco más de la mitad de los estudiantes de la muestra (53,2%) se siente motivado por el profesor para aprender matemáticas y un 59,6% cree que en general tienen un buen rendimiento académico, en la materia de matemáticas el 41,5% creen que su rendimiento es aceptable, la mayoría (58,5%) piensan que los compañeros lo consideran bueno en el ámbito académico en general y de igual forma (53,4%) piensan que los compañeros lo consideran bueno en matemáticas, el 68,1% de los estudiantes de la muestra sienten que sus compañero de clase lo aprecian, asegurando además (87,2%) que mantienen una excelente relación con sus compañeros de salón de clase, con respecto a la relación con el profesor de matemáticas la mayoría (72,3%) aseguran que es buena, de igual forma la mayoría (72%) expresa que tiene una buena disciplina en la clase de matemáticas y que se siente a gusto con el colegio (92,6%).

Aspectos familiares y socioeconómicos.

Tabla 19. Descripción de las variables cualitativas asociadas a los aspectos familiares y socioeconómicos.

VARIABLES CUALITATIVAS ASPECTOS FAMILIARES Y SOCIOECONÓMICOS		RESUMEN NUMÉRICO				
		No		Si		
En su casa consumen licor u otras sustancias psicoactivas		80,9%		19,1%		
Usted se siente a gusto en su familia		7,4%		92,6%		
		Cerca		Lejos		
Barrio donde vive		40,4%		59,6%		
		Malas	Regulares	Aceptables	Buenas	Excelentes
Cómo son sus relaciones con sus padres o responsables		0%	3,2%	4,3%	38,3%	54,3%
Cómo son sus relaciones con sus hermanos		0%	6,2%	14,7%	45,5%	33,8%
Cómo es la relación entre sus padres		3,4%	5,5%	6,6%	35,3%	49,1%
Cómo es la convivencia en su hogar		0%	8,9%	8,8%	49,1%	41,7%
		Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Con qué frecuencia usted dialoga con los miembros de su familia		0%	3,2%	16%	35,1%	45,7%
Sus padres o responsables lo castigan injustamente		37,2%	19,1%	34%	7,4%	2,1%

Tabla 19. (Continuación)

	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre		
Con qué frecuencia es reprendido o castigado en su casa	9,6%	46,8%	28,7%	7,6%	7,4%		
Con qué frecuencia se presentan problemas familiares en su hogar	21,7%	23,8%	40,8%	8,9%	4,7%		
		Nada	Medianamente	Bastante			
Sus padres o responsables son malgeniados	22,3%	68,1%	9,6%				
Sus padres o responsables son estrictos y exigentes	5,3%	41,5%	53,2%				
Usted se siente comprendido y valorado por los miembros de su familia	0%	17%	83%				
Cuánta atención recibe por parte de sus padres o acudientes	1,1%	27,7%	71,3%				
	Prohibiciones	Físicos	Físicos y prohibiciones	Otros			
Qué tipos de castigo recibe en su casa	8,5%	9,8%	1,1%	7,4%			
	Dialogando	Agresión física	Agresión verbal	Otros			
Cuando se presentan problemas o conflictos familiares, ¿cómo los resuelven	90,4%	6,4%	1,1%	1,1%			
	0	1	2	3			
Estrato del estudiante	1,1%	26,6%	54,3%	14,9%			
	Mamá	Papá	Mamá y papá	Abuelos	Otro		
En su casa quién da las órdenes	41,5	24,5%	28,7%	4,3%	2,1%		
	Nuclear	Extensa	Monoparental	Ensamblada	Ensamblada y extensa	Monoparental y extensa	
Tipo de familia	54,3%	10,6%	19,1%	3,2%	1,2%	11,7%	
	Primaria incompleta	Primaria	Secundaria incompleta	Secundaria	Técnico o tecnólogo	Universitario	Posgrado
Nivel educativo de la madre	3,2%	19,1%	11,7%	35,1%	7,4%	21,3%	2,1%
Nivel educativo del padre	6,2%	8,5%	10,6%	41,5%	5,3%	14,9%	2,1%

Fuente: Autoras, 2015

Tabla 20. Descripción de las variables cuantitativas asociadas a los aspectos familiares y socioeconómicos.

VARIABLES CUNTITATIVAS ASPECTOS FAMILIARES Y SOCIOECONÓMICOS	RESUMEN NUMÉRICO					
	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	RIC	Asimetría	Curtosis
En promedio semanalmente cuántas horas comparte con los miembros de su familia	14,06	14,578	1,04	15	1,860	3,112

Fuente: Autoras, 2015

Con respecto a los aspectos socioeconómicos y familiares; los estudiantes de la muestra del ITSTA pertenecen a familias en su mayoría (54,3%) nuclear, lo que quiere decir que provienen de hogares formados por padres y hermanos, sin embargo hay estudiantes (19,1%) que tienen un hogar monoparental, situación común en Colombia, por los altos índices de padre y madre solterismo actual. La mayoría de los encuestados (54,3%), pertenecen al estrato socioeconómico 2, situación regular en las instituciones de carácter público como está. En lo referente al nivel educativo tanto del padre como de la madre prevalece la secundaria completa (41,5% y 35,1% respectivamente), lo que indica que gran parte de los padres de familia poseen conocimientos básicos para colaborar con sus hijos con sus actividades escolares, se encuentran porcentajes pequeños de padres y madres con primaria incompleta, de éstos siendo mayor el porcentaje de madres (6,4% y 3,2% respectivamente).

El 59,6% de los estudiantes viven lejos del colegio, tomando como criterio para determinar si el estudiante vive lejos, que su residencia se encuentre ubicada a más de 10 cuadras a la redonda del colegio. Los resultados de esta variable muestran la cobertura del colegio en el municipio de Duitama, pues no sólo cursan sus estudios en esta institución residentes de los barrios aledaños, sino población que debe desplazarse desde lugares alejados, haciendo uso de distintos medios como autobús, bicicleta y caminando.

Se encuentra también, que generalmente quien da las ordenes en el hogar es la mamá, por otro lado los estudiantes en su mayoría (54,3%) aseguran mantener excelentes relaciones personales con sus padres y hermanos, además un 49,12% expresa que sus padres tienen una excelente relación entre ellos, lo que llevaría a inferir que existen ambientes familiares adecuados en la mayoría de los hogares de los estudiantes del ITSTA.

Además un 45,7% aseguran mantener diálogo constante con los miembros de su familia, contrastando con un 68,1% que aseguran que sus padres son medianamente malgeniados y un 53,2% que afirman que los padres son bastante exigentes. Los estudiantes aseguran que en promedio comparten 14 horas semanales con su familia y en su mayoría (83,5%) se sienten bastante comprendidos y valorados por los miembros de su familia, de igual forma 71,3% asegura que le prestan bastante atención, lo cual se corresponde con que los estudiantes declaren tener una buena convivencia en su hogar, y en cuanto a los problemas familiares, 41,92% dicen que se presentan rara vez y que la forma de resolverlos, según el 90,4% es dialogando, resultados coherentes con que al 92,6% de los estudiantes aseguren sentirse a gusto con su familia.

Por otro lado, las variables presentadas a continuación se descartaron por no presentar varianza significativa, pero dejan claro características de la muestra, definitivamente a los estudiantes les interesa el estudio, creen que las matemáticas le sirven para su vida, sienten que igualmente para sus padres el estudio es importante y se sienten estimulados por ellos para estudiar, además los estudiantes consideran que en sus hogares existen las posibilidades económicas para brindarle los elementos suficientes para su estudio. En lo que al docente se refiere los estudiantes expresan que al profesor le gusta que ellos participen y los docentes por su parte expresan que tienen una concepción dinámica de la matemática ya que dejan ver en sus comentarios la importancia de su aplicación a la vida diaria, además sienten que su profesión no es bien remunerada.

Tabla 21. Descripción de las variables cualitativas que no presentaron baja varianza

	No	Si
Al profesor de matemáticas le gusta que los estudiantes participen en clase	1,1%	98,9%
Al estudiante le interesa el estudio	1,1%	98,9%
El estudiante cree que las matemáticas le sirven para su vida	1,1%	98,9%
Según el estudiante para los padres el estudio es importante	0%	100%
Según el estudiante los padres lo motivan para estudiar	1,1%	98,9%
El estudiante considera que en su hogar existen las posibilidades económicas para brindarle los elementos suficientes para su estudio	5,3%	94,7%
El docente cree que su profesión es bien remunerada	100%	0%
Concepción que tiene el docente de las matemáticas	DINÁMICA= 100%	ESTÁTICA=0%

Fuente: Autoras, 2015

3.2.2 Análisis descriptivo bivariado.

Para identificar si existe relación entre las variables explicativas y la variable respuesta, se realizará en primer lugar para las variables cualitativas la prueba de independencia Chi-cuadrado propuesta por Pearson (Landeró y González, 2006).

Tabla 22. Descripción bidimensional de las variables cualitativas nominales

VARIABLE	Aprobó	Reprobó	Chi-cuadrado	Coefficiente de contingencia	Sig. asintótica bilateral
Disposición de internet en la casa SI NO	50 20	17 7	0.003	0.006	0.956
Presencia de lugar exclusivo para estudiar en la residencia SI NO	48 22	23 1	7.187	0.267	0.007
Presencia de alguien que le preste ayuda o asesore en las actividades de matemáticas extraescolares SI NO	31 39	16 8	3.581	0.192	0.058
El estudiante practica alguna actividad distinta a estudiar SI NO	49 21	9 15	7.989	0.28	0.005
Opinión del estudiante sobre el gusto del profesor por la docencia SI NO	65 5	24 0	1.811	0.137	0.178
A juicio del estudiante el profesor tiene una buena metodología de enseñanza de la materia SI NO	59 11	15 9	5.064	0.226	0.024
Al estudiante le agrada la materia matemáticas SI NO	62 8	13 11	13.118	0.35	0.000
El estudiante sufre alguna enfermedad diagnosticada por un especialista SI NO	15 55	5 19	0.004	0.006	0.951
Género del estudiante FEMENINO MASCULINO	31 39	17 7	5.041	0.226	0.025
Tipo de familia del estudiante NUCLEAR EXTENSA MONOPARENTAL	39 7 12	12 3 6	1.54	0.127	0.908

Tabla 22. (Continuación)

VARIABLE	Aprobó	Reprobó	Chi-cuadrado	Coeficiente de contingencia	Sig. asintótica bilateral
ESNSAMBLADA	2	1			
ENSAMBLADA - EXTENSA	1	0			
MONOPARENTAL- EXTENSA	9	2			
El estudiante vive cerca o lejos del colegio					
CERCA	32	6	3.184	0.181	0.074
LEJOS	38	18			
El estudiante ha sufrido de matoneo alguna vez					
Si	4	2	0.205	0.047	0.651
No	66	22			
Quién da las ordenes en la casa del estudiante					
Mamá	31	8	4.699	0.218	0.32
Papa	17	6			
Papá y mamá	20	7			
Abuelos	2	2			
Padraastro	0	1			
Tipo de castigo que el estudiante recibe en casa					
Prohibiciones	8	0	3.379	0.189	0.337
Físicos	54	21			
Físicos y prohibiciones	1	0			
Otros	5	2			
En la casa del estudiante los problemas familiares los resuelven					
Dialogando	64	21	6.066	0.247	0.108
Agresión física	5	1			
Agresión verbal	0	1			
Otros	0	1			
En la casa del estudiante consumen licor u otras sustancias psicoactivas					
Si	13	5	0.059	0.025	0.808
No	57	19			
El estudiante se siente a gusto con su familia					
Si	65	22	0.037	0.02	0.848
No	5	2			
El estudiante se siente a gusto en el colegio					
Si	66	21	1.194	0.112	0.275
No	4	3			

Tabla 22. (Continuación)

VARIABLE	Aprobó	Reprobó	Chi-cuadrado	Coefficiente de contingencia	Sig. asintótica bilateral
Razón por la cual el docente escogió esta profesión					
Gusto	58	14	8.659	0.293	0.013
Vocación	3	5			
Habilidad	7	5			
Estrategia metodológica utilizada por el profesor					
Tradicional	41	14	0.933	0.107	0.334
Constructivista	16	9			

Fuente: Autoras, 2015

A la luz de los resultados anteriores y teniendo en cuenta las referencias consultadas, se puede inferir que, el hecho de tener un lugar en la residencia exclusivo para estudiar influye sobre el rendimiento académico en matemáticas, así los estudiantes que poseen este sitio en su casa presentan mejor rendimiento académico que aquellos que no lo poseen.

De acuerdo con Artunduaga (2008, cit. Vega, 2013), los estudiantes que realizan actividades extra-clase obtienen mejor rendimiento académico, encontrándose esta correspondencia en los estudiantes del ITSTA.

Con relación a la opinión del estudiante sobre la metodología de enseñanza del docente, se encuentra que aquellos que consideran que el docente tiene una buena metodología de enseñanza obtienen mejor rendimiento académico en comparación de aquellos que difieren de esta opinión, confirmando lo expuesto por Edel (2003) quien presenta como influyentes en el rendimiento académico factores como las metodologías de enseñanza utilizadas.

En cuanto al gusto o no de los estudiantes por la materia de matemáticas, se encontró que aquellos a quienes les agrada la materia obtienen mejor rendimiento en ésta en comparación con aquellos a los cuales no les agrada, lo cual es expuesto por Ortiz y Zabala (2001, cit. Erazo, 2012), quien señala que los estudiantes con mejor actitud y motivación, presentan más capacidades para el aprendizaje de las matemáticas a diferencia de estudiantes que opinan que las matemáticas son difíciles y no hay una forma de aprenderla, creando una predisposición negativa y un bajo aprendizaje.

El género del estudiante muestra influencia en el rendimiento académico en matemáticas, como lo ha expuesto Lozano (2003), encontrándose a diferencia del estudio de ella, que los hombres tienen un mejor rendimiento en esta materia que las mujeres en el ITSTA.

Finalmente se puede observar que otra variable que tiene influencia en el rendimiento académico en matemáticas, como lo expuso Vélez, Schiefelbein y Valenzuela (1994, cit. Erazo, 2012), es la razón por la cual el docente decidió seguir esta profesión, así aquellos estudiantes que cursan la materia con docentes que eligieron la profesión por gusto obtienen mejor rendimiento académico que aquellos que la ven con docentes que la eligieron por vocación o habilidad.

Las demás variables cualitativas al no presentar relación con el aprobar o no matemáticas, no serán incluidas en el modelo que pretende explicar este hecho.

En segundo lugar se analiza la relación de las variables cuantitativas con aprobar o no matemáticas, para esto debe primero aplicarse una prueba de normalidad a dichas variables cuantitativas, resultados que permitirán definir si debe realizarse una prueba paramétrica o no paramétrica de independencia. Para tal fin se aplicará un test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov dado que el tamaño de muestra es superior a 50 (Daniel, 2003).

Tabla 23. Test de normalidad para las variables cuantitativas bajo estudio

VARIABLE	TEST DE KOLMOGOROV-SMIRNOV	VALOR - P
Número de horas extraclase que dedica el estudiante para realizar tareas, trabajos y preparar evaluaciones	2,536	0.000
Número de veces que el estudiante en los que va corrido del año ha sido citado a coordinación por faltas disciplinarias	4,339	0.000
Número de veces que el estudiante en lo que va corrido del año ha recibido llamados de atención en clase de matemáticas por usar dispositivos electrónicos inadecuadamente	4,218	0.000
Número promedio de horas diarias que el estudiante duerme	1,844	0,002
Edad del estudiante	1,241	0,092
Tiempo que comparte el estudiante con los miembros de la familia	2,036	0,001
Competencia matemática (prueba 10%)	0,783	0,572
Edad del profesor	2,537	0.000
Años ejerciendo la profesión docente	2,041	0.000

Fuente: Autoras, 2015

Como se puede observar las variables edad del estudiante ($p=0,092$) y competencia matemática ($p=0,572$) muestran significancia estadística para afirmar que tienen distribución normal, las otras variables cuantitativas no pasan el test de normalidad ($p<0,05$).

En este caso se procede de la siguiente forma, para el análisis de la relación entre aprobar o no matemáticas y las variables cuantitativas de distribución normal que son edad del estudiante y competencia matemática se hace una prueba t- student, y para el análisis de la relación entre aprobar o no matemáticas y las variables cuantitativas que no cumplen con el test de normalidad se utilizará un test no paramétrico para comparar las medianas de las variables según la aprobación o no de la materia matemáticas, creando dos grupos para el test de Wilcoxon.

Se realiza la prueba de independencia t-Student para mirar el grado de asociación entre las variables Edad del estudiante y Nota primer período, así como la nota obtenida en la prueba de competencia matemática y Nota primer período.

Para llevar a cabo esta prueba deben cumplirse dos requisitos, la variable cuantitativa debe distribuirse normalmente, lo cual se verificó anteriormente con la prueba Kolmogorov-Smirnov para cada una de las variables cuantitativas, y las varianzas de la distribución de la variable cuantitativa en las poblaciones de las que provienen los grupos que se comparan deben ser homogéneas, para lo cual se realiza la prueba de Levene de homogeneidad de varianzas (Aguayo, 2007) la cual arroja el siguiente resultado para la variable edad del estudiante:

	F	Valor p
Edad del estudiante	0,043	0,836

Resultado que indica homogeneidad de varianzas, ya que no hay evidencia estadística que indique que las varianzas son distintas en cada grupo, con lo cual se procede a la realización de la prueba t-Student, la cual da los siguientes valores:

	T	GI	Valor p
Edad	2,598	92	0,013

Con lo cual se tiene que existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la edad del estudiante y el aprobar o reprobar matemáticas, es decir hay una asociación entre estas dos variables, lo cual ha sido expuesto por Lozano (2003) quien afirma que variables como la edad son capaces de predecir de modo bastante significativo el rendimiento académico.

Ahora con respecto a la asociación de las variables Competencia matemática y Rendimiento académico en matemáticas, se verificó anteriormente con la prueba Kolmogorov-Smirnov que la variable Competencia matemática se distribuye normalmente, con respecto a las varianzas de la distribución de la variable cuantitativa en las poblaciones de las que provienen los grupos que se comparan se tiene la prueba de Levene de homogeneidad de varianzas la cual arroja el siguiente resultado:

	F	Valor p
Competencia matemática	2,571	0,112

Resultado que muestra homogeneidad de varianzas, con lo cual se procede a la realización de la prueba t-Student, la cual arroja los siguientes valores:

	t	Gl	Valor p
Competencia matemática	-4,472	92	0,000

Lo anterior indica que existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la competencia matemática y el aprobar o reprobar matemáticas, es decir hay una asociación entre estas dos variables.

Ahora se realiza el test de Wilcoxon para mirar el grado de asociación entre las variables que no pasaron el test de normalidad, y la variable Nota primer período.

Tabla 24. Test de Wilcoxon para las variables continuas no distribuidas normalmente

VARIABLE	TEST DE WILCOXON (VALOR-P)
Número de horas extraclase que dedica el estudiante para realizar tareas, trabajos y preparar evaluaciones	0.000
Número de veces que el estudiante en los que va corrido del año ha sido citado a coordinación por faltas disciplinarias	0.000
Número de veces que el estudiante en lo que va corrido del año ha recibido llamados de atención en clase de matemáticas por usar dispositivos electrónicos inadecuadamente	0.000
Número promedio de horas diarias que el estudiante duerme	0.000
Tiempo que comparte el estudiante con los miembros de la familia	0.000
Edad del profesor	0.000
Años ejerciendo la profesión	0.000

Fuente: Autoras, 2015

Teniendo en cuenta las diferencias de las medianas de aprobó matemáticas y número de horas extra clase que dedica el estudiante para realizar tareas, trabajos y preparar evaluaciones; y reprobó matemáticas y número de horas extra clase que dedica el estudiante para realizar tareas, trabajos y preparar evaluaciones ($p=0,000$) se puede concluir que existe significancia estadística suficiente para decir que existe diferencia entre estas dos medianas, por lo tanto se encuentra relación entre estas dos variables, siguiendo a Cantaluppi, (2004) quien encontró en la literatura que los hábitos extraescolares con dedicación entre 8 y 10 horas a la semana en tareas, revisión de apuntes, se encuentran relacionados con el rendimiento académico.

