

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Educación

**Análisis de los factores asociados con el rendimiento de los  
estudiantes de tercero básico en Matemática y Lectura, del  
año 2006**

Marco Antonio Saz Choxin

Guatemala  
2008



**Análisis de los factores asociados con el rendimiento de los  
estudiantes de tercero básico en Matemática y Lectura, del  
año 2006**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Educación

**Análisis de los factores asociados con el rendimiento de los  
estudiantes de tercero básico en Matemática y Lectura, del  
año 2006**

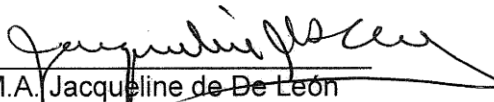
Trabajo de graduación presentado por  
Marco Antonio Saz Choxin,  
para optar al grado académico de Maestría en Medición,  
Evaluación e Investigación Educativas.

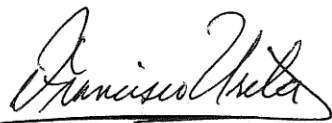
Guatemala  
2008

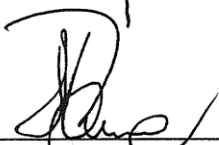
**Vo. Bo.:**

(f)   
M.Sc. Mario Raúl Moreno Grajeda  
Asesor

**Tribunal:**

(f)   
M.A. Jacqueline de León  
Examinador

(f)   
M.A Francisco Ureta  
Examinador

(f)   
M.Sc. Mario Raúl Moreno Grajeda  
Examinador

Fecha de aprobación: Guatemala, 12 de diciembre de 2008.



Guatemala, 10 de marzo de 2010

A: Marco Antonio Saz Choxin

De: Lda. Silvia de Buratti

Ref.: Tesis

---

Por este medio le comunico que luego de cumplir con los requisitos estipulados para la elaboración de su tesis, puede iniciar los trámites para obtener su título.

Atentamente,

  
Lda. Silvia Ciudad-Real de Buratti  
Col 7754

## **DEDICATORIA**

A la memoria de mi padre Catarino Saz Sactic

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios  
...digno de suprema alabanza.

Al programa Estándares e Investigación Educativa de USAID,  
...por haberme otorgado la beca y darme la oportunidad para culminar los  
estudios de Maestría.

Al Ing. M.Sc. Mario Moreno  
...por el apoyo y asesoría para la realización de este trabajo.

A mi esposa Siomara Saz de Saz,  
...por ser ayuda idónea en los momentos buenos y malos.

A mi madre Angela Choxín,  
...por el apoyo desde mi infancia

A mis suegros David Saz y Cecilia López  
... por su apoyo incondicional.

A mis hermanos y cuñados  
...por ser parte importante de mi vida

Y felizmente a mis hijos: Antony David y Sicely de los Angeles  
...por ser mi gran fuente de inspiración y motivo de mi inmensa alegría.

## PREFACIO

Este trabajo fue realizado gracias al apoyo de tres instituciones a las cuales expreso mi más profundo agradecimiento en este apartado. Primeramente, al Programa Estándares e Investigación Educativa, de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional -USAID- quien a través de la Beca “Frank Fairchild” permitió que el autor de este informe cursara y culminara los estudios a nivel de Maestría. Seguidamente a la Dirección General de Evaluación e Investigación Educativa –DIGEDUCA- del Ministerio de Educación, quien proporcionó las bases de datos y facilitó la permanencia en sus instalaciones para producir el presente; y a la Universidad del Valle de Guatemala, por el aporte de los conocimientos y la supervisión oportuna. Además y no por ello menos importante, sino como bastión fundamental para la realización del presente, ha sido el apoyo y asesoría del Ing. M.Sc. Mario Raúl Moreno Grajeda, a quién asimismo deseo expresar mi sincera gratitud por el incalculable aporte a esta tesis de graduación.

Este trabajo fundamentalmente se realizó con la idea de transformar en información útil, parte de las bases de datos que se obtienen de las evaluaciones que realiza el Ministerio de Educación de Guatemala, de tal forma que pueda servir de apoyo para la toma de decisiones en política educativa. Asimismo, se pensó en diseñar una Metodología Estadística que sea innovadora y que pueda ser utilizada para investigaciones sobre los factores asociados al rendimiento académico en otras evaluaciones y/o grados examinados.

Como aporte final, durante el transcurso del trabajo se desarrollan y explican asimismo las técnicas estadísticas de Regresión Múltiple y Análisis Factorial, lo cual puede servir para profundizar en los temas y comprender la aplicabilidad de las mismas en situaciones reales.