De forma análoga se analizan las variables; número de veces que el estudiante en los que va corrido del año ha sido citado a coordinación por faltas disciplinarias, número de veces que el estudiante en lo que va corrido del año ha recibido llamados de atención en clase de matemáticas por usar dispositivos electrónicos inadecuadamente, número promedio de horas diarias que el estudiante duerme, tiempo que comparte el estudiante con los miembros de la familia, edad del profesor y años ejerciendo la profesión.

En este orden de ideas y contrastando con estudios previos el número de veces que el estudiante en lo que va corrido del año ha sido citado a coordinación por faltas disciplinarias y número de veces que el estudiante en lo que va corrido del año ha recibido llamados de atención en clase de matemáticas por usar dispositivos electrónicos inadecuadamente, confirman la influencia de las emociones y conductas en el rendimiento académico según (Romero & Lavigne, 2005; Navarro, 2006; Zapata, 2009 cit. Erazo, 2012)

En el aspecto orgánico el test de Wilcoxon revela la relación entre el número promedio de horas diarias que el estudiante duerme y resultados en la asignatura así como lo dice el estudio realizado por Erazo (2012) cuando relaciona su rendimiento con las características físicas del estudiante, dentro de las cuales se encuentra el buen dormir.

Otra variable que muestra relación con el rendimiento académico es el tiempo que comparte con los miembros de su familia situación respaldada por Erazo (2012) quien afirmó que múltiples estudios han llegado a la conclusión que las sanas relaciones familiares, generan en el estudiante la capacidad de obtener buenos resultados.

Lo que al docente se refiere, este test revela relación del rendimiento académico con la edad del docente y sus años de experiencia, la edad del docente se había

tomado dentro de esta investigación como información general del mismo, mientras que la variable años de experiencia hacen parte de factores contemplados en estudios sobre rendimiento académico y demuestra estar asociado con un incremento del logro académico de los estudiantes según (Vélez, Schiefelbein y Valenzuela, cit. Villalba A y Salcedo M , 2008).

3.2.3 Análisis factorial.

Los métodos estadísticos basados en modelos de variables latentes juegan un importante papel en el análisis de datos multivariantes. Este mecanismo permite responder a necesidades prácticas en la medida que disminuye las dimensiones del estudio conservando la calidad de la información, es por esto que se hace necesario efectuar el análisis factorial a cada aspecto de este estudio y así por medio de la matriz de correlaciones y su estructura base, identificar las variables latentes que estarán presentes en el modelo estadístico.

En este caso el análisis se hace a las variables de tipo ordinal y las cuantitativas que en análisis previos muestran asociación con la variable respuesta, se toman los respectivos grupos de variables de cada aspecto (académico, familiar y socioeconómico y actitudinal y físico) utilizando el paquete estadístico SPSS, se inicia con la observación de la matriz de correlaciones y su determinante para verificar la dependencia de las variables, su matriz antiimagen, seguido del test de esfericidad de Bartlett como prueba de hipótesis de matriz identidad y la medida de adecuación muestral KMO con el fin de conocer la pertinencia del análisis factorial a cada grupo de variables, con el cuadro de varianza total explicada y gráfico de sedimentación se calcula el número de componentes a los cuales se comprueba el supuesto de normalidad, finalmente con la matriz de componentes y observando las saturaciones se agrupan las variables en los respectivos factores y en caso de no existir diferencia significativa se hacen las respectivas rotaciones, hasta obtener las agrupaciones factoriales más apropiadas que se llevarán a la construcción del modelo.

Aspectos académicos

El determinante de la matriz de correlaciones (matriz de correlaciones presentada en el anexo D1) es de 0,0000142, lo cual indica, al ser un valor bastante pequeño, que hay dependencia entre las variables de este aspecto. La matriz de correlación muestra 80 correlaciones significativamente distintas de cero ($p < 0,05$), correspondientes al 52,3% de las correlaciones.

La prueba de esfericidad de Bartlett muestra que hay evidencia estadística significativa para rechazar la hipótesis nula de que la matriz de correlaciones es una matriz identidad, es decir existen correlaciones significativas entre las variables; y la medida de adecuación muestral de Káiser- Meyer-Olkin indica que es adecuado llevar a cabo un análisis factorial.

Tabla 25. KMO y prueba de Bartlett asociada a los aspectos académicos

Medida de adecuación muestral de Káiser-Meyer-Olkin		0,650
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	783,392
	gl	153
	Valor p	0,000

Fuente: Autoras, 2015

Calculada la matriz de correlación anti-imagen (Anexo D4), se observan fuera de la diagonal 63 valores superiores a 0.09, los cuales representan el 41.2% de las correlaciones antiimagen, y de 153 correlaciones anti- imagen fuera de la diagonal tan sólo 5 valores son superiores a 0,5 lo cual indica que es viable la realización del análisis factorial, ya que hay bastantes coeficientes pequeños de correlación parcial entre dos variables. Los valores de la medida de adecuación muestral de cada variable (se encuentran en la diagonal de la matriz de correlación antiimagen) son en su mayoría superiores a 0,5, tan sólo 4 medidas de adecuación muestral están por debajo de este valor, por lo cual no se incluirán estas variables en el análisis factorial (Quintín, 2007). Se realiza en primer lugar la prueba de Kolmogorov-Smirnov para verificar la normalidad multivariada de las puntuaciones factoriales.

Tabla 26. Prueba de Kolmogorov-Smirnov asociada a los aspectos académicos

		FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3
N		94	94	94
Parámetros normales	Media	0	0	0
	Desviación típica	1	1	1
Diferencias más extremas	Absoluta	0,086	0,054	0,086
	Positiva	0,061	0,049	0,061
	Negativa	-0,086	-0,054	-0,086
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,834	0,524	0,834
Sig. asintót. (bilateral)		0,489	0,946	0,489

Fuente: Autoras, 2015

El nivel de significancia de los tres factores es mayor a 0.05, por lo tanto se observa que las puntuaciones factoriales, se ajustan a una distribución normal de media 0 y varianza 1, lo que indica que podemos proceder con el análisis factorial. Teniendo en cuenta lo anterior, se construye la tabla 27 correspondiente a la varianza total explicada asociada a los aspectos académicos, la cual muestra 4 componentes con autovalor mayor que 1, los cuales son respectivamente 4.87, 2.074, 1.349, y 1.028, además el primer componente explica el 34.764% de la varianza total, el segundo el 14.812%, el tercero el 9.633% y el cuarto el 7.344%, es decir, los cuatro explican en total el 66.553% de la varianza.

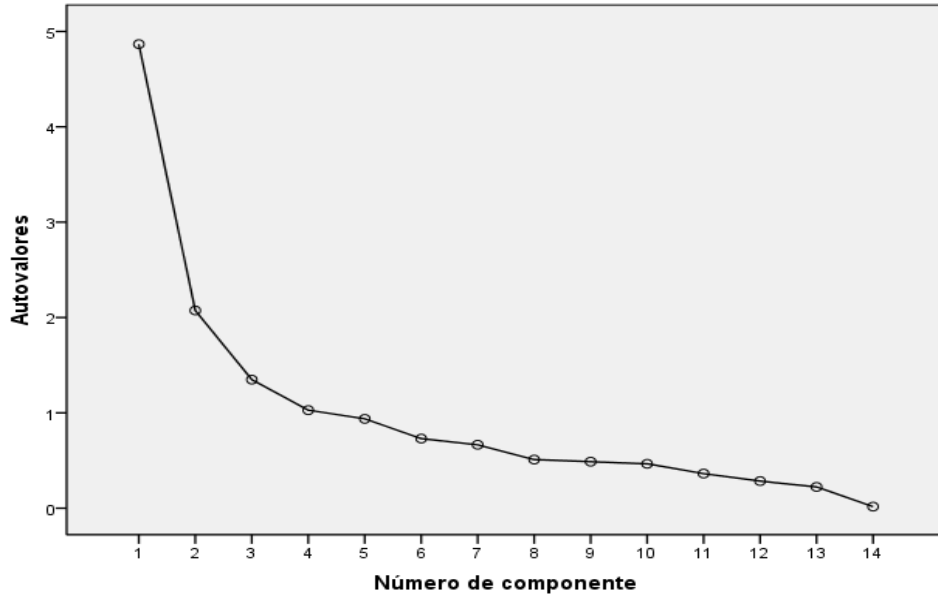
Tabla 27. Varianza total explicada asociada a los aspectos académicos

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	4.867	34.764	34.764	4.867	34.764	34.764
2	2.074	14.812	49.576	2.074	14.812	49.576
3	1.349	9.633	59.209	1.349	9.633	59.209
4	1.028	7.344	66.553	1.028	7.344	66.553
5	0.937	6.696	73.249			
6	0.730	5.215	78.464			
7	0.665	4.750	83.214			
8	0.510	3.641	86.855			
9	0.488	3.486	90.340			
10	0.465	3.325	93.665			
11	0.363	2.591	96.257			
12	0.284	2.031	98.287			
13	0.223	1.594	99.882			
14	0.017	0.118	100.000			

Fuente: Autoras, 2015

Observando el gráfico de sedimentación para los aspectos académicos, se confirma lo dicho anteriormente sobre el número de componentes, se visualiza que la selección de las cuatro primeras componentes parece ser adecuada, pues a partir de la quinta componente no es muy inclinada la pendiente de la representación gráfica de los autovalores, según lo propuesto por Cattell (1966).

Gráfico 1. Gráfico de sedimentación asociado a los aspectos académicos



Fuente: Autoras, 2015

En este punto, se procede a analizar la matriz de componentes, para saber en qué componente satura cada variable.

Tabla 28. Matriz de componentes asociada a los aspectos académicos

	Componente			
	1	2	3	4
El profesor de matemáticas es malgeniado	-0.785	-0.029	0.035	-0.083
Le parece que el profesor de matemáticas hace que la clase sea aburrida	-0.820	0.033	0.120	0.053
Siente que existe un ambiente de confianza en la clase de matemáticas	0.717	0.150	-0.226	-0.161
El profesor de matemáticas es respetuoso en el trato que da a sus estudiantes	0.377	-0.106	-0.442	0.669
El profesor de matemáticas resuelve dudas en la clase	0.588	0.277	0.443	0.116
El profesor de matemáticas atiende a reclamos o consultas	0.435	0.203	0.700	-0.102
El profesor de matemáticas es justo a la hora de calificar	0.706	0.378	0.174	0.112

Tabla 28. (Continuación)

Con qué frecuencia el profesor de matemáticas utiliza tic en sus clases	0.317	-0.357	0.057	-0.138
Usted cree que el profesor de matemáticas se hace entender	0.772	0.158	-0.167	-0.083
Usted piensa que el profesor de matemáticas domina los conceptos matemáticos que enseña	0.521	0.454	0.014	0.295
Qué tan agradable le resulta la labor docente	0.142	-0.657	0.489	0.110
Competencia matemática	0.303	0.345	-0.289	-0.597
Edad del docente	-0.643	0.631	0.102	0.145
Años ejerciendo la profesión docente	-0.630	0.686	0.074	0.077

Fuente: Autoras, 2015

Se hace necesario realizar una rotación promax (rotación oblicua que permite que los factores estén correlacionados) a la matriz de componentes, pues factores como ¿con qué frecuencia el profesor de matemáticas utiliza tic en sus clases?, edad del docente, y años ejerciendo la labor docente saturan de manera muy similar en dos factores.

Así la matriz de componentes rotada queda:

Tabla 29. Matriz de componentes rotada asociada a los aspectos académicos

	Componente			
	1	2	3	4
El profesor de matemáticas es malgeniado	-0.674	0.259	-0.040	0.098
Le parece que el profesor de matemáticas hace que la clase sea aburrida	-0.652	0.283	0.004	-0.157
Siente que existe un ambiente de confianza en la clase de matemáticas	0.672	-0.102	-0.047	0.205
El profesor de matemáticas es respetuoso en el trato que da a sus estudiantes	0.487	-0.120	-0.593	-0.359
El profesor de matemáticas resuelve dudas en la clase	0.572	0.015	0.479	-0.102
El profesor de matemáticas atiende a reclamos o consultas	0.263	-0.118	0.813	-0.112
El profesor de matemáticas es justo a la hora de calificar	0.813	0.139	0.237	-0.046

Tabla 29. (Continuación)

Con qué frecuencia el profesor de matemáticas utiliza TIC en sus clases	0.019	-0.273	-0.016	0.703
Usted cree que el profesor de matemáticas se hace entender	0.731	-0.103	-0.014	0.152
Usted piensa que el profesor de matemáticas domina los conceptos matemáticos que enseña	0.770	0.311	0.023	-0.027
Competencia matemática	0.435	0.238	-0.054	0.368
Edad del docente	-0.035	0.884	-0.013	-0.263
Años ejerciendo la profesión docente	-0.016	0.930	0.010	-0.140
Qué tan gratificante es la labor docente	-0.222	-0.735	0.138	-0.419

Fuente: Autoras, 2015

Tras esta rotación se observa que es necesario realizar una nueva extracción de la matriz de componentes empleando únicamente tres factores, debido a que el cuarto factor queda con una sola variable, lo cual es poco pertinente pues la idea del análisis factorial es encontrar factores comunes que agrupen variables que correlacionen entre sí, por lo tanto, se excluirá del análisis la variable referente a la frecuencia de uso de tic en las clases de matemáticas, teniendo en cuenta que en la matriz de correlaciones (Anexo D1), esta variable no presenta correlaciones significativas con las demás variables.

Por tanto la matriz de componentes queda de la siguiente manera:

Tabla 30. Matriz de componentes asociada a los aspectos académicos

	Componente		
	1	2	3
El profesor de matemáticas es malgeniado	-0.793	0.013	0.035
Le parece que el profesor de matemáticas hace que la clase sea aburrida	-0.817	0.040	0.122
Siente que existe un ambiente de confianza en la clase de matemáticas	0.721	0.086	-0.206
El profesor de matemáticas es respetuoso en el trato que da a sus estudiantes	0.384	-0.205	-0.484

Tabla 30. (Continuación)

El profesor de matemáticas resuelve dudas en la clase	0.589	0.351	0.364
El profesor de matemáticas atiende a reclamos o consultas	0.439	0.292	0.716
El profesor de matemáticas es justo a la hora de calificar	0.709	0.411	0.065
Usted cree que el profesor de matemáticas se hace entender	0.775	0.113	-0.170
Competencia matemática	0.309	0.276	-0.293
Edad del docente	-0.633	0.642	-0.067
Años ejerciendo la profesión docente	-0.626	0.702	-0.077
Qué tan gratificante es la labor docente	0.225	-0.591	0.341
Usted piensa que el profesor de matemáticas domina los conceptos matemáticos que enseña	0.520	0.460	-0.112

Con lo cual los factores quedan conformados de la siguiente manera:

Tabla 31. Factores asociados a los aspectos académicos

FACTOR 1: Opinión sobre el docente	Agrupar variables como el profesor de matemáticas es malgeniado, le parece que el profesor de matemáticas hace que la clase sea aburrida, siente que existe un ambiente de confianza en la clase de matemáticas, el profesor de matemáticas resuelve dudas en la clase, el profesor de matemáticas es justo a la hora de calificar, usted cree que el profesor de matemáticas se hace entender, usted piensa que el profesor de matemáticas domina los conceptos matemáticos que enseña, y competencia matemática
FACTOR 2: Aspecto Docente	Agrupar variables específicas del docente tales como la edad de éste, los años ejerciendo la profesión docente, y qué tan gratificante le resulta la labor docente.
FACTOR 3: Actitud del docente	Incluye las variables acerca de si el profesor de matemáticas es respetuoso en el trato que da a sus estudiantes, así como si atiende a reclamos y consultas.

Fuente: Autoras, 2015

Aspectos actitudinales y físicos.

El determinante de la matriz de correlaciones (matriz de correlaciones presentada en el anexo D2) es de 0.005, lo cual al ser un valor pequeño, indica que hay dependencia entre las variables de este aspecto. La matriz de correlación muestra 78 correlaciones distintas de cero ($p < 0,05$), es decir, el 41,1% de correlaciones significativas

La prueba de esfericidad de Bartlett muestra que hay evidencia estadística significativa para rechazar la hipótesis nula de que la matriz de correlaciones es una matriz identidad, es decir existen correlaciones significativas entre las variables; y la medida de adecuación muestral de Káiser- Meyer-Olkin indica que es adecuado llevar a cabo un análisis factorial.

Tabla 32. KMO y prueba de Bartlett asociada a los aspectos actitudinales y físicos

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		0.710
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	457.600
	gl	136
	Sig.	0.000

Fuente: Autoras, 2015

Calculada la matriz de correlación anti-imagen (Anexo D5), se observan fuera de la diagonal 96 valores superiores a 0.09, los cuales representan el 50.5% de las correlaciones antiimagen, y de 190 correlaciones anti- imagen fuera de la diagonal tan sólo una es superior a 0,5 lo cual indica que es viable la realización del análisis factorial, ya que hay bastantes coeficientes pequeños de correlación parcial entre dos variables. Los valores de la medida de adecuación muestral de cada variable (se encuentran en la diagonal de la matriz de correlación antiimagen) son en su mayoría superiores a 0,5, sólo 3 medidas de adecuación muestral están por debajo de este valor, por lo cual no se incluirán estas variables en el análisis factorial (Quintín, 2007).

Ahora se procede a realizar la verificación del ajuste normal de las puntuaciones factoriales, mediante la prueba de Kolmogorov – Smirnov.

Tabla 33. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para los aspectos actitudinales y físicos

		FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4	FACTOR 5
N		94	94	94	94	94
Parámetros normales	Media	0	0	0	0	0
	Desviación típica	1	1	1	1	1
Diferencias más extremas	Absoluta	0,060	0,063	0,065	0,063	0,065
	Positiva	0,046	0,063	0,065	0,063	0,065
	Negativa	-0,060	-0,045	-0,051	-0,045	-0,051
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,583	0,582	0,599	0,582	0,599
Sig. asintót. (bilateral)		0,887	0,887	0,865	0,887	0,865

Fuente: Autoras, 2015

Comprobado el ajuste normal de las puntuaciones factoriales, se procede a escoger el número de factores para estos aspectos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se construye la tabla 34 correspondiente a la varianza total explicada asociada a los aspectos académicos, la cual muestra 6 componentes con autovalor mayor que 1, los cuales son respectivamente 4.284, 1.778, 1.635, 1.384, 1.177, 1.070, además el primer componente explica el 25.2% de la varianza total, el segundo el 10.459%, el tercero el 9.619%, el cuarto el 8.14%, el quinto un 6.924% y el sexto un 6.293%, es decir, los cuatro explican en total el 66.636% de la varianza.

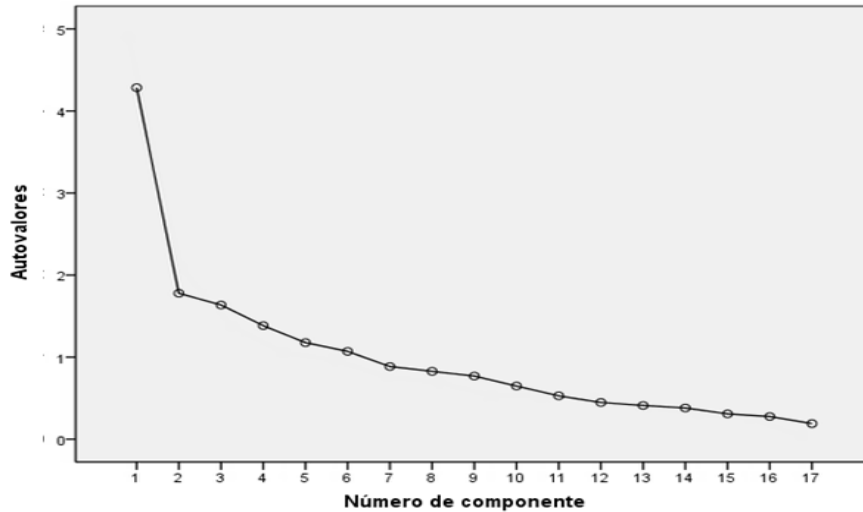
Tabla 34. Varianza total explicada asociada a los aspectos actitudinales y físicos

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	4.284	25.200	25.200	4.284	25.200	25.200
2	1.778	10.459	35.659	1.778	10.459	35.659
3	1.635	9.619	45.278	1.635	9.619	45.278
4	1.384	8.140	53.418	1.384	8.140	53.418
5	1.177	6.924	60.342	1.177	6.924	60.342
6	1.070	6.293	66.636	1.070	6.293	66.636
7	.886	5.211	71.846			
8	.827	4.864	76.710			
9	.769	4.526	81.237			
10	.648	3.812	85.049			
11	.528	3.108	88.157			
12	.448	2.633	90.790			
13	.411	2.416	93.206			
14	.380	2.238	95.444			
15	.309	1.815	97.259			
16	.276	1.625	98.884			
17	.190	1.116	100.000			

Fuente: Autoras, 2015

Teniendo en cuenta el gráfico de sedimentación para los aspectos académicos, se confirma lo dicho anteriormente sobre el número de componentes, se visualiza que la selección de las seis primeras componentes parece ser adecuada, pues a partir de la séptima componente no es muy acusada la pendiente de la representación gráfica de los autovalores, según lo propuesto por Cattell (1966).