## ÍNDICE

<b>PREFACIO</b> .....	iv
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	vii
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b> .....	viii
<b>RESUMEN</b> .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II.</b>	4
<b>OBJETIVOS</b> .....	
<b>III. MARCO CONCEPTUAL</b> .....	5
3.1. Estudio de los factores asociados al rendimiento estudiantil...	7
3.2. Evaluaciones estandarizadas.....	11
3.2.1. Evaluaciones estandarizadas a gran escala.....	11
3.2.2. Las pruebas nacionales como indicadores de calidad...	12
3.3. Las pruebas nacionales en Guatemala.....	18
3.3.1. Algunos estudios previos de factores asociados en el País.....	22
3.4. Análisis estadísticos.....	23
3.4.1. Funciones de producción educativas.....	23
3.4.2. El análisis de Regresión Múltiple y los supuestos del modelo.....	24
3.4.3. Análisis factorial.....	27
3.4.3.1. Matrices factoriales y cargas factoriales.....	28
3.4.3.2. Extracción.....	29
3.4.3.3. Rotación.....	30
3.4.3.4. Puntuaciones factoriales.....	30
3.5. El modelo de la Teoría de Respuesta al Ítem.....	31
3.5.1. El modelo Rasch.....	34
3.5.2. Parámetros en los modelos logísticos.....	36

<b>IV. METODOLOGÍA.....</b>	<b>38</b>
4.1. Clasificación de los factores asociados.....	39
4.2. Construcción del índice socioeconómico.....	42
4.3. Análisis de Regresión Múltiple.....	44
<b>V. RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
5.1. Resultados del análisis factorial.....	47
5.2. Resultados de Regresión Múltiple.....	49
<b>VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>51</b>
<b>VII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>VIII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>64</b>
<b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>67</b>
<b>X. APÉNDICES.....</b>	<b>69</b>

## LISTA DE CUADROS

1. Factores externos a la escuela que influyen en el rendimiento académico .....	8
2. Factores internos a la escuela que influyen en el rendimiento académico.....	9
3. Funciones y/o limitaciones de las pruebas .....	17
4. Resultados nacionales en 2006 de Tercero Básico.....	19
5. Adecuación muestral KMO y Prueba de Barlett.....	47
6. Matriz de componentes rotados.....	48
7. Modelo final para Matemática.....	49
8. Modelo final para Lectura.....	50
9. Resultados sintetizados.....	57

## LISTA DE GRÁFICOS

1. Primeras Pruebas Nacionales.....	13
2. Estudiantes evaluados en el año 2006, distribuidos por Departamentos.....	20
3. Rendimiento en Matemática.....	21
4. Rendimiento en Lectura.....	21
5. Función Logística.....	33
6. Diagrama de la Metodología empleada.....	38
7. Distribución de libros leídos durante el último año.....	54
8. Dispersión de lectura de libros durante el último año.....	55

## RESUMEN

Este trabajo constituye la tesis de graduación de la Maestría en Medición, Evaluación e Investigación Educativa, por la Universidad del Valle de Guatemala. En éste se realizó un análisis de los factores asociados con el rendimiento de los estudiantes de tercero básico evaluados en las Pruebas Nacionales del Ministerio de Educación de Guatemala (MINEDUC), en Matemática y Lectura en el año 2006; para lo cual se realizaron fundamentalmente 3 etapas, componentes a la vez de este informe:

- I. Se realizó una revisión literaria como sustento del tema
- II. Mediante la técnica estadística de Análisis Factorial, se construyó un Índice Socioeconómico de los estudiantes evaluados tomando dos variables: el grado académico más alto alcanzado por sus padres y el nivel de recursos domésticos del hogar. Después, mediante la técnica de Regresión Lineal Múltiple, se determinó el impacto de cada factor asociado analizado sobre el rendimiento del estudiante medido en unidades Logits representados por theta  $\Theta$  (Habilidad), según la Teoría de Respuesta al Ítem.
- III. Los resultados del análisis efectuado, indican que en promedio poseen mayor rendimiento los estudiantes identificados como ladinos, los que tienen al español como su lengua materna y aquellos que estudian en área urbana. En cuanto a Jornada estudiantil, los estudiantes de Jornada Matutina rinden mejor que las otras analizadas. Asimismo, no existe clara influencia del la lectura de libros en el rendimiento estudiantil; y finalmente, uno de los factores analizados más influyentes en el rendimiento académico es el nivel socioeconómico al cual pertenece el estudiante.

## I. INTRODUCCIÓN

El hombre y las sociedades han transitado diferentes etapas a lo largo de la historia, y cada una de éstas posee sus propias características y estructuras económicas predominantes. Pasando de economías agrícolas a industriales y de servicios, existe consenso en señalar que actualmente estamos en una “economía basada en el conocimiento”, en donde el conocimiento se está convirtiendo en el factor explicativo más importante del proceso de crecimiento y desarrollo económico de personas individuales y también de regiones, instituciones y países.

Con la consolidación de la teoría del capital humano, en donde se puso de manifiesto que un individuo mejor formado recibirá más ingresos a lo largo de su ciclo vital; la educación se constituye en elemento clave y foco de atención para el desarrollo individual y colectivo. Surgen por tanto, nuevos objetivos como la mejora en la calidad educativa, reducción del fracaso escolar, el aumento del rendimiento académico, la igualdad de oportunidades educativas, y muchas más. Actualmente, dada la vasta información sobre el tema, la literatura parece establecer que la calidad educativa necesita de indicadores que proporcionen información y orienten hacia la toma de decisiones. Y una manera de obtener esos indicadores es mediante las pruebas nacionales.

Por otro lado, desde mediados de los sesenta y a lo largo de los setenta, numerosos autores inician líneas investigativas hacia los factores relacionados con los resultados escolares basados en su mayoría en el esquema de función de producción desarrollado por Carroll (1963). Él propuso un modelo que establece que el aprendizaje escolar viene expresado en función del *tiempo utilizado* y el *tiempo necesitado* para el aprendizaje. Asimismo, Coleman y sus colaboradores (1966) en uno de los primeros esfuerzos por detectar relaciones estadísticas entre el aprendizaje, concluyeron que el hogar ejercía, en los Estados Unidos, la principal influencia sobre los resultados de las pruebas escolares y que la escuela importaba poco.

A criterio de autores posteriores como Bowles y Levin (1968) el “informe Coleman” poseía errores metodológicos; sin embargo, existe un consenso en identificar que no obstante estas falencias metodológicas, con los estudios de Coleman *et. al* (1966) se iniciaron nuevos enfoques de investigaciones hacia la determinación de factores *internos* y *externos* a la escuela que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes. Y entre los aspectos externos al aula, la literatura indica que el nivel socioeconómico al cual pertenece el estudiante, influye determinadamente en el rendimiento de éste; por lo que en este trabajo se emplea la técnica estadística de Análisis Factorial para la construcción de un índice socioeconómico y así, verificar la teoría.

Entonces, si el rendimiento escolar efectivamente está en función de otras variables, es necesario identificarlas y cuantificarlas. Y una manera aceptable de lograr esto es mediante el empleo de funciones de producción.

Las funciones de producción educativas, constituyen un intento por explicar que el rendimiento estudiantil, depende de otros factores. Una manera sencilla de comprender esto, es cuando se emplea la analogía y se considera lo que sucede en otros campos como la agricultura y la industria, en donde es necesaria la combinación de varios factores para obtener un producto terminado. Salvando las enormes diferencias, entonces una función de producción establece que el rendimiento escolar “Y” depende de varios factores pedagógicos “X” y no pedagógicos “Z”, por lo que se puede expresar mediante el modelo de regresión estadística:

$$Y = a + Bx + Cz$$

Donde “a” es el intercepto de una regresión estadística y “B” y “C” son vectores de coeficientes para X y Z respectivamente.

Este modelo estadístico de Regresión Lineal Múltiple, es la base fundamental para el análisis de los factores asociados con el rendimiento que se emplea en éste trabajo, con el objetivo primordial de determinar el impacto relativo de cada factor analizado sobre el rendimiento de los estudiantes de tercer grado de educación básica en Matemática y Lectura del año 2006.

Este trabajo se realizó aprovechando la amplia cantidad de datos obtenidos en las pruebas nacionales estandarizadas del MINEDUC, a manera de traducirlas en información útil que pueda servir como fundamento para la toma de decisiones importantes en políticas educativas, y como fuente de consulta especialmente en la Metodología empleada para realizar investigaciones similares para otros grados y/o otros años evaluados en las Pruebas Nacionales Estandarizadas.

Para la elaboración de este informe, fue necesaria la permanencia en la Unidad de la Dirección General de Evaluación, Investigación y Estándares Educativos, DIGEDUCA del Ministerio de Educación de Guatemala; por espacio de 7 meses (marzo – septiembre de 2008) para tener a disposición los datos necesarios, y realizar los respectivos y adecuados procesamientos estadísticos bajo la supervisión oportuna y puntual del asesor.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 GENERAL**

- Realizar un análisis de los factores asociados al rendimiento de los estudiantes de Tercero Básico evaluados en Matemática y Lectura en el año 2006, según las pruebas estandarizadas del Ministerio de Educación de Guatemala.

### **2.2 ESPECÍFICOS**

- Construcción de un Índice Socioeconómico de los estudiantes evaluados mediante el Análisis Factorial, para medir su impacto en el rendimiento académico.
- Realizar un modelo mediante Regresión Múltiple de los factores asociados al rendimiento de los estudiantes de tercero básico en Matemática y Lectura del año 2006.
- Determinar mediante la técnica estadística de Regresión Lineal Múltiple el impacto relativo de cada factor asociado analizado sobre el rendimiento de los estudiantes.

### III. MARCO CONCEPTUAL

Al igual que el hombre, las sociedades han transitado (y transitan) diferentes etapas durante su evolución histórica, con sus propias características y estructuras económicas predominantes. Pasando de economías agrícolas a industriales y luego a la de servicios, existe consenso en señalar que actualmente estamos inmersos en un período denominado “economía del conocimiento” Mendoza (2005), donde el conocimiento se está convirtiendo en el factor explicativo más importante del proceso de crecimiento y desarrollo económico no sólo de países, sino también de regiones e instituciones en general.