Gráfico 2. Gráfico de sedimentación asociado a los aspectos actitudinales y físicos



Fuente: Autoras, 2015

Ahora, se procede a analizar la matriz de componentes, para saber en qué componente satura cada variable.

Tabla 35. Matriz de componentes asociada a los aspectos actitudinales y físicos

	Componente					
	1	2	3	4	5	6
Se siente motivado por el profesor para aprender matemáticas	0.644	-0.303	-0.035	0.396	-0.116	0.058
Cómo cree que es su rendimiento académico	0.578	0.293	-0.327	0.045	0.047	0.263
Cómo cree que es su rendimiento en matemáticas	0.639	0.137	-0.381	0.071	0.292	-0.290
Cómo piensa que sus compañeros lo consideran a usted en el ámbito académico	0.605	0.487	-0.169	-0.247	0.141	0.214
Cómo piensa que sus compañeros lo consideran a usted en su rendimiento en matemáticas	0.761	0.109	-0.289	-0.245	0.268	0.101
Usted mantiene relaciones respetuosas con los demás compañeros de su salón	0.391	0.458	0.381	-0.145	-0.347	0.189
Su relación con el profesor de matemáticas es	0.536	-0.156	-0.205	0.529	-0.251	-0.141
Cómo es su disciplina en clase de matemáticas	0.461	0.216	-0.125	0.237	-0.251	-0.385

Tabla 35. (Continuación)

Siente que sus compañeros de clase lo aprecian	0.650	0.091	0.495	0.067	0.217	0.133
IMC	-0.257	0.430	-0.223	0.525	-0.037	0.134
Puntuación alimentación	-0.126	0.337	0.158	-0.106	0.491	-0.620
Con qué frecuencia falla al colegio por alguna enfermedad	-0.328	-0.290	-0.139	0.376	0.473	0.078
Se siente a gusto con su apariencia física	0.477	-0.143	0.619	0.039	0.115	0.006
Se siente aceptado y valorado por sus amigos	0.416	-0.221	0.461	0.294	0.260	0.078
Usted sufre o ha sufrido de depresión o ansiedad	-0.430	0.171	-0.078	0.220	0.378	0.458
Cuántas horas diarias duerme aproximadamente	0.512	-0.489	-0.073	-0.129	0.024	-0.005
Edad	-0.265	0.570	0.346	0.394	-0.041	-0.107

Fuente: Autoras, 2015

Se hace necesario realizar una rotación promax (rotación oblicua que permite que los factores estén correlacionados) a la matriz de componentes, pues factores como ¿cómo es su relación con el profesor de matemáticas?, ¿con qué frecuencia falla al colegio por alguna enfermedad? ¿se siente aceptado y valorado por sus amigos? y ¿usted sufre o ha sufrido de depresión o ansiedad? presentan un peso similar en dos factores.

De esta forma la matriz de componentes rotada queda:

Tabla 36. Matriz de componentes rotada asociada a los aspectos actitudinales y físicos

	Componente					
	1	2	3	4	5	6
Se siente motivado por el profesor para aprender matemáticas	0,339	0,482	0,703	-0,314	-0,055	-0,308
Cómo cree que es su rendimiento académico	0,742	0,171	0,356	-0,040	0,110	-0,161
Cómo cree que es su rendimiento en matemáticas	0,689	0,157	0,596	-0,284	-0,035	0,317

Tabla 36. (Continuación)

Cómo piensa que sus compañeros lo consideran a usted en el ámbito académico	0,818	0,227	0,166	-0,053	0,355	0,071
Cómo piensa que sus compañeros lo consideran a usted en su rendimiento en matemáticas	0,853	0,298	0,382	-0,427	0,131	0,069
Usted mantiene relaciones respetuosas con los demás compañeros de su salón	0,289	0,381	0,057	0,149	0,725	-0,061
Su relación con el profesor de matemáticas es	0,277	0,244	0,811	-0,153	-0,052	-0,203
Cómo es su disciplina en clase de matemáticas	0,297	0,108	0,636	-0,042	0,285	0,203
Siente que sus compañeros de clase lo aprecian	0,432	0,823	0,252	-0,131	0,297	0,038
IMC	0,012	-0,246	-0,003	0,676	-0,212	-0,135
Puntuación alimentación	-0,031	-0,029	-0,122	0,131	0,035	0,855
Con qué frecuencia falla al colegio por alguna enfermedad	-0,195	-0,075	-0,126	0,130	-0,734	-0,081
Se siente a gusto con su apariencia física	0,113	0,776	0,195	-0,231	0,270	0,050
Se siente aceptado y valorado por sus amigos	0,128	0,734	0,257	-0,139	-0,052	-0,060
Usted sufre o ha sufrido de depresión o ansiedad	-0,051	-0,140	-0,479	0,506	-0,464	-0,225
Cuántas horas diarias duerme aproximadamente	0,260	0,310	0,402	-0,656	-0,036	-0,135
Edad	-0,200	0,054	-0,142	0,736	0,176	0,209

Fuente: Autoras, 2015

Tras esta rotación se observa que es necesario realizar una nueva extracción de la matriz de componentes empleando únicamente cinco factores, debido a que el sexto factor queda con una sola variable, lo cual es poco pertinente pues la idea del análisis factorial es encontrar factores comunes que agrupen variables que correlacionen entre sí, por lo tanto, se excluirá del análisis la variable referente a la puntuación alimentación, teniendo en cuenta que en la matriz de correlaciones (Anexo D2), esta variable no presenta correlaciones significativas con las demás variables.

Al realizar la extracción con 5 factores se observa nuevamente el problema de la saturación semejante de algunas variables en dos factores, por tanto se rota esta matriz y se obtiene la siguiente matriz de componentes:

Tabla 37. Matriz de componentes rotados asociada a los aspectos actitudinales y físicos

	Componente				
	1	2	3	4	5
Se siente motivado por el profesor para aprender matemáticas	0,240	0,375	-0,173	0,669	-0,038
Cómo cree que es su rendimiento académico	0,679	0,010	0,028	0,225	0,136
Cómo cree que es su rendimiento en matemáticas	0,770	0,112	-0,095	0,195	-0,103
Cómo piensa que sus compañeros lo consideran a usted en el ámbito académico	0,762	0,077	0,002	-0,097	0,340
Cómo piensa que sus compañeros lo consideran a usted en su rendimiento en matemáticas	0,811	0,157	-0,333	0,047	0,104
Usted mantiene relaciones respetuosas con los demás compañeros de su salón	0,151	0,254	0,177	0,015	0,728
Su relación con el profesor de matemáticas es	0,250	0,160	0,027	0,778	-0,033
Cómo es su disciplina en clase de matemáticas	0,343	0,063	0,151	0,431	0,252
Siente que sus compañeros de clase lo aprecian	0,308	0,762	-0,026	0,029	0,225
IMC	0,062	-0,236	0,680	0,162	-0,171
Con qué frecuencia falla al colegio por alguna enfermedad	-0,126	0,038	0,096	-0,029	-0,741
Se siente a gusto con su apariencia física	-0,002	0,764	-0,145	0,040	0,196
Se siente aceptado y valorado por sus amigos	0,035	0,740	-0,048	0,159	-0,113
Usted sufre o ha sufrido de depresión o ansiedad	-0,052	-0,100	0,373	-0,276	-0,428
Cuántas horas diarias duerme aproximadamente	0,188	0,231	-0,594	0,285	-0,037
Edad	-0,149	0,141	0,775	-0,108	0,133

Fuente: Autoras, 2015

Con lo cual los factores quedan conformados de la siguiente manera:

Tabla 38. Factores asociados a los aspectos actitudinales y físicos

FACTOR 1: Autoimagen académica	Cómo cree que es su rendimiento académico, cómo cree que es su rendimiento en matemáticas, cómo piensa que sus compañeros lo consideran a usted en el ámbito académico y cómo piensa que sus compañeros lo consideran a usted en su rendimiento en matemáticas
FACTOR 2: Aceptación estudiante	Siente que sus compañeros de clase lo aprecian, se siente a gusto con su apariencia física y se siente aceptado y valorado por sus amigos
FACTOR 3: Orgánicos	IMC, cuántas horas diarias duerme aproximadamente y edad
FACTOR 4: Motivación y disciplina	Se siente motivado por el profesor para aprender matemáticas, su relación con el profesor de matemáticas es, cómo es su disciplina en clase de matemáticas.
FACTOR 5: Ambiente escolar	Usted mantiene relaciones respetuosas con los demás compañeros de su salón, con qué frecuencia falla al colegio por alguna enfermedad y Usted sufre o ha sufrido de depresión o ansiedad

Fuente: Autoras, 2015

Aspectos familiares y socioeconómicos.

Al momento de generar la matriz de correlaciones Anexo D3 con las variables de este aspecto, se observa que el determinante es 0,007 lo cual muestra dependencia entre las variables, a su vez se presentan 53 pares de variables con correlaciones significativamente distintas de cero ($P < 0,05$) que corresponde al 44,2% del total de las correlaciones,

Tabla 39. KMO y prueba de Bartlett asociada a los aspectos familiares y socioeconómicos

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		0.723
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	324.911
	Gl	120
	Sig.	0.000

Fuente: Autoras, 2015

La medida de adecuación muestral de káiser-Meyer-Olkin para el análisis de las variables de este aspecto presenta un valor mayor a 0,50 lo que indica que es prudente hacer el análisis factorial, con respecto a la prueba de esfericidad de Bartlett el nivel de significancia ($p < 0,05$) muestra que hay suficiente significancia estadística para rechazar la hipótesis nula de matriz identidad, con lo que se puede asumir que las variables se encuentran fuertemente relacionadas.

Continuando con la matriz de correlación de anti-imagen Anexo D6, se hace un conteo del valor absoluto de las correlaciones superiores a 0,09 y este da como resultado que un 60,8% de los 120 coeficientes de correlación parcial cambiados de signo y de las medidas de adecuación encontramos hay 2 con un valor menor a 0,5 lo que indica razón suficiente para descartar dichas variables que en este caso son: Nivel educativo del padre, estrato socioeconómico del estudiante y el promedio de horas semanales que el estudiante comparte con los miembros de su familia, las medidas de adecuación muestral restantes muestran valores grandes lo que indica la viabilidad del análisis factorial con estas variables.

Se verifica antes de la elección de los factores, que las puntuaciones factoriales se distribuyan normalmente

Tabla 40. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para los aspectos familiares y socioeconómicos

		FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4
N		94	94	94	94
Parámetros normales	Media	0	0	0	0
	Desviación típica	1	1	1	1
Diferencias más extremas	Absoluta	0,103	0,070	0,095	0,064
	Positiva	0,070	0,044	0,053	0,043
	Negativa	-0,103	-0,070	-0,095	-0,064
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,952	0,652	0,881	0,589
Sig. asintót. (bilateral)		0,325	0,789	0,420	0,878

Fuente: Autoras, 2015

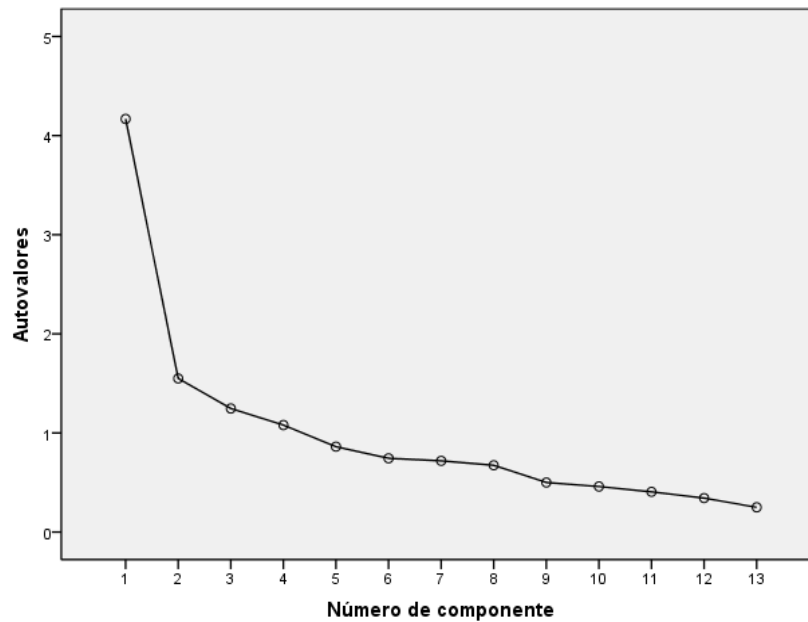
Tras verificar que no es posible rechazar la hipótesis nula, se asume que las puntuaciones se distribuyen normalmente, y se procede a la elección del número de componentes observando los valores que se generan en la tabla 41 de varianza total explicada se encuentra que son 4 los componentes que tienen autovalor inicial mayor que 1, los cuales explican el 61,878% de la varianza total.

Tabla 41. Varianza total explicada asociada a los aspectos familiares y socioeconómicos

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	4,168	32,061	32,061	4,168	32,061	32,061
2	1,550	11,919	43,980	1,550	11,919	43,980
3	1,247	9,592	53,573	1,247	9,592	53,573
4	1,080	8,305	61,878	1,080	8,305	61,878
5	,861	6,625	68,503			
6	,744	5,727	74,229			
7	,719	5,528	79,757			
8	,674	5,184	84,941			
9	,500	3,847	88,788			
10	,459	3,535	92,323			
11	,405	3,119	95,442			
12	,343	2,638	98,080			
13	,250	1,920	100,000			

Fuente: Autoras, 2015

Gráfico 3. Gráfico de sedimentación asociado a los aspectos familiares y socioeconómicos



Fuente: Autoras, 2015

Para corroborar la información anterior de los componentes se genera el gráfico de sedimentación en el cual se observa que efectivamente allí también a partir del cuarto componente se da el cambio de pendiente en las rectas. De esta forma se inicia el proceso de identificación de variables que se agrupan en cada factor en la matriz de componentes.

Tabla 42. Matriz de componentes asociada a los aspectos familiares y socioeconómicos

	Componente				Componente			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Nivel educativo de la madre	-0,17	-0,36	-0,48	0,62	-0,11	-0,02	0,02	0,87
Cómo son sus relaciones con sus padres o responsables	0,75	0,24	0,16	0,08	0,76	-0,16	-0,14	-0,18
Cómo son sus relaciones con sus hermanos	0,58	0,17	0,03	0,46	0,72	-0,06	0,01	0,22
Cómo es la relación entre sus padres	0,52	-0,21	0,47	0,12	0,46	-0,53	0,20	-0,15
Con qué frecuencia usted dialoga con los miembros de su familia	0,48	0,00	-0,19	0,37	0,50	-0,10	-0,16	0,34
Sus padres o responsables son malgeniados	-0,44	0,54	-0,28	-0,07	-0,21	0,72	-0,06	-0,04
Sus padres o responsables son estrictos y exigentes	-0,26	0,68	-0,08	0,11	0,10	0,73	0,10	-0,08
Usted se siente comprendido y valorado por los miembros de su familia	0,65	0,42	0,13	0,05	0,73	0,05	-0,14	-0,24
Cuánta atención recibe por parte de sus padres o acudientes	0,72	0,2	-0,12	0,05	0,66	-0,09	-0,36	-0,03
Considera que sus padres o responsables lo castigan injustamente	-0,52	-0,15	0,36	0,46	-0,24	0,03	0,72	0,25
Con qué frecuencia es reprendido o castigado en su casa	-0,45	0,09	0,69	0,12	-0,16	0,06	0,77	-0,27
Cómo es la convivencia en su hogar	0,83	0,06	0,05	-0,08	0,67	-0,32	-0,34	-0,19
Con qué frecuencia se presentan problemas familiares en su hogar	-0,61	0,54	0,11	0,27	-0,15	0,71	0,47	0,02

Fuente: Autoras, 2015

En la matriz de componentes se observa la asociación de las variables del aspecto familiar y socioeconómico de la siguiente forma; en el factor 1: se ubican las variables cómo son sus relaciones con sus padres o responsables, cómo es la relación entre sus padres, usted se siente comprendido y valorado por los miembros de su familia, cuánta atención recibe por parte de sus padres o acudientes

Teniendo en cuenta que las variables nivel educativo de la madre, cómo son sus relaciones con sus hermanos, con qué frecuencia usted dialoga con los miembros de su familia, considera que sus padres o responsables lo castigan injustamente y con qué frecuencia se presentan problemas familiares en su hogar, no muestran gran diferencia entre los pesos de un factor y otro, y además el cuarto factor no tiene variables, se hace necesario hacer una rotación, la cual se hace por método promax con el fin de mantener la correlación de los factores optimizando la solución por columna, la variable nivel educativo de la madre se deja sola en un factor pues para tomar la decisión de retirarla del análisis factorial debía observarse que no tuviera una correlación significativa con las demás variables, lo cual en este caso no se cumple, por tanto los factores quedan conformados así:

Tabla 43. Factores asociados a los aspectos familiares y socioeconómicos

FACTOR 1 Relaciones del estudiante con su ambiente familiar	Cómo son sus relaciones con sus padres o responsables, usted se siente comprendido y valorado por los miembros de su familia, cuánta atención recibe por parte de sus padres o acudientes, cómo es la convivencia en su hogar, cómo son sus relaciones con sus hermanos y con qué frecuencia usted dialoga con los miembros de su familia
FACTOR 2: Ambiente en el hogar	Sus padres o responsables son malgeniados, sus padres o responsables son estrictos y exigentes, cómo es la relación entre sus padres, y con qué frecuencia se presentan problemas familiares en su hogar
FACTOR 3: Disciplina en el hogar	Con que frecuencia es reprendido o castigado en su casa y considera que sus padres o responsables lo castigan injustamente
FACTOR 4:	Nivel educativo de la madre

Fuente: Autoras, 2015

3.2.4 Construcción de variables indicadoras.

Se llevará a cabo un análisis factorial confirmatorio, el cual tiene la intención de construir indicadores generales de los aspectos analizados previamente, es decir, se construirán variables latentes que tendrán como indicadores los factores hallados anteriormente, las cuales describirán a los aspectos académicos, actitudinales y físicos, y familiares y socioeconómicos.

Aspectos Académicos.

Se tendrán en cuenta las siguientes variables latentes, para determinar el indicador de este aspecto:

Opinión sobre el docente = - 0,793*(el profesor de matemáticas es malgeniado) - 0,817* (le parece que el profesor de matemáticas hace que la clase sea aburrida) + 0,721*(siente que existe un ambiente de confianza en la clase de matemáticas) + 0,709*(el profesor de matemáticas es justo a la hora de calificar) + 0,775*(usted cree que el profesor de matemáticas se hace entender)

Información Docente = 0,642*(edad del docente) + 0,702*(años ejerciendo la profesión docente)

Actitud del docente = 0,716*(el profesor de matemáticas atiende a reclamos o consultas)

Observada la matriz de correlación entre estas tres variables latentes, se encuentran correlaciones altamente significativas distintas de cero, además la prueba de esfericidad de Bartlett es significativa, lo cual permite rechazar la hipótesis nula de matriz identidad, la medida de adecuación muestral, aunque es baja permite realizar el análisis factorial de estas variables, se empleará la misma técnica de componentes principales empleada en el análisis factorial exploratorio.

Tabla 44. KMO y prueba de Bartlett asociada a los aspectos académicos

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		0.565
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	35.619
	Gl	3
	Sig.	0.000

Fuente: Autoras, 2015

El supuesto de normalidad se verificó anteriormente (ver tabla 26 sección 3.2.3) por tanto se procede a la determinación de los componentes que identificarán este aspecto. En la tabla 45 Se observa el porcentaje de varianza total explicada por un componente (único con autovalor mayor a 1) es de 58.2%.

Tabla 45. Varianza total explicada asociada a los aspectos académicos

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	1.746	58.197	58.197	1.746	58.197	58.197
2	.806	26.881	85.078			
3	.448	14.922	100.000			

Fuente: Autoras, 2015

De este modo se tiene que el componente es:

Tabla 46. Componente asociado a los aspectos académicos

	Componente
	1
Opinión sobre el docente	0.860
Información Docente	-0.746
Actitud del docente	0.670

Fuente: Autoras, 2015

Por tanto el indicador de los aspectos académicos queda conformado de la siguiente manera:

$$\mathbf{Aspectos\ Docente} = 0.860*(Opinión\ sobre\ el\ docente) - 0.746*(Información\ Docente) + 0.670*(Actitud\ del\ docente)$$

Aspectos Actitudinales y Físicos.

Para este aspecto se tomarán las variables latentes conformadas así:

Autoimagen académica= 0.679*(cómo cree que es su rendimiento académico) + 0.762*(cómo piensa que sus compañeros lo consideran a usted en el ámbito académico) + 0.770*(cómo cree que es su rendimiento en matemáticas) + 0.811*(cómo piensa que sus compañeros lo consideran a usted en su rendimiento en matemáticas)

Aceptación estudiante= $0.740^*(\text{se siente aceptado y valorado por sus amigos}) + 0.762^*(\text{siente que sus compañeros de clase lo aprecian}) + 0.764^*(\text{se siente a gusto con su apariencia física})$

Orgánicos= $0.680^*(\text{IMC}) + 0.775^*(\text{Edad})$

Motivación y Disciplina = $0.669^*(\text{se siente motivado por el profesor para aprender matemáticas}) + 0.778^*(\text{cómo es su relación con el profesor de matemáticas}) + 0.431^*(\text{cómo es su disciplina en clase de matemáticas})$

Ambiente escolar= $-0.741^*(\text{frecuencia con la que falla al colegio por alguna enfermedad}) + 0.728^*(\text{usted mantiene relaciones respetuosas con los demás compañeros del salón})$

Realizada la matriz de correlaciones para estas variables se encuentra correlaciones significativamente distintas de cero y tanto la prueba de esfericidad de Bartlett como la media de adecuación muestral indican que es viable realizar un análisis factorial con estas variables.

Tabla 47. KMO y prueba de Bartlett asociada a los aspectos actitudinales y físicos

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		0,667
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	43,763
	gl	10
	Sig.	0,000

Fuente: Autoras, 2015

El supuesto de normalidad de las puntuaciones factoriales fue verificado anteriormente (ver tabla 33 de la sección 3.2.3) por tanto se procede a estipular los componentes de este aspecto. Las variables se agrupan en dos factores los cuales explican el 58,634% de la varianza total así:

Tabla 48. Varianza total explicada asociada a los aspectos actitudinales y físicos

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	1,90	38,01	38,01	1,90	38,01	38,01
2	1,03	20,63	58,63	1,03	20,63	58,63
3	0,84	16,83	75,46			
4	0,66	13,25	88,71			
5	0,56	11,29	100,00			

Fuente: Autoras, 2015

Los factores quedan conformados de la siguiente manera:

Tabla 49. Matriz de componentes asociada a los aspectos actitudinales y físicos

	Componente	
	1	2
Autoimagen académica	0,756	-0,033
Aceptación estudiante	0,689	0,181
Orgánicos	-0,319	0,805
Motivación y disciplina	0,720	-0,163
Ambiente escolar	0,484	0,568

Fuente: Autoras, 2015

Autoconcepto y comportamiento = $0.756*(Auto\ imagen\ académica) + 0.689*(Aceptación\ estudiante) + 0.720*(Motivación\ y\ disciplina)$

Orgánicos y escolar = $-0.319*(Orgánicos) + 0.568*(Ambiente\ escolar)$

A estas nuevas dos variables se les halla matriz de correlación encontrándose que no hay correlación significativa que permita agruparlas en un solo factor, por tanto se tienen para los aspectos actitudinales y físicos estas dos variable indicadoras.

Aspectos familiares y socioeconómicos

Para determinar el indicador de este aspecto se tendrán en cuenta las siguientes variables las cuales están conformadas así:

Relación del estudiante con su ambiente familiar = $0.76*(cómo\ son\ sus\ relaciones\ con\ sus\ padres\ o\ responsables) + 0.72*(cómo\ son\ sus\ relaciones\ con\ sus\ hermanos) + 0.73*(usted\ se\ siente\ comprendido\ y\ valorado\ por\ los\ miembros\ de\ su\ familia) + 0.66*(cuánta\ atención\ recibe\ por\ parte\ de\ sus\ padres\ o\ acudientes) + 0.67*(cómo\ es\ la\ convivencia\ en\ su\ hogar)$

Ambiente en el hogar = 0.72*(sus padres o responsables son malgeniados) + 0.73*(sus padres o responsables son estrictos y exigentes) + 0.71*(con qué frecuencia se presentan problemas familiares en su hogar)

Disciplina en el hogar = 0.72*(considera que sus padres o responsables lo castigan injustamente) + 0.77*(con qué frecuencia es reprendido o castigado en su casa)

Nivel educativo de la madre = 0.87*(Nivel educativo de la madre)

Se halla la matriz de correlaciones de estas cuatro variables latentes encontrándose que existen correlaciones significativamente distintas de cero y además observando la prueba de esfericidad de Bartlett hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de matriz identidad, y el valor de la adecuación muestral es aceptable por lo tanto por lo tanto se va a realizar un análisis factorial con estas variables, además teniendo presente que el supuesto de normalidad fue verificado anteriormente (ver tabla 40 Sección 3.2.3).

Tabla 50. KMO y prueba de Bartlett asociada a los aspectos familiares y socioeconómicos

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		0,606
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	33,463
	Gl	6
	Sig.	0,000

Fuente: Autoras, 2015

Este análisis indica que las variables se pueden agrupar en dos factores, los cuales explican el 68.999% de la varianza total así:

Tabla 51. Varianza total explicada asociada a los aspectos familiares y socioeconómicos

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	1,738	43,451	43,451	1,738	43,451	43,451
2	1,022	25,548	68,999	1,022	25,548	68,999
3	,712	17,809	86,807			
4	,528	13,193	100,000			

Fuente: Autoras, 2015

La correspondiente matriz de componentes queda de la siguiente forma:

Tabla 52. Matriz de componentes asociada a los aspectos familiares y socioeconómicos

	Componente	
	1	2
Relación del estudiante con su ambiente familiar	-0,809	-0,136
Ambiente en el hogar	0,684	-0,238
Nivel educativo de la madre	0,197	0,956
Disciplina en el hogar	0,760	-0,179

Fuente: Autoras, 2015

Con lo cual se construyen dos componentes para los aspectos familiares y socioeconómicos:

$$\mathbf{Hogar} = -0.809*(Relación\ del\ estudiante\ con\ su\ ambiente\ familiar) + 0.684*(Ambiente\ en\ el\ hogar) + 0.760*(Disciplina\ en\ el\ hogar)$$

$$\mathbf{Nivel\ educativo\ de\ la\ madre} = 0.956*(Nivel\ educativo\ de\ la\ madre)$$

A estas nuevas dos variables se les halla matriz de correlación encontrándose que no hay correlación significativa que permita agruparlas en un solo factor, por tanto se tienen para los aspectos familiares y socioeconómicos estas dos variable indicadoras.

3.3 MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA ASOCIADO A LOS FACTORES PERSONALES Y SOCIALES

Con el fin de alcanzar el objetivo primordial propuesto en esta investigación, realizados los correspondientes análisis unidimensional y bidimensional, identificadas las variables que presentan relación con el rendimiento académico, así como la reducción del número de variables que resultaron estadísticamente significativas, mediante la conformación de factores, se lleva a cabo la construcción del modelo lineal generalizado que explique el rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes del ITSTA durante el primer período académico en función de factores personales y sociales. Dicha construcción se

hace teniendo en cuenta lo planteado en la sección 2.5, y con ayuda del software estadístico R – 3.2.1.

Las variables independientes aspirantes a ser predictoras del rendimiento académico en matemáticas se presentan en la tabla 53. Las demás variables estudiadas en el análisis unidimensional y bidimensional no se toman en cuenta para este fin, debido a que no presentan relación significativa con el rendimiento académico, esto evidenciado en las distintas pruebas de independencia.

Tabla 53. Variables y factores que se incluirán en el modelo

FACTORES	ASPECTOS	VARIABLE / FACTOR
Factores personales	Aspectos académicos	Presencia de lugar exclusivo para estudiar en su residencia
		El estudiante practica alguna actividad distinta a estudiar
		A juicio del estudiante el profesor tiene una buena metodología de enseñanza de la materia
		Razón por la cual el docente escogió esta profesión
		Aspectos Docente
	Aspectos Actitudinales y físicos	Al estudiante le agrada la materia matemáticas
		Género del estudiante
		Autoconcepto y comportamiento
		Orgánicos y escolar
Factores sociales	Aspectos familiares y socioeconómicos.	Hogar
		Nivel educativo de la madre

Fuente: Autoras, 2015

Para la construcción del modelo se procederá en primer lugar con la *especificación* de éste, luego la *selección* del modelo más parsimonioso mediante el método hacia adelante y tomando el criterio de la devianza, el respectivo juzgamiento de hipótesis sobre los parámetros, construcción de intervalos de confianza para éstos, y la interpretación de los coeficientes de regresión (riesgo relativo, razón de odds), posteriormente se *evaluará* el modelo analizando su bondad de ajuste y por último se llevará a cabo la *interpretación* del modelo construido.

3.3.1 Especificación.

El modelo logístico tiene los siguientes componentes:

1. Componente aleatorio:

$$Y = \text{Rendimiento académico}$$

$$Y_i \sim \text{Bernoulli (caso particular de la Binomial)}$$

$$Y = \begin{cases} 0, & \text{el estudiante reprobó la materia de matemáticas} \\ & \text{el primer periodo} \\ 1, & \text{el estudiante aprobó la materia matemáticas} \\ & \text{el primer periodo} \end{cases}$$

2. Componente sistemático:

Variables aleatorias explicativas fijas, denotadas así:

Tabla 54. Notación de las variables predictoras.

Notación	Nombre
X_1	Presencia de lugar exclusivo para estudiar en su residencia
X_2	El estudiante practica alguna actividad distinta a estudiar
X_3	A juicio del estudiante el profesor tiene una buena metodología de enseñanza de la materia
X_4	Razón por la cual el docente escogió esta profesión
X_5	Al estudiante le agrada la materia matemáticas
X_6	Género del estudiante
X_7	Aspectos Docente
X_8	Autoconcepto y comportamiento
X_9	Orgánicos y escolar
X_{10}	Hogar
X_{11}	Nivel educativo de la madre

Fuente: Autoras, 2015

3. Función de enlace: La función que enlaza el componente sistemático y aleatorio corresponde a la función logística, por lo tanto la expresión corresponde a:

$$\text{logit}(\pi_i) = \ln\left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i}\right) = \beta_0 + \beta_i X_i$$

De esta forma el Modelo lineal queda especificado así:

$$\eta_i = \beta_0 + \alpha_i + \gamma_j + \delta_k + \varepsilon_l + \zeta_m + \xi_n + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \beta_{10} X_{10} + \beta_{11} X_{11}$$

donde:

β_0 : Intercepto

α_i : Efecto de presencia de lugar exclusivo para estudiar en su residencia, con $i = 0, 1$

γ_j : Efecto de El estudiante practica alguna actividad distinta a estudiar, con $j = 0, 1$

δ_k : Efecto de a juicio del estudiante el profesor tiene una buena metodología de enseñanza de la materia, con $k = 0, 1$

ε_l : Efecto de razón por la cual el docente escogió esta profesión, con $l = 0, 1, 2$

ζ_m : Efecto de al estudiante le agrada la materia matemáticas, $m = 0, 1$

ξ_n : Efecto de Género del estudiante, con $n = 0, 1$

β_j : Efecto de X_{ij} , con $j = 7, \dots, 11$

3.3.2 Selección.

En la etapa de selección del modelo se sigue el procedimiento paso a paso, con la versión hacia adelante, tomando el criterio de la deviance, según lo expuesto en la sección 2.5.6, el proceso llevado a cabo para la selección del modelo se puede observar en el Anexo E, donde se encuentra la deviance residual con sus correspondientes grados de libertad, el análisis de la deviance y el valor p de la prueba, así como el AIC (Criterio de Información de Akaike), de cada modelo construido.

Tras la implementación de éste proceso se llega a la construcción del modelo reducido que explica el rendimiento académico en función de dos variables dicotómicas (presencia de lugar exclusivo para estudiar en la residencia y el estudiante practica alguna actividad distinta a estudiar) y dos factores (autoconcepto y comportamiento, y orgánicos y escolar), el cual presentó el ajuste más óptimo a los datos con respecto a los demás modelos construidos, lo anterior se evidencia en la siguiente tabla.

Tabla 55. Análisis de Deviance

Modelo	GL	Deviance	Valor - p
Intercepto	93	106.804	
Autoconcepto y comportamiento	1	15.138	0.00009994***
Presencia de lugar exclusivo para estudiar en la residencia	1	7.6426	0.005701**
El estudiante practica alguna actividad distinta a estudiar	1	9.3269	0.002258**
Orgánicos y escolar	1	5.3345	0.020907*

Fuente: Autoras, 2015

Entonces, el modelo está determinado por el predictor lineal:

$$\eta_i = \beta_0 + \alpha_i + \gamma_j + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9$$

donde:

β_0 : Intercepto

α_i : Efecto de presencia de lugar exclusivo para estudiar en su residencia, con $i = 0, 1$

γ_j : Efecto de El estudiante practica alguna actividad distinta a estudiar, con $j = 0, 1$

β_8 : Efecto del factor autoconcepto y comportamiento

β_9 : Efecto del factor orgánicos y escolar

Recordando cómo están con formados los factores autoconcepto y comportamiento, y orgánicos y escolar:

$$\text{Autoconcepto y comportamiento} = 0.756*(\text{Auto imagen académica}) + 0.689*(\text{Aceptación estudiante}) + 0.720*(\text{Motivación y disciplina})$$

Donde cada componente corresponde a:

$$\text{Auto imagen académica} = 0.679*(\text{cómo cree que es su rendimiento académico}) + 0.762*(\text{cómo piensa que sus compañeros lo consideran a usted en el ámbito académico}) + 0.770*(\text{cómo cree que es su rendimiento en matemáticas}) + 0.811*(\text{cómo piensa que sus compañeros lo consideran a usted en su rendimiento en matemáticas})$$

Aceptación estudiante = 0.740*(se siente aceptado y valorado por sus amigos) + 0.762*(siente que sus compañeros de clase lo aprecian) + 0.764*(se siente a gusto con su apariencia física)

Motivación y disciplina = 0.669*(se siente motivado por el profesor para aprender matemáticas) + 0.778*(cómo es su relación con el profesor de matemáticas) + 0.431*(cómo es su disciplina en clase de matemáticas)

Orgánicos y escolar = -0.319*(*Orgánicos*) + 0.568*(*Ambiente escolar*)

Donde a su vez los aspectos involucrados en este factor están determinados así:

Orgánicos = 0.680*(IMC) + 0.775*(Edad)

Ambiente escolar = -0.741*(frecuencia con la que falla al colegio por alguna enfermedad) + 0.728*(usted mantiene relaciones respetuosas con los demás compañeros del salón)

De este modo la estimación de los coeficientes de regresión, la razón de *odds*, y los intervalos de confianza correspondientes a la razón de *odds*, son los siguientes:

Tabla 56. Estimación de razón de odds y sus intervalos de confianza

Variable	G L	Estimación	Error estándar	Estimador estandarizado	Razón de Odds	Intervalo de confianza del 95%	
						LI	LS
Intercepto	1	-0.3094	3.6879				
Autoconcepto y comportamiento	1	0.9874	0.3534	0.5255	2.684	1.4126	5.7521
Presencia de lugar exclusivo para estudiar en la residencia	1	-3.1272	1.1806	-	0.043	0.0020	0.3060
El estudiante practica alguna actividad distinta a estudiar	1	2.2414	0.6956	-	9.406	2.6058	41.372
Orgánicos y escolar	1	-0.4915	0.2250	-0.3916	0.611	0.3801	0.9305

Fuente: Autoras, 2015

Se puede observar que según el estimador estandarizado del factor autoconcepto y comportamiento este influye de forma positiva en el hecho de aprobar la materia matemáticas, lo que quiere decir que por cada unidad que se incremente este factor crece la probabilidad de aprobar la materia en 0.5, por otro lado con

respecto al factor Orgánicos y escolar, se observa un estimador estandarizado negativo, lo que quiere decir que por cada unidad que se incremente este factor decrece la posibilidad de aprobar la materia.

Para la variable presencia de lugar exclusivo para estudiar en la residencia se encontró que tiene mayor posibilidad de aprobar la materia un estudiante que no tiene destinado un sitio en su casa para estudiar que aquel que si lo posee. Por otro lado, los estudiantes que practican alguna actividad distinta a estudiar tienen mayor probabilidad de aprobar la asignatura que aquellos que no desarrollan otra actividad

Teniendo las variables presencia de lugar exclusivo para estudiar en la residencia, el estudiante practica alguna actividad distinta a estudiar y el factor orgánicos y escolar constantes, por cada unidad que incremente la puntuación del factor autoconcepto y comportamiento la posibilidad de aprobar la asignatura es 2,7 veces mayor que no aprobarla.

Es decir que a medida que el estudiante considere que su rendimiento académico en general y en el área de matemáticas es mejor, y mejore su percepción sobre la opinión que los compañeros tienen de él respecto a su rendimiento académico en general y en el área de matemáticas, a medida que el estudiante se sienta más aceptado y apreciado por sus amigos y compañeros de clase y se sienta más a gusto con su apariencia física, también se sienta más motivado por el profesor para aprender matemáticas y mejore su relación con él, en ese caso la probabilidad de aprobar matemáticas es 2,7 veces mayor.

Si las variables presencia de lugar exclusivo para estudiar en la residencia, el estudiante practica alguna actividad distinta a estudiar y el factor autoconcepto y comportamiento no varían, por cada unidad que incremente la puntuación del factor orgánicos y escolar la posibilidad de no aprobar la signatura es 1,64 veces mayor a aprobarla, esto es a medida que aumenta el IMC, la edad y su puntuación en el aspecto ambiente escolar, es 1,6 veces más probable reprobar la materia que aprobarla.

Realizada la estimación de los parámetros, (Tabla 57) se encuentra que, con una confianza del 99.9% el factor autoconcepto y comportamiento, y las variables presencia de lugar exclusivo para estudiar en la residencia, y el estudiante practica alguna actividad distinta a estudiar, contribuyen a explicar el rendimiento académico en matemáticas, y el factor orgánicos y escolar lo hace con un 99% de confianza.