Durante finales de los 80’s y comienzos de los 90’s las nuevas teorías de crecimiento económico enfatizaron la posición del capital humano al analizar las diferencias internacionales en la tasa de crecimiento económico de los países. La teoría convencional de crecimiento que había estado vigente anteriormente, sostenía que el crecimiento económico era el resultado de la acumulación del capital físico y de la ampliación de la fuerza de trabajo, combinados con un factor exógeno (de origen externo), el proceso tecnológico; que incrementaba la productividad y la fuerza del trabajo. Según la nueva teoría del crecimiento, lo que aumenta la productividad no es un factor exógeno sino factores “endógenos” (que se originan en el interior) relacionados con la acumulación de los factores de producción y su nivel de conocimiento, Elías (2005). Este nivel de conocimiento es por lo tanto, parte de lo que se conoce como el capital humano de un individuo.

Lo anterior origina la necesaria consideración de la teoría del capital humano, por lo que resulta pertinente realizar una muy breve revisión literaria en función del tema central del presente informe, requiriéndose por tanto, literatura especializada para mayor comprensión del tema.

La teoría del capital humano, surgida con las aportaciones de Mincer (1958), Schultz (1961) y Becker (1964a), considera la educación como una

inversión que realizan los individuos y que les permite aumentar su dotación de capital (humano).

Becker (1964b), estudia las sociedades del conocimiento y concluye que su mayor tesoro es el capital humano que poseen, refiriéndose a éste como habilidades y destrezas, su salud y la calidad de los hábitos de trabajo que las personas van adquiriendo a lo largo de su vida, bien sea por medio de estudios formales, como las escuelas, o por conocimientos informales, que son lo que adquieren las personas por medio de la experiencia, Martínez y Sarmiento, (2002).

Analizando a empleados en las industrias de la época, Becker (1964c) sostuvo que muchos trabajadores elevan su productividad aprendiendo en el puesto de trabajo nuevas técnicas o perfeccionando las antiguas, evidenciando por tanto que, no obstante la formación en el puesto de trabajo no es una institución que se encarga de educar a las personas, ayuda a que el individuo aumente su productividad futura. Él puntualizó entonces que <<la importancia creciente del capital humano puede verse desde las experiencias de los trabajadores en las economías modernas que carecen de suficiente educación y formación en el puesto de trabajo>> según Hanusek, (2006). La teoría del capital humano, por tanto puso de manifiesto que un individuo mejor formado recibirá más ingresos a lo largo de su ciclo vital.

El punto neurálgico de la mención de la teoría del capital humano en este informe, es que desde su consolidación, objetivos como la reducción del fracaso escolar, el aumento del rendimiento académico, la mejora en la calidad de la enseñanza, la igualdad de oportunidades educativas y muchos otros mencionados en ámbitos académicos actuales, pasan a formar prioridades de las políticas de los países y de los conglomerados interesados en temas educativos. Por tanto, se le confiere a la educación, y a la educación formal en particular, una importancia sin precedentes, iniciándose con ello líneas investigativas con miras hacia las mejoras anteriormente citadas. En este orden, surge el intento de asociar el rendimiento estudiantil

con factores cuyo control podrían explicar en parte el éxito o fracaso académico. El estudio de estos factores, posee varios aspectos importantes.

### **3.1 Estudio de los factores asociados al rendimiento estudiantil**

Desde mediados de los 60's y a lo largo de los 70's, numerosos autores inician a investigar los factores relacionados con los resultados escolares basados en su mayoría en el esquema de función de producción desarrollado por Carroll (1963).

Carroll (1963) propuso un modelo que establece que el aprendizaje escolar viene expresado en función del tiempo utilizado y el tiempo necesitado para el aprendizaje. El tiempo dedicado al aprendizaje es la variable más importante en el aprendizaje escolar. El tiempo utilizado se refiere al tiempo previsto para la enseñanza en el aula, y el tiempo necesitado es aquel que depende de las aptitudes del estudiante, habilidad para entender la explicación del docente y calidad de la instrucción. Los principios básicos de este modelo son: el aprendizaje se logra si a los estudiantes se les da suficiente tiempo para aprender la información recibida en la escuela, y la instrucción proporcionada por el docente debe ser de calidad, Zully (2005)

Por otra parte, Coleman y sus colaboradores (1966) en uno de los primeros esfuerzos por detectar relaciones estadísticas entre el aprendizaje, concluyeron que el hogar ejercía, en los Estados Unidos, la principal influencia sobre los resultados de las pruebas escolares y que la escuela importaba poco. Estudios posteriores, advirtieron posibles errores metodológicos en el "informe Coleman". Bowles y Levin (1968) por ejemplo, contradijeron las conclusiones del Informe Coleman demostrando que, en ese estudio, pasó inadvertida la existencia de alta correlación entre las variables pertenecientes al hogar y la escuela, lo que produciría problemas de colinealidad entre las variables analizadas. No obstante los posibles errores metodológicos hallados en el dicho informe, éste determinó el inicio de una serie de investigaciones encaminadas a determinar la verdadera importancia que la escuela posee sobre el aprendizaje de los niños.