Tabla 57. Estimación de los parámetros de regresión y juzgamiento de hipótesis

Coeficientes	Estimación	Error estándar	Valor z	Pr(> z)
Intercepto	-0.3094	3.6879	-0.084	0.93313
Autoconcepto y comportamiento	0.9874	0.3534	2.794	0.00521 **
Presencia de lugar exclusivo para estudiar en la residencia	-3.1272	1.1806	-2.649	0.00808 **
El estudiante practica alguna actividad distinta a estudiar	2.2414	0.6956	3.222	0.00127 **
Orgánicos y escolar	-0.4915	0.2250	-2.185	0.02890 *

Códigos de significancia: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '.' 1
 (Parámetro de dispersión para la familia binomial tomado como 1)
 Deviance del modelo nulo: 106.804 con 93 grados de libertad
 Deviance residual: 69.362 con 89 grados de libertad
 AIC: 79.362

Fuente: Autoras, 2015

Recordando que el rendimiento académico está definido por la aprobación o no de la materia de matemáticas en el primer período académico, con el siguiente modelo ajustado se puede determinar la probabilidad de aprobar la materia:

$$P(Y = 1) = \frac{\exp\{-0.3094 - 3.1272X_{i1} + 2.2414X_{i2} + 0.9874X_{i8} - 0.4915X_{i9}\}}{1 + \exp\{-0.3094 - 3.1272X_{i1} + 2.2414X_{i2} + 0.9874X_{i8} - 0.4915X_{i9}\}}$$

O lo que es lo mismo:

$$P(Y = 1) = \frac{1}{1 + \exp\{0.3094 + 3.1272X_{i1} - 2.2414X_{i2} - 0.9874X_{i8} + 0.4915X_{i9}\}}$$

3.3.3 Evaluación.

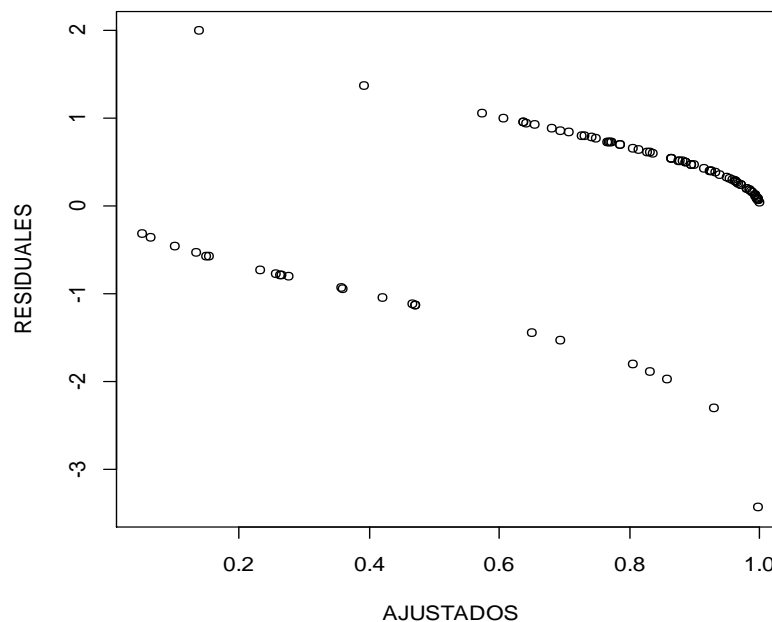
Para evaluar si el modelo propuesto se ajusta de manera correcta a los datos, se debe observar la bondad de ajuste del modelo, según lo especificado en la sección 2.5.6 se hará por medio de los residuales, recordando que éstos son la discrepancia entre el valor observado y el ajustado por el modelo, es decir que si el ajuste es apropiado, la diferencia entre estos dos valores debe ser mínima.

Se calculó el estadístico χ^2 con el fin de observar el comportamiento de los residuales, pero se encontró que hay unos pocos valores que hacen rechazar la hipótesis de que se distribuyen como una χ^2 con 8 grados de libertad, como se puede observar en el anexo F.

Por lo anterior se decide evaluar la bondad de ajuste del modelo a través de la concordancia entre los valores observados y los estimados según la regresión, hallándose una concordancia del 92,55% como se puede observar en el anexo G.

Luego de hacer el análisis de concordancia, para seguir evaluando el componente aleatorio se hace el gráfico de los residuales versus los valores ajustados, el cual muestra el comportamiento acertado para el caso dicotómico, demostrando que el error varía de forma constante con respecto a los datos ajustados.

Gráfico 4. Residuales vs. Valores Ajustados

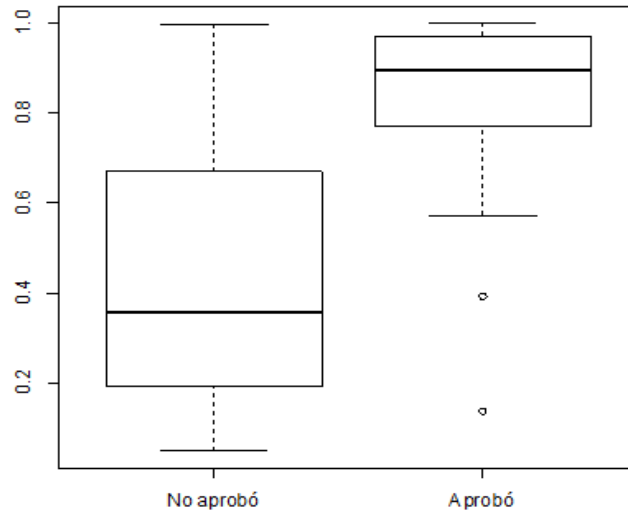


Fuente: Autoras, 2015

Como se puede observar en el diagrama de caja correspondiente a los valores Ajustado vs. Variable Respuesta, la mediana de cada caja se acerca a 0 para reprobó y a 1 para aprobó aunque en este último caso se han detectado 2 casos atípicos y uno de ellos se acerca a 0, al igual que la caja para no aprobó tiene una cola que se extiende hasta el valor 1, lo cual es debido, como se manifestó

anteriormente a la presencia de unos pocos datos que el modelo no ajusta adecuadamente.

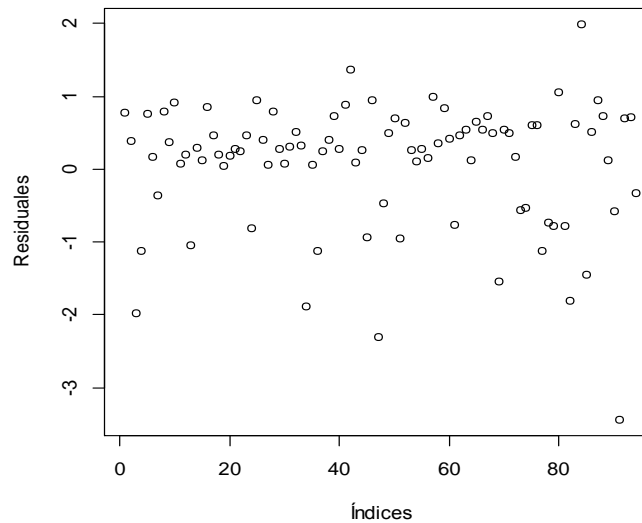
Gráfico 5. Valores Ajustados vs. Variable Respuesta



Fuente: Autoras, 2015

Para mirar si se presenta correlación en los errores se hace una gráfica de índices vs. Residuales.

Gráfico 6. Residuales vs. Índices



Fuente: Autoras, 2015

Con ésta gráfica se observa que los errores no están correlacionados, para confirmarlo se hace un test de Durbin Watson, el cual da los valores $DW = 2.0151$, $p\text{-valor} = 0.5127$, con lo cual se confirma el resultado obtenido en la gráfica.

Por otro lado, dado que en la estimación de parámetros se evidenció que el intercepto no es significativo, se considera la posibilidad de excluirlo del modelo, por tanto se realiza la regresión a través del origen y se encuentra que este nuevo modelo tiene un AIC y deviance igual al modelo que incluye el intercepto (ver tabla 58), además la estimación de los coeficientes no varía, por tanto se conserva el intercepto del modelo hallado.

Además para verificar la adecuación de la función de enlace se construyen modelos utilizando la función de enlace *probit* y *complemento log -log*, los cuales tienen AIC y deviance mayores al obtenido con la función *logit* como se muestra en la siguiente tabla,

Tabla 58. Comparación de AIC y Deviance de modelos

Modelo	AIC	Deviance
Modelo empleando función de enlace <i>logit</i>	79.362	69.362
Modelo empleando función de enlace <i>probit</i>	82.677	72.677
Modelo empleando función de enlace <i>complemento log -log</i>	87.643	77.643

Fuente: Autoras, 2015

Tras la evaluación de los componentes del modelo, se puede afirmar que el modelo que cumple con el principio de parsimonia, mejor se ajusta a los datos observados y satisface los criterios de evaluación empleados es aquel que explica el rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes de bachillerato del ITSTA por medio de los factores Autoconcepto y Comportamiento, orgánicos y escolar, y las variables presencia de lugar exclusivo para estudiar en la residencia y el estudiante practica alguna actividad distinta a estudiar.

3.3.4 Interpretación.

Tras la verificación del cumplimiento de los supuestos del modelo con la evaluación de su bondad de ajuste, se procede a la interpretación del modelo construido, para tal fin se hallará la probabilidad que tiene un estudiante de aprobar la materia de matemáticas, si presenta el siguiente perfil:

- ♠ El estudiante cree que su rendimiento académico es aceptable, piensa que los compañeros lo consideran bueno en el ámbito académico, cree que su rendimiento en matemáticas es aceptable y piensa que sus compañeros lo consideran bueno en su rendimiento en matemáticas. Se siente bastante aceptado y valorado por sus amigos, siente que sus compañeros de clase lo aprecian bastante, se siente bastante a gusto con su apariencia física. Además se siente bastante motivado por el profesor para aprender matemáticas, mantiene una buena relación con el profesor de matemáticas, y su disciplina en clase de matemáticas es excelente. Con estas características un estudiante obtiene una puntuación de 9.53 en el factor Autoconcepto y comportamiento.
- ♠ No tiene en la casa un lugar destinado únicamente para el estudio.
- ♠ Desarrolla alguna actividad distinta a estudiar.
- ♠ Tiene un IMC menor a 18,5 (Clasificado como delgadez), tiene 11 años, nunca falla al colegio por alguna enfermedad y siempre mantiene relaciones respetuosas con los demás compañeros del salón, obtiene una puntuación de 8.91 en el factor orgánicos y escolar.

Para estimar la probabilidad de aprobar la materia de matemáticas, que tiene un estudiante con estas características se calcula la siguiente expresión:

$$P(Y = 1) = \frac{1}{1 + \exp\{0.3094 + 3.1272(0) - 2.2414(1) - 0.9874(9.53) + 0.4915(8.91)\}}$$

$$P(Y = 1) = 0.999054$$

Con este resultado se estima que, aproximadamente el 99.9% de los estudiantes de bachillerato del ITSTA que posean el perfil anterior aprobarán la materia de matemáticas en un período académico.

4. CONCLUSIONES

La población objeto de estudio estuvo conformada por 48.9% hombres y 51.1% mujeres, con un rango de edades entre los 10 y 18 años, provenientes en su mayoría del estrato socioeconómico dos, de familias nucleares (madre, padre, hijos), que en general manifiestan mantener buenas relaciones familiares. La mayoría de padres y madres de familia tienen estudios secundarios completos, técnicos, tecnólogos, o universitarios, es bajo el porcentaje de padres y madres de familia que no terminaron la primaria (6,4% y 3,2% respectivamente). Además el 59,6% de los estudiantes viven a más de 10 cuadras de distancia del colegio, inclusive la institución acoge estudiantes de municipios aledaños, lo cual muestra la amplia cobertura e importancia de la institución en la región.

De los estudiantes encuestados el 74.5% aprobó la materia de matemáticas en el primer período académico. Además, en general indican que les parece apropiada la estrategia de enseñanza empleada por los profesores de matemáticas, consideran que el profesor es respetuoso en el trato que da a sus estudiantes, es justo a la hora de calificar, resuelve dudas en clase, atiende a reclamos y consultas, y sienten que siempre hay un ambiente de confianza en la clase de matemáticas. Por otro lado, la mayoría de estudiantes, se sienten aceptados y apreciados por sus compañeros de clase, y a gusto en el colegio, presentándose un porcentaje bajo (6,4%) de estudiantes que manifiestan haber sufrido de matoneo.

Con relación a los docentes de matemáticas del ITSTA, la mayoría (65,95%) siguen una estrategia de enseñanza tradicional, y tienen todos una concepción dinámica de las matemáticas. Aunque afirman que la implementación de TIC en las clases de matemáticas es importante, esto se contraría con lo afirmado por los estudiantes, quienes afirman que los docentes hacen escaso uso de estas herramientas tecnológicas en las clases de matemáticas.

En el estudio bidimensional de las variables, se identificó relación significativa entre variables categóricas como presencia de lugar exclusivo para estudiar en la residencia, el estudiante practica alguna actividad distinta a estudiar, a juicio del estudiante el profesor tiene una buena metodología de enseñanza, al estudiante le agrada la materia de matemáticas, el estudiante sufre de alguna enfermedad

diagnosticada por un especialista, género del estudiante, y razón por la cual el docente escogió esta profesión, con el rendimiento académico en matemáticas.

Las variables cuantitativas, que presentaron relación con el rendimiento académico fueron edad del estudiante, competencia matemática, número de horas extraclase que dedica el estudiante para realizar tareas, trabajos y preparar evaluaciones, número de veces que el estudiante en los que va corrido del año ha sido citado a coordinación por faltas disciplinarias, número de veces que el estudiante en lo que va corrido del año ha recibido llamados de atención en clase de matemáticas por usar dispositivos electrónicos inadecuadamente, número promedio de horas diarias que el estudiante duerme, tiempo que comparte el estudiante con los miembros de la familia, edad del profesor, y años ejerciendo la profesión docente.

La implementación del análisis factorial permitió reducir el número de variables asociadas al rendimiento académico. Los aspectos académicos quedaron explicados a través un factor denominado aspectos docentes, el cual está conformado por variables relacionadas con la opinión que tiene el estudiante acerca del docente, información sobre el docente y la actitud de éste. Los aspectos actitudinales y físicos quedaron explicados por medio de dos factores; autoconcepto y comportamiento, en el cual se agruparon variables asociadas a la autoimagen académica del estudiante, a la aceptación que éste recibe por parte de sus compañeros de clase, la motivación que el profesor de matemáticas da para el aprendizaje de las matemáticas y la disciplina del estudiante en la clase de matemáticas; el segundo factor denominado orgánicos y ambiente escolar, reúne variables como el índice de masa corporal del estudiante, su edad, así como la frecuencia con la que el estudiante falla al colegio por enfermedad, y si mantiene relaciones respetuosas con los demás compañeros de su salón. Los aspectos familiares y socioeconómicos quedaron conformados por dos factores, uno denominado hogar, en el cual se reúnen variables correspondientes a las relaciones, el ambiente y la disciplina en el hogar, y otro factor conformado por la variable nivel educativo de la madre.

Se encontraron significativas dos variables: presencia de lugar exclusivo para estudiar en la residencia y el estudiante practica alguna actividad distinta a estudiar (pertenecientes a los aspectos académicos); y dos factores: autoconcepto

y comportamiento y orgánicos y ambiente escolar (indicadoras de los aspectos actitudinales y físicos).

El modelo logístico indica que el rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes de bachillerato del ITSTA está explicado únicamente por los factores personales, pues aunque se encontró relación significativa entre las variables que hacen parte de los factores sociales y el rendimiento académico, éstas no contribuyen a explicar el rendimiento académico en matemáticas.

Según el modelo construido, las variables pertenecientes a los aspectos académicos, que explican el rendimiento académico en matemáticas, son la presencia de lugar exclusivo para estudiar en la residencia, la cual afecta el hecho de aprobar la materia, lo cual es contrario a lo expuesto por Cantaluppi (2004). La otra variable de este aspecto que presentó relación significativa positiva con el rendimiento académico, es el hecho de que los estudiantes practiquen alguna actividad distinta a estudiar, es así que estos estudiantes tienen mayor probabilidad de aprobar la asignatura que aquellos que no desarrollan otra actividad, lo cual está de acuerdo con lo planteado por Artunduaga (2008, cit. Vega, 2013).

El factor autoconcepto y comportamiento, indicador de los aspectos actitudinales y físicos, conformado por la autoimagen académica, la aceptación del estudiante y la motivación y disciplina del mismo, aporta de manera positiva al rendimiento académico, de acuerdo con lo expuesto por distintos estudios (Erazo, 2012; Castejón, 1996; Miñano, 2011). De acuerdo a la motivación, se reafirma que los estudiantes con mejor actitud y motivación, presentan mayor capacidad para el aprendizaje de las matemáticas a diferencia de estudiantes que opinan que las matemáticas son difíciles y no hay una forma de aprenderla, creando una predisposición negativa y un bajo aprendizaje (Ortiz y Zabala, 2001, cit. por Erazo, 2012).

El factor que asocia los aspectos orgánicos y ambiente escolar, (el otro componente indicador de los aspectos actitudinales y físicos) aporta negativamente a la aprobación de matemáticas en el ITSTA, lo cual concuerda con lo afirmado por Erazo (2012).

Concretamente, un estudiante de bachillerato del ITSTA, que tenga las siguientes características: considere que su rendimiento académico en general y en el área de matemáticas es excelente, piense que los compañeros lo consideran excelente en el ámbito académico y en su rendimiento en matemáticas. Se siente bastante aceptado y valorado por sus amigos, sienta que sus compañeros de clase lo aprecian bastante, se siente bastante a gusto con su apariencia física. Además se sienta bastante motivado por el profesor para aprender matemáticas, mantenga una excelente relación con el profesor de matemáticas, y su disciplina en clase de matemáticas sea excelente. No tenga en la casa un lugar destinado únicamente para el estudio, y desarrolle ninguna actividad distinta a estudiar. Tenga un IMC normal, y una edad acorde al grado que cursa, nunca falle al colegio por alguna enfermedad y mantenga relaciones respetuosas con los demás compañeros del salón, tiene una probabilidad alta (0,99) de aprobar la materia de matemáticas en un período académico.

Se encuentra que al haber tomado como referente a Erazo (2012) para la conformación de los factores que inciden en el rendimiento académico, los resultados obtenidos en la presente investigación son acordes con los de su estudio.

La realización de este trabajo investigativo permitió tener un acercamiento más profundo a algunas temáticas estudiadas durante la carrera de Licenciatura en Matemáticas y Estadística, y por otra parte llevar esas bases teóricas a la práctica, mediante el empleo de información real, con lo cual se espera que los resultados obtenidos sean de interés para la comunidad educativa que participó en esta investigación.

Finalmente, queda como reflexión que la labor docente no se centra solo en el desarrollo de las temáticas en una clase, sino que es una tarea que va más allá de la triada estudiante- conocimiento-docente, pues a su alrededor hay influencia de factores de tipo personal, social, familiar, por nombrar algunos, que presentan intercorrelaciones directas con el proceso de aprendizaje de los estudiantes, y las cuales el docente debe conocer y realizar investigación en el aula para determinar cómo están incidiendo en el rendimiento académico de los estudiantes, y de esta manera buscar acciones que propendan por el éxito académico.

BIBLIOGRAFÍA

Aguayo, C. Lora, E. (2007). Cómo realizar “paso a paso” un contraste de hipótesis con SPSS para Windows: (III) Relación o asociación y análisis de la dependencia (o no) entre dos variables cuantitativas. Correlación y regresión lineal simple. Servicio de Medicina Interna. Hospital Universitario Virgen Macarena. Sevilla

Agresti, A (1996). An introduction to categorical data analysis. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Agresti, A. (2002). Categorical Data Analysis. New York: John Wiley & Sons, Inc. 2 ed.

Ander-Egg, E. (1995). Técnicas de investigación social. 24, Lumen.

Antoni, M. (2006). Estrategias para mejorar el rendimiento académico de los adolescentes. Madrid: Pirámide.

Borges, C. (2002). Modelos lineares generalizados em experimentação agronomica. Simposio de estadística 2002.

Caballero, F. (2011). Selección de modelos mediante criterios de información en análisis factorial. Aspectos teóricos y computacionales. Tesis doctoral presentada para optar al grado de Doctor por la Universidad de Granada.

Castejón, J.L., Navas L., Sampascual G. (1996). Un modelo estructural del rendimiento académico en matemáticas en la educación secundaria. Revista de Psicología General y Aplicada, 49, 27-43.

Chevallard, Y (1997). La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado. Grenoble: La Pensée Sauvage

Chica, S.M., Galvis, D. M., y Ramírez A. (2011). Determinantes del rendimiento académico en Colombia: Pruebas ICFES Saber 11^o, 2009. Documentos de trabajo Economía y Finanzas. Centro de investigaciones económicas y financieras. Universidad EAFIT, 1-32.

Cochran, W. (1971). Técnicas de muestreo. México: Compañía Editorial Continental, S. A.

Cominetti, R y Ruiz, G. (1997). Algunos factores del rendimiento: las expectativas y el género. Human Development Department. Paper series 20. The World Bank, Latin America and Caribbean Regional Office.

Córdoba, F. J., Herrera H. J. y Restrepo C. M. (2013). Impacto del uso de objetos de aprendizaje en el desempeño en matemáticas de estudiantes de grado noveno. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (39), 47-58.

Daniel, W. (2003). *Bioestadística*. Limusa.

Daza, C. (1997). Nutrición infantil y rendimiento escolar. *Colombia médica*, 28(2), 92-98.

De Miguel, M. y Arias, J. (1999). La evaluación del rendimiento inmediato en la enseñanza universitaria. *Revista de educación*, 320, 354-377.

Edel, R. N. (2003). El Rendimiento Académico: Concepto, Investigación y Desarrollo. *Revista Electrónica Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 1(2), 1-15.

Erazo, O. (2012). El rendimiento académico, un fenómeno de múltiples relaciones y complejidades. *Revista vanguardia psicológica, clínica teórica y práctica*, 2(2), 144-173.

Galbiati, J. (2012). Análisis de datos categóricos. [On-line]. Disponible en: <http://www.jorgegalbiati.com>

Galbiati, J. (2013). Conceptos básicos de estadística. [On-line]. Disponible en: <http://www.jorgegalbiati.com>

García M., Alvarado J., y Jiménez A. (2000). La predicción del rendimiento académico: regresión lineal versus regresión logística. *Revista Psicothema*, 12(2), 248-252.

Giraldo, L., Mera, R. (2000). Clima escolar: Percepción del estudiante. *Colombia Med*; 31, 23-27.

Guill, M. (2006). Escala mixta Likert-Thurstone. *Revista Andaluza de Ciencias Sociales*, 5, 1-16.

Horn, A., y Marfan, J. (2010). Relación Entre Liderazgo Educativo y Desempeño Escolar: Revisión de la Investigación en Chile. *Psicoperspectivas*, 9(2), 82-104.

Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación - ICFES. (2014). Bases de datos pruebas Saber. [On-line]. Disponible en: <http://www.icfesinteractivo.gov.co>

Lininger, C. A., y Warwick, D. P. (1978). La Encuesta por Muestreo: Teoría y Práctica. México: Continental, S.A.

Lozano, A. D. (2003). Factores Personales, Familiares y Académicos que Afectan al Fracaso Escolar en la Educación Secundaria. Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa y Psicopedagógica, 43-66.

Ministerio de Educación Nacional MEN (2006). Estándares de competencias en matemáticas. [On-line]. Disponible en: <http://www.mineducacion.gov.co>

Miñano, P., y Castejón, J. L. (2011). Variables Cognitivas y Motivacionales en el Rendimiento Académico en Lengua y Matemáticas: Un Modelo Estructural. Revista Psicodidactica, 16(2), 203-230

Moreno, J.H., y Chauta, L.C. (2012). Funcionalidad familiar, conductas externalizadas y rendimiento académico en un grupo de adolescentes de la ciudad de Bogotá. Psychologia: avances de la disciplina, 6(1), 155-166.

Otero y Medina (2005). Análisis de datos cualitativos. [On-line]. Disponible en: <http://www.uam.es>

Pérez, E. y Medrano, L (2010). Análisis Factorial Exploratorio: Bases Conceptuales y Metodológicas, Córdoba, Argentina. Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento, 2, 58-66

Pizarro, R. y Crespo, N. (2000). Inteligencias múltiples y aprendizajes escolares. [On-line]. Disponible en: <http://www.uniacc.cl>

Posada, L. y Rosero R. (2007). Comparación de modelos matemáticos: una aplicación en la evaluación de alimentos para animales. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 20: 141-148

Quintín, M. (2007). Tratamiento estadístico de datos con SPSS. Editorial Paraninfo.

Real Academia de la Lengua Española RAE. (2014). Diccionario de la lengua española, 23 Ed. [On-line]. Disponible en: <http://www.RAE.esp>

Ryan, T. (1997). Modern regression methods. John Wiley & Sons, Inc.

Tejedor, F. J., y García-Valcárcel, A. (2007). Causas del Bajo Rendimiento del Estudiante Universitario (en opinión de los profesores y alumnos). Propuestas de mejora en el Marco del EEES. Revista de Educación, 342, 443-473.

Vega, C. (2013). Modelación vía modelo lineal generalizado del rendimiento académico en la asignatura estadística y probabilidad de los estudiantes de administración de la U.P.T.C. Duitama

Villalba, M. y Salcedo, M. (2008). El rendimiento académico en el nivel de educación media, como factor asociado al rendimiento académico en una universidad. Trabajo de Maestría en educación, sede Universidad de Magdalena, Santa Marta.

ANEXOS

ANEXO A. Variables objeto de estudio

Tabla 59. Variables que influyen en el rendimiento académico

Factores	Variables	Características	Indicadores	Nivel de medición
Personales	Tipo académico	Competencias matemáticas del estudiante	Calificación obtenida en la prueba de competencias matemáticas	Variable cuantitativa de intervalo
		Hábitos de estudio del estudiante	Número de horas extra clase que dedica el estudiante para realizar tareas, trabajos y preparar evaluaciones	Variable cuantitativa de escala de Razón
			Disposición de internet en la casa	Variable dicotómica cualitativa nominal
			Posee lugar exclusivo para estudiar en la residencia	Variable dicotómica cualitativa nominal
			Presencia de alguien que le preste ayuda o asesore en las actividades de matemáticas extra-escolares	Variable dicotómica cualitativa nominal
			El estudiante toma algún curso o practica otra actividad en su tiempo libre	Variable dicotómica cualitativa nominal
			Consideración del estudiante, sobre si el profesor de matemáticas es malgeniado	Variable cualitativa ordinal
		Actitud del docente	Opinión del estudiante sobre si el profesor de matemáticas es tedioso y monótono en las clases de matemáticas	Variable cualitativa ordinal
			A juicio del estudiante, el profesor de matemáticas genera un ambiente de confianza en la clase de matemáticas	Variable cualitativa ordinal
			En opinión del estudiante el profesor de matemáticas es respetuoso en el trato que da a sus alumnos	Variable cualitativa ordinal

Tabla 59. (Continuación)

		A consideración del estudiante, el profesor se enoja y altera fácilmente.	Variable cualitativa ordinal
		En opinión del estudiante, al profesor de matemáticas le agrada la participación de los estudiantes en clase	Variable dicotómica cualitativa nominal
		A consideración del estudiante, el profesor está presto a resolver dudas que surgen durante el desarrollo de la clase	Variable cualitativa ordinal
		Opinión del estudiante acerca de si el profesor de matemáticas es accesible cuando se desea hacerle un reclamo o consulta	Variable cualitativa ordinal
		Opinión del estudiante acerca de si el profesor es parcial y justo en las calificaciones	Variable cualitativa ordinal
		En opinión del estudiante el profesor lleva a cabo su labor con agrado y responsabilidad	Variable dicotómica cualitativa nominal
		A juicio del estudiante el profesor tiene una buena metodología de enseñanza de la materia	Variable dicotómica cualitativa nominal
		En opinión del profesor, la docencia es una carrera bien remunerada	Variable dicotómica cualitativa nominal
		Opinión del docente acerca de si las matemáticas son una ciencia abstracta, exacta e imperfectible	Variable cualitativa nominal
		En opinión del docente, él lleva a cabo su labor con agrado, y considera que ésta es gratificante	Variable cualitativa nominal
	Formación del docente	Título de pregrado del docente	Variable cualitativa nominal
		Último título de posgrado obtenido por el profesor	Variable cualitativa ordinal
		Número de años que el profesor lleva ejerciendo la labor docente	Variable cuantitativa de escala de razón
		Opinión del docente sobre la razón por la cual decidió seguir esta profesión	Variable nominal
	Estrategias de enseñanza del docente y uso de TIC	Opinión del estudiante con respecto a si el profesor tiene una buena metodología de enseñanza en la asignatura.	Variable dicotómica cualitativa nominal

Tabla 59. (Continuación)

Actitudinales y físicas		Estrategia de enseñanza utilizada por el profesor	Variable cualitativa nominal	
		Importancia que da el docente al uso de TIC al aprendizaje de las matemáticas	Variable cualitativa ordinal	
		Frecuencia de uso de TIC en las clases de matemáticas	Variable cualitativa ordinal	
		Uso de dispositivos electrónicos como celulares y tablets en el aula de clase para el aprendizaje de las matemáticas	Variable cualitativa ordinal	
		Manejo del conocimiento matemático por parte del docente	En opinión del estudiante, el profesor muestra dominio de los conocimientos matemáticos.	Variable cualitativa nominal
			En opinión del estudiante, el profesor muestra capacidad para enseñar los conocimientos matemáticos.	Variable cualitativa nominal
			En opinión del estudiante, el profesor utiliza un lenguaje claro y preciso acerca de los temas que da a conocer	Variable cualitativa ordinal
	Motivación y autoconcepto	El estudiante siente interés por el estudio	Variable cualitativa ordinal	
		El estudiante se siente motivado por el aprendizaje de las matemáticas	Variable cualitativa ordinal	
		En opinión del estudiante, el profesor motiva al estudiante por el aprendizaje de las matemáticas	Variable cualitativa ordinal	
		El estudiante cree que las matemáticas son útiles para la vida cotidiana	Variable dicotómica cualitativa nominal	
		Opinión del estudiante sobre cómo se considera él en el ámbito académico	Variable cualitativa nominal	
		Opinión del estudiante sobre cómo se considera él en matemáticas	Variable cualitativa nominal	
		Opinión del estudiante sobre cómo cree que lo perciben los compañeros en el ámbito académico	Variable cualitativa nominal	
		Opinión del estudiante sobre cómo cree que lo consideran los compañeros en su rendimiento en matemáticas	Variable cualitativa nominal	
Emociones y conducta	El estudiante mantiene relaciones respetuosas con los demás compañeros del salón	Variable cualitativa nominal		

Tabla 59. (Continuación)

		Cómo considera el estudiante que es su relación con el profesor de matemáticas	Variable cualitativa ordinal
		Número de veces que el estudiante en lo que va corrido del año ha sido citado a coordinación por faltas disciplinarias	Variable cuantitativa de escala de razón
		Cómo se considera el estudiante en cuanto a su disciplina en la clase de matemáticas	Variable cualitativa nominal
		Número de veces que el estudiante en lo que va corrido del año ha recibido llamados de atención en clase de matemáticas por usar dispositivos electrónicos inadecuadamente	Variable cuantitativa de escala de razón
		Con qué frecuencia el estudiante ha sufrido episodios de depresión o ansiedad	Variable cualitativa nominal
		Opinión del estudiante sobre si se siente apreciado y valorado por sus compañeros de clase.	Variable cualitativa ordinal
	Aspectos orgánicos	Índice de masa corporal del estudiante	Variable cuantitativa de escala de razón
		Habitualmente en qué consiste el desayuno del estudiante	Variable cualitativa nominal
		Qué consume el estudiante comúnmente en el descanso	Variable cualitativa nominal
		De qué está conformado generalmente el almuerzo del estudiante	Variable cualitativa nominal
		Qué consume habitualmente el estudiante en la tarde	Variable cualitativa nominal
		Qué cena usualmente el estudiante	Variable cualitativa nominal
		El estudiante padece alguna enfermedad diagnosticada por un especialista	Variable cualitativa nominal
		Frecuencia con la que el estudiante presenta problemas de salud por los cuales se vean afectadas sus actividades académicas	Variable cualitativa nominal
		Número promedio de horas diarias que el estudiante duerme	Variable cuantitativa de escala de razón

Tabla 59. (Continuación)

		Género		Variable cualitativa nominal
		Edad		Variable cuantitativa en escala de razón
Sociales	Familiares y socioeconómicas	Relaciones familiares	Tipo de familia	Variable cualitativa nominal
			En opinión del estudiante, cómo son las relaciones de él con los demás miembros de la familia	Variable cualitativa ordinal
			Frecuencia de diálogo con los miembros de la familia	Variable cualitativa ordinal
			El estudiante considera que los padres o responsables son de mal humor	Variable cualitativa ordinal
			A juicio del estudiante, los padres o responsables son estrictos y exigentes	Variable cualitativa nominal
			Opinión acerca de si el estudiante se siente comprendido y valorado por los miembros de su familia	Variable dicotómica cualitativa nominal
			A consideración del alumno, cuál es el grado de atención que recibe por parte de los padres o responsables	Variable cualitativa ordinal
			El alumno considera que los padres o responsables, lo castigan injustamente	Variable cualitativa ordinal
			Con qué frecuencia es reprendido o castigado el alumno en su hogar	Variable cualitativa ordinal
			Qué tipo de castigos recibe el estudiante en su hogar	Variable cualitativa nominal
			Cómo es la convivencia en el hogar del estudiante	Variable cualitativa nominal
			Con qué frecuencia se presentan problemas entre los miembros de la familia del estudiante	Variable cualitativa nominal
			Cuando se presentan problemas o conflictos entre los miembros de la familia cómo los solucionan	Variable cualitativa nominal
			Tiempo que comparte el estudiante con los miembros de la familia	Variable cualitativa ordinal

Tabla 59. (Continuación)

	Nivel socioeconómico	Opinión del estudiante sobre la importancia que dan los papas o acudientes al estudio	Variable cualitativa nominal
		Estrato socioeconómico	Variable cualitativa ordinal
		Nivel educativo de la madre	Variable cualitativa ordinal
		Nivel educativo del padre	Variable cualitativa ordinal
		Estimación sobre a cuánto ascienden los gastos mensualmente en la casa	Variable cuantitativa de escala de razón
		A juicio del alumno, en su casa hay las posibilidades económicas para brindarle los elementos o herramientas que necesita habitualmente para su proceso de formación	Variable cualitativa nominal
		Lugar de residencia	Vive en los barrios aledaños al colegio

Fuente: Autoras, 2015

ANEXO B. Encuestas



Formulario No.	Fecha
----------------	-------



Objetivo: Obtener información que permita identificar los principales factores que inciden en el rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes de bachillerato del Instituto Técnico Santo Tomás de Aquino.

Dirigida a: Estudiantes de bachillerato del Instituto Técnico Santo Tomás de Aquino

Realizada por: Alba Bibiana Rojas y Wendy Milena Loaiza, estudiantes de Licenciatura en Matemáticas y Estadística

Agradecemos contestar las preguntas con toda sinceridad, la información suministrada no se utilizará para fines ajenos al aquí presentado y será tratada con toda confidencialidad. Sus respuestas son muy útiles para lograr el éxito de la investigación.

N =Nunca C.N =Casi nunca A.V =A veces C.S =Casi siempre S =Siempre
NA =Nada ME =Medianamente BA =Bastante
DE =Delgadez(<18,5) NO =Normal(18,5-24,9) SO =Sobrepeso(25-29,9) OB =Obesidad(>30)
NU =Nuclear EX =Extensa MO =Monoparental EN =Ensamblada EN Y EX = Ensamblada y extensa MO Y EX =Monoparental y extensa
P.I =Primaria incompleta P =Primaria S.I =Secundaria incompleta S =Secundaria T.T =Técnico-tecnólogo U =Universitario POS =Posgrado
M =Malo(a) R =Regular A = Aceptable B =Bueno(a) E =Excelente

1.Edad: _____ 2.Género: Femenino ___ Masculino ___

Aspectos académicos

	No			Si		
3. En su casa tiene un lugar únicamente destinado para el estudio						
4. Tiene internet en su casa						
5. Alguien le ayuda con sus tareas de matemáticas						
6. Desarrolla alguna actividad distinta a estudiar						
7. Cree que al profesor de matemáticas le gusta ser profesor						
8. Al profesor de matemáticas le gusta que los estudiantes participen en clase						
9. Al estudiante le interesa el estudio						
10. Le gusta la forma como enseña el profesor de matemáticas						
	N	C.N	A.V	C.S	S.	
11. El profesor de matemáticas es malgeniado						
12. Le parece que el profesor de matemáticas hace que la clase sea aburrida						
13. Siente que existe un ambiente de confianza en la clase de matemáticas						
14. El profesor de matemáticas es respetuoso en el trato que da a sus estudiantes						
15. El profesor de matemáticas resuelve dudas en la clase						
16. El profesor de matemáticas atiende a reclamos o consultas						
17. El profesor de matemáticas es justo a la hora de calificar						
18. Con qué frecuencia el profesor de matemáticas utiliza TIC en sus clases						
19. Usted cree que el profesor de matemáticas se hace entender						
20. Usted piensa que el profesor de matemáticas domina los conceptos matemáticos que enseña						

21. ¿En qué barrio vive?	
22. Horas diarias que dedica para la realización de tareas	

Aspectos actitudinales y físicos

	SI			NO		
23. Le gusta la materia de matemáticas						
24. Sufre de alguna enfermedad diagnosticada por un especialista						
25. Ha sufrido de matoneo alguna vez						
26. Usted se siente a gusto en el colegio						
27. El estudiante cree que las matemáticas le sirven para su vida						
28. Según el estudiante para los padres el estudio es importante						
29. Según el estudiante los padres lo motivan para estudiar						
	M.	R.	A.	B.	E.	
30. Cómo cree que es su rendimiento académico						
31. Cómo cree que es su rendimiento en matemáticas						
32. Cómo piensa que sus compañeros lo consideran a usted en el ámbito académico						
33. Cómo piensa que sus compañeros lo consideran a usted en su rendimiento en matemáticas						
34. Su relación con el profesor de matemáticas es						
35. Cómo es su disciplina en clase de matemáticas						
	N	C.N	A.V	C.S	S.	
36. Usted mantiene relaciones respetuosas con los demás compañeros de su salón						
37. Con qué frecuencia falla al colegio por alguna enfermedad						
38. Con qué frecuencia consume alcohol u otras sustancias psicoactivas						
39. Usted sufre o ha sufrido de depresión o ansiedad						
			NA	ME	BA	
40. Se siente motivado por el profesor para aprender matemáticas						
41. Siente que sus compañeros de clase lo aprecian						
42. Se siente a gusto con su apariencia física						
43. Se siente aceptado y valorado por sus amigos						
44. Número de veces que ha sido citado a coordinación este año por problemas disciplinarios						
45. Cuántas veces le han llamado la atención por						

usar dispositivos electrónicos en clase de matemáticas	
46. Cuántas horas diarias duerme aproximadamente	
47. ¿Que consume al desayuno, el almuerzo y la comida?	

Aspectos Familiares y Socioeconómicos

	No			Si		
48. En su casa consumen licor u otras sustancias psicoactivas						
49. Usted se siente a gusto en su familia						
50. El estudiante considera que en su hogar existen las posibilidades económicas para brindarle, los elementos suficientes para su estudio						
	M.	R.	A.	B.	E.	
51. Cómo son sus relaciones con sus padres o responsables						
52. Cómo son sus relaciones con sus hermanos						
53. Cómo es la relación entre sus padres						
54. Cómo es la convivencia en su hogar						
	N	C.N	A.V	C.S	S.	
55. Con qué frecuencia usted dialoga con los miembros de su familia						
56. Sus padres o responsables lo castigan injustamente						
57. Con qué frecuencia es reprendido o castigado en su casa						
58. Con qué frecuencia se presentan problemas familiares en su hogar						
			NA	ME	BA	
59. Sus padres o responsables son malgeniados						
60. Sus padres o responsables son estrictos y exigentes						
61. Usted se siente comprendido y valorado por los miembros de su familia						
62. Cuánta atención recibe por parte de sus padres o acudientes						
	Prohibiciones	Físicos	Físicos y prohibiciones		Otros	
63. Qué tipos de castigo recibe en su casa						
	Dialogando	Agresión física	Agresión verbal	Otros		
64. Cuando se presentan problemas o conflictos familiares, ¿cómo los resuelven						
	Mamá	Papá	Mamá y papá	Abuelos	Otro	
65. En su casa quién da las órdenes						

66. ¿Con quién vive?							
	P.I	P	S.I	S	T.T	U	POS
67. Nivel educativo de la madre							
68. Nivel educativo del padre							

69. En promedio semanalmente cuántas horas comparte con los miembros de su familia	
--	--



ENCUESTA PARA DOCENTES
RECOLECCIÓN DE
INFORMACIÓN



Uptc
Universidad Pedagógica y
Tecnológica de Colombia

Fecha

Formulario No. de

OBJETIVO

La presente encuesta se hace con el fin de obtener la información para el estudio "Rendimiento académico en matemáticas, un estudio vía regresión logística", sus aportes son muy importantes y se asegura total confidencialidad de la información.