El rendimiento escolar es un fenómeno complejo. La literatura sobre el tema parece indicar que está relacionado directamente con múltiples factores internos y externos a la escuela, como lo son: nivel socioeconómico de los estudiantes, características de los centros escolares, infraestructura, materiales didácticos, percepción que tienen los maestros, estudiantes padres de familia; idioma materno, el capital cultural y muchos otros más. Hernández et.al. (2006) esquematizan magistralmente los factores asociados al rendimiento académico más relevantes en la literatura y los presentan en una tabla similar a la siguiente:

Tabla No.1 Factores *externos* a la escuela que influyen el rendimiento académico.

<b>CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS</b>	
Zona de residencia	Los estudiantes de las zonas urbanas obtienen mayor puntaje que los de rurales.
Distancia de la escuela	Quienes recorren mayor distancia para ir a la escuela tienen resultados más bajos.
Género	Las mujeres obtienen mejores resultados en lenguaje y los hombres en matemática y ciencias
Edad, nutrición , peso	Los niños de mayor edad obtienen resultados más bajos. Los niños con problemas de nutrición y bajo peso tienen más bajos resultados
<b>CARACTERÍSTICAS SOCIECONÓMICAS DEL ENTORNO FAMILIAR</b>	
Situación laboral y educativa de los padres	A mayor estatus ocupacional y escolaridad de los padres, los niños obtienen mejores resultados
Recursos económicos	A mejores condiciones del hogar y menor el hacinamiento, mejores resultados
Situación laboral de los estudiantes	Los alumnos que trabajan tienen peores resultados y entre mayor es su jornada su rendimiento es más bajo
Costos de la educación	Las familias que menos gastan, comúnmente están en dura situación de pobreza, lo que influye en el menor rendimiento académico de los niños.
<b>CARACTERÍSTICAS CULTURALES</b>	
Grupo étnico y lengua	Las minorías étnicas e indígenas tienen más bajos resultados académicos, agravados cuando los niños ni siquiera comparten el lenguaje usado en la escuela

Continúa tabla 1

Expectativas de los padres	Generalmente obtienen mejores resultados escolares los niños cuyos padres muestran altas expectativas sobre los logros escolares de sus hijos.
Posesiones y actividades rel. con la cultura	A mayor número de insumos en el hogar (literatura y música clásicas, etc.) y actividades culturales, mejores resultados académicos de los niños
Comunicación sobre temas sociales y aspectos culturales	Entre mayor es la frecuencia de las interacciones de padres e hijos sobre su situación escolar o sobre cuestiones escolares, culturales, políticas y sociales, es más probable que obtengan mejores resultados escolares.

Entre los factores internos, se tienen los siguientes:

Tabla No.2 Factores *internos* a la escuela que influyen el rendimiento académico.

<b>RECURSOS E INFRAESTRUCTURA ESCOLARES</b>	
Calidad de infraestructura física escolar y suficiencia de materiales educativos	Entre mayor es el tamaño y mejores las condiciones de infraestructura y servicio que ofrece la escuela, son más altos los niveles de desempeño de los alumnos.
Docentes	La relación entre número de docentes y de alumnos no es muy concluyente sobre el desempeño de los estudiantes. Sí hay relación entre este aprovechamiento y el nivel y tipo de formación docente. El ausentismo de los profesores se relaciona negativamente con el rendimiento de los alumnos
Desayunos gratis	No hay clara relación entre los desayunos gratuitos distribuidos y el desempeño académico
Modalidad y sector de la escuela	Los niños que asisten a escuelas de modalidad académica, obtienen mejores resultados que los de técnicas. Los establecimientos privados obtienen mejores resultados que los públicos
Tipo de jornada y turno	Entre más larga es la jornada escolar son mejores los resultados de los niños. Sobre el turno no se aprecia una clara relación con el desempeño.
<b>CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE ESCOLAR Y DEL AULA</b>	
Apoyo y efecto de los docentes sobre el ambiente escolar	Las investigaciones reportan, en general, el importante papel de los docentes en el desempeño escolar de sus alumnos, entre más favorables son las expectativas, actitudes, interés e interacciones con todos (no sólo con los más aventajados) los resultados son mejores. Cuando los profesores logran crear un ambiente donde los alumnos expresen sus opiniones con libertad, les apoyan en la realización de los trabajos escolares y los alientan, son mejores los niveles de desempeño.