Información General

1. Marque con una X el género: Masculino: Femenino:
2. Edad
3. Indique los años que lleva ejerciendo la profesión de docente.
4. Formación académica o último título obtenido
 Licenciatura Posgrado Maestría
 Otro pregrado Diplomado Doctorado
5. Cree usted que la profesión docente está bien remunerada? SI NO

Acerca de su opinión

6. ¿Qué concepción tiene ud. de las matemáticas?

7. ¿Por qué decidió ud. seguir esta profesión?

Acerca de la labor como docente

8. Para ud. el uso de las TIC en la clase de matemáticas es:

<input type="checkbox"/> Muy importante	<input type="checkbox"/> Poco importante
<input type="checkbox"/> Importante	<input type="checkbox"/> No es importante
<input type="checkbox"/> No tan importante	<input type="checkbox"/> Otro Cual: _____

9. Para ud. el hecho de laborar como docente le resulta:

<input type="checkbox"/> Muy agradable	<input type="checkbox"/> Poco agradable
<input type="checkbox"/> Agradable	<input type="checkbox"/> No es agradable
<input type="checkbox"/> No tan agradable	<input type="checkbox"/> Otro Cual: _____

10. ¿Qué tan gratificante piensa ud. que es esta labor? Evalúe de 1 a 5 siendo 1 nada gratificante y 5 totalmente gratificante.

Nada gratificante 1 2 3 4 5 Muy gratificante

11. ¿Cuál es la estrategia metodológica utilizada por usted?

CONFIDENCIALIDAD

Conforme a las disposiciones del Artículo 16, del Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación para la Salud, en vigor; "En las investigaciones en seres humanos se protegerá la privacidad del individuo sujeto de investigación, identificándolo sólo cuando los resultados lo requieran y este lo autorice."

OBSERVACIONES

ANEXO C.

Plan y diseño de los cuestionarios

DIRIGIDA A :	PROPÓSITO	PREGUNTA
ESTUDIANTES	Determinar el número de horas que el estudiante dedica a las labores académicas en horario extraclase	22
	Determinar si el estudiante posee servicio de internet en la vivienda	4
	Determinar si el estudiante posee un lugar destinado únicamente para sus actividades académicas en su residencia	3
	Determinar si el estudiante recibe ayuda de alguien en sus actividades extra-escolares	5
	Determinar el tipo de actividad que desarrolla el estudiante, diferentes a las académicas	6
	Determinar según el criterio del estudiante cuál es la personalidad del profesor y la actitud que toma en las clases de matemáticas	7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17,
	Determinar la opinión del estudiante sobre la estrategia de enseñanza del docente de matemáticas	10, 19
	Determinar la estimación del estudiante sobre la frecuencia de uso de Tic en clase de matemáticas	18
	Determinar la percepción que tienen los estudiantes sobre el manejo del conocimiento matemático por parte del docente	20
	Determinar si el estudiante se siente motivado por el estudio y el aprendizaje de las matemáticas, considera que éstas son útiles en la vida cotidiana, y si el docente de matemáticas ha influido en esto	23, 26, 27, 40
	Determinar el autoconcepto académico y matemático del estudiante	30, 31, 32, 33
	Determinar cómo es la relación del estudiante con sus compañeros de curso y con el docente de matemáticas	25, 26, 34, 36
	Determinar cómo es la disciplina del estudiante en general, y en la clase de matemáticas	44, 35
	Determinar si los dispositivos tecnológicos son causantes de indisciplina en las clases de matemáticas	45
	Determinar si el estudiante sufre de episodios de depresión y ansiedad	38, 39
	Determinar si el estudiante considera que es apreciado y valorado por sus compañeros	41, 42, 43, 61
	Determinar el índice de masa corporal del estudiante, así como sus hábitos alimenticios	47, el peso y la talla fueron tomados personalmente
	Determinar si el estudiante padece de alguna enfermedad diagnosticada, y la frecuencia con la que sufre enfermedades esporádicas	24, 37
	Determinar el número de horas que el estudiante duerme diariamente	48
	Determinar el tipo de familia y de relaciones que el estudiante tiene con los miembros de ésta	51, 52, 66
	Determinar el concepto que tienen los estudiantes sobre la personalidad de sus padres o responsables	48, 53, 59, 60, 65
	Determinar cuál es la percepción del estudiante acerca de cómo se siente dentro de la familia y la atención que le prestan	49, 62
	Determinar la frecuencia con la que es castigado el estudiante, el tipo de castigos que recibe, y si éste considera que en ocasiones es castigado injustamente	56, 57, 63
	Determinar cómo es la convivencia en la familia del estudiante, la frecuencia con la que se presentan conflictos y cómo los resuelven	54, 58, 64
	Determinar el tiempo que comparte el estudiante con los miembros de su familia	55, 69
	Determinar que concepción tienen los padres del estudiante con respecto al estudio	28, 29

	Conocer cuál es el nivel de escolaridad en el que se encuentran los padres o responsables del estudiante	67, 68
	Determinar el estrato socioeconómico al cual pertenece el estudiante	50
	Conocer si el estudiante vive en los barrios aledaños al colegio	21
	Conocer información general del estudiante necesaria para medir algunas variables tales como edad, género.	1,2
DOCENTES		Encuestas profes
	Conocer el último título de posgrado obtenido por el profesor	4
	Conocer cuántos años lleva el profesor ejerciendo la labor docente	3
	Conocer cuál es la estrategia metodológica utilizada por el profesor de matemáticas	11
	Determinar la importancia que da el profesor al uso de Tic en el aprendizaje de las matemáticas y la frecuencia de uso de éstas	8
	Conocer la opinión del docente acerca de si la docencia es una carrera bien remunerada	5
	Conocer la concepción que tiene el docente sobre las matemáticas	6
	Conocer la razón por la cual el docente decidió seguir esta profesión	7
	Determinar si el docente lleva a cabo su labor con agrado, y considera que ésta es gratificante	9, 10
	Conocer información general del docente como edad y género	1,2

ANEXO D.

Tablas de correlaciones y matriz antiimagen del análisis factorial

D1. Matriz de correlaciones asociada a los aspectos académicos

Tabla 60. Matriz de correlaciones asociada a los aspectos académicos

	P22	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P4*	P8*	P9*	P10*	CM	P2*	P3*
P22	1.00	-0.02	-0.04	-0.11	0.11	0.11	-0.01	0.04	-0.07	0.04	0.04	0.10	-0.11	-0.21	-0.12	0.28	0.08	0.08
	P-valor	0,42	0,36	0.17	0.16	0.16	0.47	0.35	0.26	0.36	0.38	0.19	0.17	0.03	0.16	0.01	0.24	0.24
P11		1.00	0.68	-0.47	-0.35	-0.38	-0.34	-0.50	-0.13	-0.60	-0.32	-0.08	0.05	-0.12	-0.21	-0.23	0.39	0.42
		P-valor	.000	.000	.001	.000	.001	.000	.128	.000	.002	.255	.328	.141	.031	.022	.000	.000
P12			1.00	-0.50	-0.29	-0.37	-0.27	-0.51	-0.23	-0.69	-0.30	-0.32	0.03	-0.07	-0.08	-0.23	0.50	0.49
			P-valor	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.39	0.28	0.24	0.02	0.00	0.00
P13				1.00	0.21	0.31	0.20	0.51	0.18	0.63	0.37	0.34	0.03	-0.08	0.08	0.28	-0.38	-0.36
				P-valor	0.03	0.00	0.04	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.38	0.24	0.25	0.01	0.00	0.00
P14					1.00	0.13	-0.12	0.21	0.06	0.22	0.22	0.04	-0.16	0.01	0.13	-0.01	-0.23	-0.28
					P-valor	0.14	0.15	0.03	0.30	0.03	0.03	0.36	0.09	0.47	0.13	0.47	0.02	0.01
P15						1.00	0.47	0.50	0.10	0.38	0.44	0.17	-0.03	0.10	0.06	0.17	-0.19	-0.16
						P-valor	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.07	0.41	0.18	0.30	0.06	0.05	0.08
P16							1.00	0.44	0.03	0.24	0.20	0.00	0.02	0.14	0.08	0.05	-0.14	-0.12
							P-valor	0.00	0.40	0.02	0.04	0.48	0.43	0.11	0.24	0.33	0.11	0.15

Tabla 60. (Continuación)

P17								1.00	0.09	0.47	0.53	0.17	-0.15	-0.02	-0.04	0.24	-0.19	-0.20
								P-valor	0.22	0.00	0.00	0.07	0.09	0.43	0.38	0.02	0.05	0.04
P18									1.00	0.19	0.14	0.37	0.14	0.26	-0.03	0.03	-0.34	-0.27
									P-valor	0.05	0.11	0.00	0.11	0.01	0.39	0.39	0.00	0.01
P19										1.00	0.38	0.28	0.04	-0.06	0.07	0.22	-0.36	-0.32
										P-valor	0.00	0.01	0.38	0.31	0.28	0.02	0.00	0.00
P20											1.00	0.16	-0.16	-0.17	-0.08	0.16	-0.08	-0.04
											P-valor	0.08	0.09	0.07	0.24	0.08	0.24	0.35
P4*												1.00	0.19	-0.24	-0.22	0.25	-0.54	-0.35
												P-valor	0.05	0.02	0.03	0.01	0.00	0.00
P8*													1.00	0.32	0.47	-0.15	-0.21	-0.22
													P-valor	0.00	0.00	0.09	0.03	0.02
P9*														1.00	0.37	-0.23	-0.29	-0.44
														P-valor	0.00	0.02	0.01	0.00
P10*															1.00	-0.10	-0.33	-0.45
															P-valor	0.19	0.00	0.00
CM																1.00	-0.06	-0.05

Tabla 60. (Continuación)

																					P-valor	0.29	0.34	
P2*																						1.00	0.96	
P3*																						P-valor	0.00	1.00

* Encuesta docente

Fuente: Autoras, 2015

D2. Matriz de correlaciones asociada a los aspectos actitudinales y físicos

Tabla 61. Matriz de correlaciones asociada a los aspectos actitudinales y físicos

	P40	P30	P31	P32	P33	P36	P34	P35	P41	IMC	PA*	P37	P42	P43	P38	P39	P44	P45	P46	P1
P40	1.00	0.24	0.33	0.19	0.34	0.11	0.58	0.26	0.34	-0.10	-0.21	-0.07	0.33	0.30	-0.28	-0.19	-0.02	-0.10	0.38	-0.19
	P-valor	0.00	0.00	0.03	0.00	0.14	0.00	0.01	0.00	0.16	0.02	0.27	0.00	0.00	0.00	0.03	0.43	0.18	0.00	0.03
P30		1.00	0.42	0.49	0.50	0.24	0.29	0.19	0.21	0.04	-0.11	-0.14	0.08	0.11	-0.06	-0.14	-0.21	-0.12	0.21	-0.04
		P-valor	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.02	0.34	0.14	0.10	0.22	0.14	0.27	0.09	0.02	0.14	0.02	0.36
P31			1.00	0.40	0.61	0.02	0.39	0.33	0.30	-0.04	0.11	-0.12	0.09	0.14	-0.13	-0.22	-0.07	-0.10	0.20	-0.17
			P-valor	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00	0.00	0.34	0.15	0.13	0.19	0.09	0.11	0.02	0.24	0.18	0.03	0.06
P32				1.00	0.65	0.34	0.06	0.29	0.37	-0.02	-0.02	-0.25	0.13	0.07	0.06	-0.14	-0.05	-0.10	0.11	-0.04
				P-valor	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.44	0.44	0.01	0.11	0.26	0.30	0.08	0.34	0.18	0.16	0.37
P33					1.00	0.16	0.29	0.22	0.38	-0.18	-0.03	-0.23	0.26	0.13	0.02	-0.19	-0.07	0.05	0.35	-0.31

Tabla 61. (Continuación)

					P-valor	0.06	0.00	0.02	0.00	0.04	0.38	0.01	0.01	0.11	0.42	0.04	0.27	0.31	0.00	0.00
P36						1.00	0.07	0.27	0.41	-0.06	0.00	-0.37	0.22	0.08	0.06	-0.09	-0.25	0.08	0.05	0.11
						P-valor	0.25	0.01	0.00	0.27	0.49	0.00	0.02	0.21	0.30	0.20	0.01	0.22	0.33	0.14
P34						1.00	0.34	0.18	0.00	-0.16	-0.12	0.19	0.17	-0.13	-0.15	-0.17	-0.06	0.22	-0.08	
						P-valor	0.00	0.04	0.49	0.06	0.13	0.04	0.05	0.11	0.07	0.05	0.29	0.02	0.22	
P35						1.00	0.26	-0.01	0.00	-0.05	0.03	0.07	0.07	0.01	-0.26	-0.07	-0.11	0.12	0.00	
						P-valor	0.01	0.46	0.49	0.32	0.38	0.26	0.45	0.01	0.24	0.15	0.13	0.49		
P41						1.00	-0.19	0.00	-0.15	0.52	0.49	0.18	-0.12	-0.07	-0.05	0.23	-0.02			
						P-valor	0.04	0.48	0.08	0.00	0.00	0.04	0.12	0.24	0.31	0.01	0.44			
IMC						1.00	0.03	0.07	-0.28	-0.04	0.06	0.21	0.12	-0.03	-0.25	0.31				
						P-valor	0.40	0.27	0.00	0.36	0.29	0.02	0.14	0.38	0.01	0.00				
PA*						1.00	-0.01	0.00	-0.02	0.18	0.08	0.10	0.11	-0.11	0.20					
						P-valor	0.45	0.49	0.42	0.05	0.23	0.18	0.16	0.15	0.03					
P37						1.00	-0.11	-0.02	0.14	0.28	0.04	0.00	-0.06	0.02						
						P-valor	0.15	0.42	0.09	0.00	0.35	0.49	0.29	0.44						
P42						1.00	0.36	0.15	-0.25	-0.10	0.09	0.16	0.05							
						P-valor	0.00	0.07	0.01	0.18	0.19	0.07	0.33							
P43						1.00	-0.24	-0.15	-0.05	-0.01	0.28	-0.04								
						P-valor	0.01	0.07	0.33	0.45	0.00	0.36								
P38						1.00	0.23	-0.04	0.15	-0.25	0.40									
						P-valor	0.01	0.37	0.08	0.01	0.00									
P39						1.00	0.11	-0.01	-0.29	0.13										

Tabla 61. (Continuación)

																	P-valor	0.16	0.46	0.00	0.11
P44																		1.00	0.09	-0.19	-0.10
																		P-valor	0.19	0.03	0.16
P45																		1.00	-0.07	0.13	
																		P-valor	0.26	0.10	
P46																			1.00	-0.38	
																		P-valor	0.00		
P1																				1.00	

PA*: Puntuación Alimentación

Fuente: Autoras, 2015

D3. Matriz de correlaciones asociada a los aspectos familiares y socioeconómicos

Tabla 62. Matriz de correlaciones asociada a los aspectos familiares y socioeconómicos

	P67	P68	P51	P52	P53	P55	P59	P60	P61	P62	P56	P57	P54	P58	E*	P69
P67	1.00	0.53	-0.20	0.03	-0.10	0.07	0.04	-0.14	-0.21	-0.04	0.13	-0.07	-0.17	0.09	0.20	0.11
	P-Valor	0.00	0.04	0.41	0.19	0.29	0.37	0.12	0.03	0.36	0.13	0.29	0.08	0.21	0.05	0.17
P68		1.00	-0.11	0.05	-0.15	0.10	0.06	0.07	0.00	0.02	0.10	-0.14	-0.11	0.18	0.23	-0.04
		P-Valor	0.17	0.34	0.11	0.20	0.29	0.27	0.50	0.42	0.20	0.12	0.18	0.07	0.03	0.38
P51			1.00	0.43	0.43	0.33	-0.21	-0.04	0.55	0.47	-0.28	-0.29	0.61	-0.33	0.02	0.00

Tabla 62. (Continuación)

			P-Valor	0.00	0.00	0.00	0.04	0.37	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.45	0.49
P52				1.00	0.25	0.22	-0.26	-0.04	0.38	0.40	-0.15	-0.27	0.45	-0.18	0.11	0.23
				P-Valor	0.02	0.03	0.01	0.37	0.00	0.00	0.10	0.01	0.00	0.06	0.18	0.02
P53					1.00	0.17	-0.29	-0.21	0.23	0.29	-0.01	-0.01	0.37	-0.45	0.01	0.19
					P-Valor	0.07	0.01	0.04	0.02	0.01	0.46	0.45	0.00	0.00	0.48	0.05
P55						1.00	-0.21	-0.01	0.24	0.39	-0.19	-0.12	0.35	-0.23	0.15	-0.01
						P-Valor	0.04	0.46	0.02	0.00	0.06	0.16	0.00	0.03	0.10	0.47
P59							1.00	0.24	-0.06	-0.14	0.06	-0.04	-0.20	0.39	0.06	-0.15
							P-Valor	0.02	0.30	0.12	0.31	0.38	0.05	0.00	0.32	0.10
P60								1.00	-0.07	-0.08	-0.15	0.04	-0.17	0.32	0.05	-0.02
								P-Valor	0.29	0.25	0.10	0.36	0.08	0.00	0.34	0.45
P61									1.00	0.57	-0.35	-0.27	0.58	-0.20	-0.12	0.08
									P-Valor	0.00	0.00	0.01	0.00	0.05	0.16	0.25
P62										1.00	-0.39	-0.36	0.46	-0.31	0.18	0.07
										P-Valor	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.27
P56											1.00	0.36	-0.37	0.23	-0.07	-0.07

Tabla 62. (Continuación)

											P-Valor	0.00	0.00	0.03	0.27	0.28
P57												1.00	-0.37	0.30	-0.05	-0.09
												P-Valor	0.00	0.00	0.35	0.23
P54													1.00	-0.51	-0.09	0.11
													P-Valor	0.00	0.22	0.19
P58														1.00	0.07	0.03
														P-Valor	0.28	0.41
E*															1.00	-0.05
															P-Valor	0.33
P69																1.00

E*: Edad del estudiante

Fuente: Autoras, 2015

D4. Matriz de correlación antiimagen asociada a los aspectos académicos

Tabla 63. Matriz de correlaciones asociada a los aspectos académicos

	P22	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P4*	P8*	P9*	P10*	CM	P2*	P3*
P22	0.36^a	0.00	-0.05	0.30	-0.12	-0.15	-0.08	0.04	-0.04	-0.13	0.06	-0.18	0.01	0.21	0.04	-0.19	-0.25	0.24
P11		0.89^a	-0.35	0.06	0.21	0.01	0.14	0.09	0.01	0.17	0.03	-0.18	-0.01	0.02	0.06	0.16	-0.07	0.04
P12			0.85^a	-0.12	0.01	0.04	0.06	0.12	0.09	0.42	-0.07	0.18	-0.09	-0.07	-0.06	-0.02	0.16	-0.20
P13				0.80^a	-0.02	-0.04	-0.04	-0.19	-0.09	-0.40	-0.03	-0.18	-0.02	0.21	0.00	-0.11	-0.21	0.24
P14					0.67^a	-0.07	0.23	-0.03	-0.07	0.01	-0.09	-0.08	0.18	0.11	-0.09	0.23	-0.15	0.18
P15						0.78^a	-0.27	-0.14	0.12	-0.05	-0.26	-0.08	0.09	-0.29	-0.15	-0.07	0.12	-0.16
P16							0.59^a	-0.33	0.10	0.10	0.07	0.25	-0.08	-0.14	-0.01	0.01	0.31	-0.30
P17								0.82^a	0.00	-0.02	-0.30	-0.18	0.12	0.04	0.05	0.01	-0.25	0.23
P18									0.55^a	0.03	-0.16	-0.06	0.01	-0.47	-0.01	-0.08	0.30	-0.32
P19										0.80^a	-0.10	0.19	-0.16	-0.01	0.03	-0.01	0.23	-0.23
P20											0.83^a	0.02	0.03	0.16	0.01	0.03	-0.01	0.00
P4*												0.44^a	-0.48	0.10	0.38	-0.27	0.67	-0.54
P8*													0.43^a	-0.27	-0.57	0.19	-0.17	0.09
P9*														0.43^a	0.21	0.16	-0.42	0.54
P10*															0.59^a	-0.07	-0.01	0.14

Tabla 64. (C0ntinuación)

IMC										0,7 ^a	0.05	0.00	0.21	-0.14	-0.04	-0.09	-0.14	0.04	0.08	-0.24
PA*											0,5 ^a	0.05	-0.04	-0.06	-0.09	-0.08	-0.11	-0.04	-0.07	-0.15
P37												0,6 ^a	-0.03	-0.08	-0.18	-0.26	0.09	-0.08	-0.04	0.10
P42													0,7 ^a	-0.19	-0.17	0.27	0.03	-0.01	0.11	-0.11
P43														0,6 ^a	0.40	0.00	0.03	-0.07	-0.13	-0.11
P38															0,4 ^a	-0.15	0.05	-0.07	0.05	-0.34
P39																0,6 ^a	-0.05	0.10	0.19	0.00
P44																	0,4 ^a	-0.15	0.21	0.18
P45																		0,3 ^a	0.02	-0.16
P46																			0,8 ^a	0.20
P1																				0,6 ^a

Fuente: Autoras, 2015

D6. Matriz de correlación antiimagen asociada a los aspectos familiares y socioeconómicos

Tabla 65. Matriz de correlación antiimagen asociada a los aspectos familiares y socioeconómicos

	P67	P68	P51	P52	P53	P55	P59	P60	P61	P62	P56	P57	P54	P58	E*	P69
P67	0,539 ^a	-0.51	0.04	-0.09	0.04	-0.10	-0.10	0.24	0.21	-0.04	0.01	0.01	0.06	0.03	-0.03	-0.18
P68		0,486 ^a	0.10	0.01	0.00	-0.07	0.11	-0.17	-0.21	0.04	-0.15	0.20	0.00	-0.13	-0.16	0.14
P51			0,840 ^a	-0.14	-0.29	-0.10	0.10	-0.10	-0.24	-0.03	0.00	0.14	-0.25	-0.09	-0.06	0.19
P52				0,809 ^a	0.00	0.05	0.23	-0.09	-0.10	-0.12	-0.14	0.11	-0.22	-0.10	-0.14	-0.16
P53					0,724 ^a	0.04	0.03	0.04	0.02	-0.12	-0.17	-0.22	-0.04	0.33	-0.06	-0.26
P55						0,806 ^a	0.15	-0.09	0.04	-0.22	0.00	-0.10	-0.19	0.02	-0.10	0.05
P59							0,609 ^a	-0.19	-0.11	-0.01	-0.09	0.21	-0.12	-0.31	-0.10	0.17
P60								0,515 ^a	0.13	0.03	0.26	-0.05	0.10	-0.18	0.03	-0.05
P61									0,751 ^a	-0.39	0.13	-0.07	-0.26	-0.14	0.25	-0.04
P62										0,822 ^a	0.16	0.15	0.07	0.08	-0.22	0.02
P56											0,738 ^a	-0.20	0.15	-0.09	0.13	0.07
P57												0,694 ^a	0.08	-0.27	-0.03	0.13
P54													0,835 ^a	0.32	0.11	-0.08
P58														0,699 ^a	-0.06	-0.22
E*															0,471 ^a	0.07
P69																0,360

Fuente: Autoras, 2015

ANEXO E.

Selección del modelo

Tabla 66. Selección del modelo

Modelo	Predictor lineal	AIC	GL	Deviance	Análisis de la Deviance		
					GL	Deviance	p(>Chi)
PASO UNO Rendimiento Académico ~1 deviance: 106,804 GL: 93 AIC=108.8	+ Autoconcepto y comportamiento	95,666	92	91,666	1	15,138	0,00009994***
	+ Al estudiante le agrada la materia matemáticas	99,034	92	95,034	1	11,77	0,000602***
	+ Presencia de lugar exclusivo para estudiar en la residencia	101,66	92	97,659	1	9,1441	0,002495**
	+ Razón por la cual el docente escogió esta profesión	104,67	91	98,672	2	8,1312	0,01715*
	+ El estudiante practica alguna actividad distinta a estudiar	102,96	92	98,965	1	7,8386	0,005114**
	+ Género del estudiante	105,73	92	101,63	1	5,1702	0,02298*
	+ Aspectos Docente	106,07	92	102,07	1	4,7374	0,02951*
	+ A juicio del estudiante el profesor tiene una buena metodología de enseñanza de la materia	106,14	92	102,14	1	4,6672	0,03074*

Tabla 66. (Continuación)

					Análisis de la Deviance		
Modelo	Predictor lineal	AIC	GL	Deviance	GL	Deviance	p(>Chi)
	+ Orgánicos y escolar	107,39	92	103,39	1	3,409	0,06484
	+ Hogar	110,52	92	106,52	1	0,28394	0,5941
	+ Nivel educativo de la madre	110,68	92	106,68	1	0,12225	0,7266
PASO DOS	+ Presencia de lugar exclusivo para estudiar en la residencia	90,023	91	84,023	1	7,6426	0,005701**
	+ El estudiante practica alguna actividad distinta a estudiar	92,43	91	86,43	1	5,2358	0,02213*
	+ Género del estudiante	92,761	91	86,761	1	4,9044	0,02679*
	+ Al estudiante le agrada la materia matemáticas	93,068	91	87,068	1	4,5977	0,03202*
	+ Razón por la cual el docente escogió esta profesión	96,033	90	88,033	2	3,6329	0,1626
	+ Orgánicos y escolar	94,665	91	88,665	1	3,0004	0,08324
	+ Hogar	95,05	91	89,05	1	2,6151	0,1058
	+ Aspectos Docente	97,034	91	91,034	1	0,6318	0,4267
	+ A juicio del estudiante el profesor tiene una buena metodología de enseñanza de la materia	97,269	91	91,269	1	0,397	0,5287

Tabla 66. (Continuación)

		Análisis de la Deviance						
Modelo	Predictor lineal	AIC	GL	Deviance	GL	Deviance	Modelo	
	+ Nivel educativo de la madre	97,423	91	91,423	1	0,2423	0,6225	
PASO TRES	+ El estudiante practica alguna actividad distinta a estudiar	82,696	90	74,696	1	9,3269	0,002258**	
	+ Género del estudiante	87,486	90	79,486	1	4,5372	0,033166*	
	+ Al estudiante le agrada la materia matemáticas	89,341	90	81,341	1	2,6822	0,101477	
	+ Razón por la cual el docente escogió esta profesión	90,038	89	80,038	2	3,9848	0,136368	
	+ Orgánicos y escolar	89,833	90	81,33	1	2,1905	0,138862	
	+ Hogar	91,004	90	83,004	1	1,0191	0,312729	
	+ Aspectos Docente	91,774	90	83,574	1	0,4486	0,503000	
	+ A juicio del estudiante el profesor tiene una buena metodología de enseñanza de la materia	91,613	90	83,613	1	0,4096	0,522190	
	+ Nivel educativo de la madre	91,088	90	83,088	1	0,9351	0,333543	

Tabla 66. (Continuación)

						Análisis de la Deviance		
Modelo	Predictor lineal	AIC	GL	Deviance	GL	Modelo	Predictor lineal	
PASO CUATRO	Rendimiento Académico ~ + Autoconcepto y comportamiento + Presencia de lugar exclusivo para estudiar en la residencia + El estudiante practica alguna actividad distinta a estudiar deviance:74,696 GL: 90 AIC:82,696	+ Orgánicos y escolar	79,362	89	69,362	1	5,3345	0,020907*
		+ Razón por la cual el docente escogió esta profesión	81,661	88	69,661	2	5,0347	0,080672
		+ Al estudiante le agrada la materia matemáticas	81,216	89	71,216	1	3,4803	0,062103
		+ Género del estudiante	82,255	89	72,255	1	2,4407	0,118224
		+ Aspectos Docente	83,264	89	73,264	1	1,4322	0,23141
		+ A juicio del estudiante el profesor tiene una buena metodología de enseñanza de la materia	84,031	89	74,031	1	0,6649	0,414852
		+ Nivel educativo de la madre	84,683	89	74,683	1	0,0136	0,907113
		+ Hogar	84,684	89	74,684	1	0,0126	0,910543

Tabla 66. (Continuación)

						Análisis de la Deviance		
Modelo	Predictor lineal	AIC	GL	Deviance	GL	Modelo	Predictor lineal	
PASO CINCO	+ Al estudiante le agrada la materia matemáticas	81,566	88	67,246	1	2,116	0,145763	
	+ Razón por la cual el docente escogió esta profesión	79,246	87	67,566	2	1,7957	0,407441	
	+ Género del estudiante	79,67	88	67,67	1	1,6921	0,193325	
	+ Aspectos Docente	80,579	88	68,579	1	0,7823	0,376433	
	+ Hogar	81,11	88	69,005	1	0,3565	0,550443	
	+ A juicio del estudiante el profesor tiene una buena metodología de enseñanza de la materia	81,335	88	69,11	1	0,2519	0,61575	
	+ Nivel educativo de la madre	81,005	88	69,335	1	0,0269	0,869798	

Fuente: Autoras, 2015

ANEXO F.

Prueba de concordancia

Siguiendo los pasos indicados por Silva (1995, cit. Díaz, 2009), para medir la concordancia entre las predicciones del modelo y los datos reales, se tiene:

Paso 1: Calcular las probabilidades p_1, p_2, \dots, p_n , de que ocurra el evento ($Y = 1$) para cada uno de los n individuos a partir del modelo estimado.

Indi	Probabilidad	Indi	Probabilidad	Indi	Probabilidad	Indi	Probabilidad	Indi	Probabilidad
1	0.74116702	20	0.98396821	39	0.76731807	58	0.93908142	77	0.47157842
2	0.92494354	21	0.96211078	40	0.96237201	59	0.70578212	78	0.23377872
3	0.85832085	22	0.97054397	41	0.67966398	60	0.91359651	79	0.26478126
4	0.47086205	23	0.89524405	42	0.39349324	61	0.2560504	80	0.57285449
5	0.74771227	24	0.27492136	43	0.99614493	62	0.89390447	81	0.26556751
6	0.98435062	25	0.63961787	44	0.96428964	63	0.86336424	82	0.80463953
7	0.06505638	26	0.92256572	45	0.35665046	64	0.99320239	83	0.82768679
8	0.73088336	27	0.99789251	46	0.63798936	65	0.80503348	84	0.13828474
9	0.93097316	28	0.72652963	47	0.92847331	66	0.86336424	85	0.64849332
10	0.6556763	29	0.96211078	48	0.10067681	67	0.76663624	86	0.8748493
11	0.99652619	30	0.99741971	49	0.88691737	68	0.88608012	87	0.63768444
12	0.98024336	31	0.95377227	50	0.78440588	69	0.69313524	88	0.77021295
13	0.42283309	32	0.87803175	51	0.35891925	70	0.86336424	89	0.99240332
14	0.95736589	33	0.94983292	52	0.81508603	71	0.88147242	90	0.15342733
15	0.99243908	34	0.83224999	53	0.96759993	72	0.98561449	91	0.99728093
16	0.69416713	35	0.99768161	54	0.99489788	73	0.1487886	92	0.78482498
17	0.89863563	36	0.4668395	55	0.96189622	74	0.13293992	93	0.7734219
18	0.98018789	37	0.97054397	56	0.98882555	75	0.83526763	94	0.05036587
19	0.99905432	38	0.92427855	57	0.60532623	76	0.8313672		

Paso 2: Ordenar los n valores p_i de menor a mayor

0.05036587	0.4668395	0.74116702	0.86336424	0.93097316	0.98435062
0.06505638	0.47086205	0.74771227	0.86336424	0.93908142	0.98561449
0.10067681	0.47157842	0.76663624	0.86336424	0.94983292	0.98882555
0.13293992	0.57285449	0.76731807	0.8748493	0.95377227	0.99240332
0.13828474	0.60532623	0.77021295	0.87803175	0.95736589	0.99243908
0.1487886	0.63768444	0.7734219	0.88147242	0.96189622	0.99320239
0.15342733	0.63798936	0.78440588	0.88608012	0.96211078	0.99489788
0.23377872	0.63961787	0.78482498	0.88691737	0.96211078	0.99614493
0.2560504	0.64849332	0.80463953	0.89390447	0.96237201	0.99652619
0.26478126	0.6556763	0.80503348	0.89524405	0.96428964	0.99728093
0.26556751	0.67966398	0.81508603	0.89863563	0.96759993	0.99741971
0.27492136	0.69313524	0.82768679	0.91359651	0.97054397	0.99768161
0.35665046	0.69416713	0.8313672	0.92256572	0.97054397	0.99789251
0.35891925	0.70578212	0.83224999	0.92427855	0.98018789	0.99905432
0.39349324	0.72652963	0.83526763	0.92494354	0.98024336	
0.42283309	0.73088336	0.85832085	0.92847331	0.98396821	

Paso 3: Dividir los valores de p_i ($i = 1, 2, \dots, n$) en grupos, en este caso se forma el primer grupo con todos los sujetos para los cuales p sea menor que 0.1: el segundo, aquellos cuyos valores están entre 0.1 y 0.2, y así sucesivamente.

Gru	p_i	n_i	Gru.	p_i	n_i	Gru	p_i	n_i	Gru.	p_i	n_i
1	0.050366	2	7	0.648493	9	9	0.863364	19	10	0.962372	35
	0.065056			0.655676			0.863364			0.96429	
2	0.100677	5		0.679664			0.863364			0.9676	
	0.13294			0.693135			0.874849			0.970544	
	0.138285			0.694167			0.878032			0.970544	
	0.148789			0.705782			0.881472			0.980188	
	0.153427			0.72653			0.88608			0.980243	
3	0.233779	5	8	0.730883	11	10	0.886917	35		0.983968	
	0.25605			0.741167			0.893904			0.984351	
	0.264781			0.747712			0.895244			0.985614	
	0.265568			0.766636			0.898636		0.988826		
	0.274921			0.767318			0.913597		0.992403		
4	0.35665	3	0.770213	10	10	0.922566	35	0.992439			
	0.358919		0.773422			0.924279		0.993202			

	0.393493			0.784406			0.924944			0.994898
5	0.422833	4	9	0.784825	19		0.928473			0.996145
	0.466839			0.80464			0.930973			0.996526
	0.470862			0.805033			0.939081			0.997281
	0.471578			0.815086			0.949833			0.99742
6	0.572854	1		0.827687			0.953772			0.997682
7	0.605326			0.831367			0.957366			0.997893
	0.637684			0.83225			0.961896			0.999054
	0.637989			0.835268			0.962111			
	0.639618			0.858321			0.962111			

Paso 4: Sumar los valores de p en cada uno de los grupos conformados. Siendo E_1, E_2, \dots, E_{10} los *valores esperados*. De manera que E_i es la suma de los n_i valores de p correspondientes al i -ésimo grupo.

Grupo	E_i
1	0.115422
2	0.674117
3	1.295099
4	1.109063
5	1.832113
6	0.572854
7	5.891754
8	8.298894
9	16.29488
10	33.92448

Paso 5: Contar en cada grupo el número de individuos para los cuales $Y = 1$. Estos son los *valores observados*, los cuales se denotan por O_1, O_2, \dots, O_{10} .

Grupo	$O_i, Y = 1$
1	2
2	2
3	5
4	2
5	4
6	1
7	8
8	9
9	15
10	22

Una vez se tienen estos valores, se calcula la estadística:

Grupo	O_i	E_i	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$	n_i	$E_i^* = n_i - E_i$	$O_i^* = n_i - O_i$	$\frac{(O_i^* - E_i^*)^2}{E_i^*}$
1	2	0.115422	30.77079	2	1.884578	0	1.884578
2	2	0.674117	2.607802	5	4.325883	3	0.406383
3	5	1.295099	10.59864	5	3.704901	0	3.704901
4	2	1.109063	0.715711	3	1.890937	1	0.419775
5	4	1.832113	2.565199	4	2.167887	0	2.167887
6	1	0.572854	0.318498	1	3.427146	0	3.427146
7	8	5.891754	0.754394	9	-1.89175	1	-4.42036
8	9	8.298894	0.059231	11	2.701106	2	0.181981
9	15	16.29488	0.102898	19	2.705121	4	0.619829
10	22	33.92448	4.191466	35	1.075516	13	132.2093
		Suma	52.68462				140.6014

$$\chi^2 = 52.68462 + 140.6014 = 193.2861$$

ANEXO G.

Concordancia entre valores ajustados y valores observados

AJUSTADOS VS. OBSERVADOS (0=REPROBRAR Y 1=APROBAR)

1	0,74116702	1	Concordancia	48	0,10067681	0	Concordancia
2	0,92494354	1	Concordancia	49	0,88691737	1	Concordancia
3	0,85832085	0	No concordancia	50	0,78440588	1	Concordancia
4	0,47086205	0	Concordancia	51	0,35891925	0	Concordancia
5	0,74771227	1	Concordancia	52	0,81508603	1	Concordancia
6	0,98435062	1	Concordancia	53	0,96759993	1	Concordancia
7	0,06505638	0	Concordancia	54	0,99489788	1	Concordancia
8	0,73088336	1	Concordancia	55	0,96189622	1	Concordancia
9	0,93097316	1	Concordancia	56	0,98882555	1	Concordancia
10	0,6556763	1	Concordancia	57	0,60532623	1	Concordancia
11	0,99652619	1	Concordancia	58	0,93908142	1	Concordancia
12	0,98024336	1	Concordancia	59	0,70578212	1	Concordancia
13	0,42283309	0	Concordancia	60	0,91359651	1	Concordancia
14	0,95736589	1	Concordancia	61	0,2560504	0	Concordancia
15	0,99243908	1	Concordancia	62	0,89390447	1	Concordancia
16	0,69416713	1	Concordancia	63	0,86336424	1	Concordancia
17	0,89863563	1	Concordancia	64	0,99320239	1	Concordancia

18	0,98018789	1	Concordancia	65	0,80503348	1	Concordancia
19	0,99905432	1	Concordancia	66	0,86336424	1	Concordancia
20	0,98396821	1	Concordancia	67	0,76663624	1	Concordancia
21	0,96211078	1	Concordancia	68	0,88608012	1	Concordancia
22	0,97054397	1	Concordancia	69	0,69313524	0	No concordancia
23	0,89524405	1	Concordancia	70	0,86336424	1	Concordancia
24	0,27492136	0	Concordancia	71	0,88147242	1	Concordancia
25	0,63961787	1	Concordancia	72	0,98561449	1	Concordancia
26	0,92256572	1	Concordancia	73	0,1487886	0	Concordancia
27	0,99789251	1	Concordancia	74	0,13293992	0	Concordancia
28	0,72652963	1	Concordancia	75	0,83526763	1	Concordancia
29	0,96211078	1	Concordancia	76	0,8313672	1	Concordancia
30	0,99741971	1	Concordancia	77	0,47157842	0	Concordancia
31	0,95377227	1	Concordancia	78	0,23377872	0	Concordancia
32	0,87803175	1	Concordancia	79	0,26478126	0	Concordancia
33	0,94983292	1	Concordancia	80	0,57285449	1	No concordancia
34	0,83224999	0	No concordancia	81	0,26556751	0	Concordancia
35	0,99768161	1	Concordancia	82	0,80463953	0	Concordancia
36	0,4668395	0	Concordancia	83	0,82768679	1	Concordancia
37	0,97054397	1	Concordancia	84	0,13828474	1	No concordancia
38	0,92427855	1	Concordancia	85	0,64849332	0	Concordancia
39	0,76731807	1	Concordancia	86	0,8748493	1	Concordancia
40	0,96237201	1	Concordancia	87	0,63768444	1	Concordancia
41	0,67966398	1	Concordancia	88	0,77021295	1	Concordancia
42	0,39349324	1	No concordancia	89	0,99240332	1	Concordancia
43	0,99614493	1	Concordancia	90	0,15342733	0	Concordancia
44	0,96428964	1	Concordancia	91	0,99728093	0	No concordancia
45	0,35665046	0	Concordancia	92	0,78482498	1	Concordancia
46	0,63798936	1	Concordancia	93	0,7734219	1	Concordancia
47	0,92847331	0	Concordancia	94	0,05036587	0	Concordancia