## Continúa tabla 2

	Cuando no son autoritarios, logran un liderazgo fincado en la confianza e interés sobre los estudiantes y no tienen temor al cambio de rutinas escolares, se logran mejores resultados académicos.
Efecto de los alumnos sobre el ambiente escolar	El ausentismo de los estudiantes es un factor que afecta su desempeño. Sobre el uso de alcohol y drogas no se aprecia una relación concluyente, probablemente porque son pocos los casos que reportan esas situaciones En cuanto al clima de orden orientado a las tareas escolares, tampoco se aprecia una relación concluyente
Motivación y dedicación hacia la escuela	Entre mayor es el interés, dedicación y expectativas que muestran los estudiantes hacia la escuela son más altos sus niveles de desempeño.
<b>PRÁCTICAS EXTRAESCOLARES</b>	
Prácticas extraescolares	Entre mayor es el tiempo que dedican los estudiantes a realizar tareas escolares, son más altos sus resultados. No hay evidencias concluyentes sobre el efecto que tienen otras actividades extracurriculares en el desempeño.
<b>PROCESOS DE APRENDIZAJE</b>	
Dedicación escolar	Donde la jornada escolar es más larga, los resultados son más altos
Focalización de los procesos de enseñanza-aprendizaje	En las escuelas donde se favorecen las actividades escolares y éstas se centran en el desempeño académico, se obtienen mejores resultados
Evaluación del aprendizaje	Las escuelas que desarrollan un método sistemático de evaluación continua del aprendizaje, muestran mejores resultados académicos
Corresponsabilidad de los estudiantes en el aprendizaje	Las evidencias sobre el impacto de las prácticas escolares orientadas hacia que los alumnos asuman una responsabilidad (derechos y responsabilidades) en su aprendizaje, no son concluyentes
Estrategias de aprendizaje	Las evidencias muestran que las estrategias (que los alumnos adquieran habilidades para procesar, seguir y organizar información) contribuyen al mejor rendimiento; pero no se especifica cómo apoyan la formación de los alumnos.
Uso de computadora como herramienta de aprendizaje	Aunque el uso de computadoras está asociado con mejores resultados académicos, no se determina en qué nivel están influidos por el contexto socioeconómico de la escuela.
<b>DIFERENCIAS EN LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE, SEGÚN GÉNERO DE LOS ESTUDIANTES</b>	
Interés y dedicación hacia el aprendizaje	El interés, motivación y tiempo dedicado por los alumnos a las asignaturas de lenguaje y matemáticas están relacionados positivamente con su desempeño en ellas. Las mujeres muestran preferencias por el lenguaje y los hombres por las matemáticas

## Continúa tabla 2

<b>GESTIÓN ESCOLAR</b>	
Existencia de un liderazgo fuerte y compartido	El liderazgo del director y que permita un ambiente participativo de los demás miembros del personal de la escuela, favorece en aprendizaje
Autonomía escolar y participación de los maestros	Una mayor autonomía de los centros escolares, que permita que el personal de la escuela tome decisiones sobre aspectos diversos de la misma, resulta favorable para los resultados académicos de los estudiantes
Interacción entre escuela y comunidad	Las escuelas que promueven mayor participación de los padres de familia en la educación de sus hijos obtienen mejores resultados.

Estas tablas, resumen en esencia lo hallado en la literatura del tema de los factores asociados al rendimiento académico.

### 3.2 Evaluaciones Estandarizadas

**3.2.1 Evaluaciones estandarizadas a gran escala.** <<Una evaluación estandarizada significa que se da a todos los sujetos la misma prueba bajo las mismas condiciones, significa asimismo que está desarrollada según especificaciones cuidadosamente diseñadas para ella, que es administrada bajo iguales condiciones, que la calificación de la prueba es igual para todos, y que las diversas formas de la prueba son estadística y cualitativamente equivalentes, por lo que es equivalente a imparcialidad>> Sireci (2005).

Por su parte, autores como Ravela *et.al.* (2008a) argumentan que se entiende por evaluación estandarizada en gran escala aquella que permite producir información comparable acerca de los desempeños de estudiantes pertenecientes a distintos contextos culturales y regionales e, incluso, a distintos países, y que ofrece un panorama de la situación de un país o de un estado o provincia, aun cuando ello se haga a veces a través de una muestra no demasiado grande (por ejemplo, 5.000 estudiantes); definición que se emplea en este informe, ya que las conclusiones y toda la información útil, se fundamentan en el procesamiento de datos obtenidos en las pruebas nacionales estandarizadas efectuadas en Guatemala en el año 2006.

Estas pruebas en Guatemala, que se discutirán en apartados siguientes; son en parte, producto de la tendencia internacional en obtener información acerca del sistema educativo de cada país. La experiencia de evaluación de los resultados de aprendizajes –definido como el cambio ocurrido en los conocimientos y capacidades de cada estudiante a lo largo del ciclo lectivo- Ravela, *et.al.* (2008b) en América Latina data de al menos dos décadas, aunque la mayor parte de los sistemas oficiales de evaluación se crearon durante los años noventa, muchos de ellos iniciados con financiamiento y apoyo técnico de los organismos de cooperación internacional, principalmente el BID y el Banco Mundial, Ferrer (2006). Estas pruebas partieron básicamente de dos orígenes. Primero, la experiencia de evaluación fue ganándose con lentitud, con aplicaciones para fines muy específicos, como el de regular la admisión a la educación superior o evaluar el impacto de un proyecto focalizado de mejora educativa auspiciado por algún organismo de cooperación internacional. En otros casos, la evaluación mediante pruebas estandarizadas se adoptó en forma relativamente abrupta, como parte de los programas de reforma educativa más o menos integral, muy comunes en los años noventa, y dentro de marcos institucionales y organizacionales creados específicamente para ese fin.

Gráficamente, el grupo de trabajo de Estándares y Evaluaciones de PREAL, GTEEPREAL, esquematiza el inicio de las pruebas en América Latina, según la figura 1, mostrada en la siguiente página.

### **3.2.2 Las pruebas nacionales como indicadores de calidad. Es**

importante resaltar que la discusión sobre el uso de las pruebas nacionales como indicadores de calidad aún no está cerrada, por lo que no pretendiendo profundizar en el mismo, es pertinente realizar una breve revisión literaria en función de los autores y las posturas más relevantes en el tema.

Figura 1. Primeras pruebas nacionales



Popham (1999) argumenta que las pruebas estandarizadas no deberían ser usadas para evaluar la calidad de la educación, no están diseñadas para ello, no es lo que se supone deben hacer. Enfatiza en ello debido a tres causas significativas por las cuáles es totalmente inválido basar inferencias respecto a la calidad de la educación en los puntajes de las pruebas estandarizadas de logros, siendo:

- Desajustes entre la enseñanza y la medición: manifiesta que en países como Estados Unidos, es difícil elaborar pruebas estandarizadas de logros alineadas apropiadamente con las preferencias curriculares

significativamente diferentes en los variados condados o distritos escolares, y aún en las preferencias de los educadores.

- Una tendencia psicométrica a eliminar ítems importantes de las pruebas; a consecuencia de la búsqueda de una varianza de puntajes en las pruebas estandarizadas de logros, los ítems en los cuales los estudiantes de desempeñan bien suelen ser excluidos. Sin embargo, estos ítems cubren muy a menudo el contenido al cual, debido a su importancia, los profesores dan mayor énfasis. Así, cuanto más se esfuercen los profesores en enseñar conocimientos y/o destrezas importantes, menos probable será que las pruebas estandarizadas de logros incluyan ítems que los midan. Evaluar la eficacia de la enseñanza de los profesores mediante herramientas de evaluación que deliberadamente evaden los contenidos importantes es fundamentalmente disparatado.
- Causalidades confundidas; siendo éste el argumento más fuerte por lo cual no deberían usarse pruebas de logros estudiantiles para evaluar la calidad educativa. Afirmar que la obtención de puntajes bajos o altos en las pruebas son resultado de la calidad de la enseñanza es ilógico porque el desempeño de los estudiantes en las pruebas estandarizadas de logros está fuertemente influenciado por lo que se enseña en la escuela, la capacidad intelectual innata del estudiante y el aprendizaje del estudiante fuera de la escuela, de las cuáles únicamente la primera está vinculada a la calidad educativa.

Fortaleciendo esta perspectiva, Popham (2002) enfatiza que él no se opone a las prueba de alto impacto si son adecuadas, si ayudan a los maestros a dar las instrucciones correctas, es decir, si producen algún beneficio. Sin embargo, argumenta que según observa, las pruebas de alto impacto que se están realizando en Estados Unidos (que constituye el contexto del autor) no cumplen estos propósitos. Añadiendo a ello, afirma que las pruebas de alto impacto, tal y como se están dando en este momento producen más resultados negativos que positivos por las siguientes razones.

- Dirige una mala presión sobre los educadores: porque se da un excesivo énfasis en búsqueda de alguna NOTA, puesto que supone que una buena

- nota (buen resultado) es sinónimo de buen rendimiento. Los educadores, enfatizan sobremanera la enseñanza en búsqueda de alguna nota, se centran en algún puntaje, menguando la educación del niño.
- La mala identificación de la escuela inferior y la superior: se etiquetan a colegios como “buenos” y “malos”, consecuentemente a sus maestros y estudiantes, basados en los resultados de las pruebas de alto impacto. No se toma en consideración por ejemplo que el hecho de que un colegio etiquetado como “de bajo rendimiento”, lo que sucedió realmente es que sus alumnos no están acostumbrados a ese tipo de exámenes, ni que la lengua materna de sus estudiantes es distinta a la de la evaluación, etc. Tampoco, se considera el nivel socioeconómico y cultural de los estudiantes de establecimientos que se colocan en las primeras posiciones, anulando el efecto del valor añadido que esto supone.
  - El reduccionismo curricular: lo que se traduce en “enseñar lo que es evaluado, evitar lo que no”. Los educadores se plantan interrogantes como “si tu meta en el trabajo es superar los promedios en la pruebas, ¿por qué enseñar el contenido que ni siquiera va ser evaluado?”.
  - Se trabaja por lo tanto únicamente en las materias a evaluar como la matemática y la lectura obviando otras ramas del conocimiento importante para el desarrollo integral de los estudiantes como las artes, y la música.
  - Drenar y matar: el sistema actúa como “colador” para desechar lo que no sirve, en éste caso a establecimientos, profesores y por consiguiente alumnos que no alcanzan ciertos resultados previamente establecidos, condenándolos al abandono escolar.
  - Fraude: no sólo de los alumnos, cuyo control estaba en manos de los docentes, sino que, bajo el sistema de pruebas de alto impacto, los docentes y encargados de establecimientos han sido descubiertos planeando y ejecutando actos deshonestos con el fin de que los alumnos salgan bien librados. Fraudes como “sugerir” al estudiante que analice bien cierta(s) respuesta(s), pasar evaluaciones similares a las verdaderas, y otras varias, se realizan, todo para conseguir una buena nota, sin importar de qué manera.
  - La sensación de impotencia de que nunca se alcanzarán los estándares

adecuados, o que siempre se obtienen malos resultados a nivel nacional

No obstante los anteriores argumentos esgrimidos, éste autor también plantea “sugerencias” a las pruebas de alto impacto. Sugiere que las pruebas deben ser adecuadas, y sensiblemente realizadas para su uso, ya que éstas pueden ayudar a los maestros a dar las instrucciones correctas y entregar un buen resultado. Popham (2002), fundamentalmente no se opone a las mismas siempre y cuando cumplan las cuestiones anteriormente señaladas.

Para la realización de las pruebas es acertada la participación de especialistas en medición y evaluación educativa, pero primordialmente de maestros. Ellos son los especialistas que se enfrentan diariamente en el aula “que es el nivel que realmente marca una diferencia para la enseñanza” y por tanto, son actores indispensables en el proceso. En este sentido, Kohn (2000), añade que las personas que trabajan más cerca con los niños son quienes tienen mayor probabilidad/autoridad de juzgar los alcances y utilidad de éste tipo de pruebas. Es por lo tanto, indispensable contar con la opinión y participación real y efectiva de los maestros en todo el proceso de elaboración de pruebas, y su punto de vista debe ser considerado seriamente en cuanto a la aplicación y utilidad de las mismas. Adicionalmente, Popham (2002) señala que el resultado de las pruebas no deben politizarse, ni emplearse para publicitar determinadas instituciones educativas, ni mucho menos menospreciar aquellas que se ubican en las últimas posiciones en los “rankings educativos”, común en varios países.

Por otro lado, existe un consenso en señalar la utilidad de este tipo de pruebas. Por ejemplo, Phelps, (2005) cuestiona a quienes se oponen a las pruebas masivas estandarizadas, argumentando que realizó una extensa investigación sobre la literatura de pruebas y no halló bases sólidas que contradigan los beneficios de las mismas. Pone en tela de duda, los fundamentos de los opositores, afirmando que las investigaciones que llegan a estas conclusiones (que las pruebas no sirven) son demasiado superficiales, que no poseen métodos validos, y que los críticos no pueden demostrar categórica o determinísticamente que las pruebas estandarizadas

masivas, no producen ningún beneficio.

En este sentido Ravela y Otros (2008c) señalan que la evaluación puede servir, como base para adoptar políticas educativas mejor fundamentadas, para mejorar la gestión de los sistemas educativos y como instrumento para la colaboración y el aprendizaje al interior de los mismos. Explican también el rol, funciones y limitaciones de las pruebas estandarizadas, esto con el fin de evitar confusiones comunes en la actualidad. Estas observaciones, se esquematizan en el siguiente cuadro

Tabla 3. Funciones y/o limitaciones de las pruebas

<p><b>Una evaluación estandarizada aporta información fundamental e indispensable sobre la “calidad educativa”, aunque no sea un indicador completo de la misma.</b> No todos los objetivos valiosos de la educación están incluidos en este tipo de evaluaciones. Hay una gran cantidad de saberes, actitudes valores y aprendizajes relevantes que no pueden o no deben ser medidos ya sea por la dificultad de medirlos de esta manera, o porque son propios del entorno local,</p>
<p><b>La evaluación estandarizada de aprendizajes y/o logros educativos es un componente esencial de un sistema integral de evaluación educativa, pero no es el único tipo de evaluación relevante.</b> También tiene importancia la evaluación realizada en el aula por los docentes, la evaluación del desempeño docente, la evaluación de los centros educativos, la evaluación de las políticas educativas, la evaluación del uso de los recursos, la evaluación y relevancia del currículum, etc.</p>
<p><b>La evaluación es condición necesaria, pero no suficiente, para mejorar la educación.</b> Si bien existe alguna evidencia de que la mera existencia y difusión de información tiene algún impacto sobre ciertos actores, es necesario recordar que la evaluación es apenas uno de varios elementos clave de la política educativa que debe procurarse estén adecuadamente alineados: la formación docente inicial y en servicio, la carrera y condiciones para el trabajo docente, la gestión escolar, la supervisión, los diseños curriculares, los libros y materiales educativos, una inversión de recursos proporcional a las necesidades de las diversas poblaciones y una acción decidida por parte de los responsables educativos para resolver los problemas detectados, entre otros.</p>
<p><b>La evaluación estandarizada externa solo tendrá efectos positivos sobre la educación si es concebida, percibida y empleada como un mecanismo de responsabilización pública de todos los actores vinculados al quehacer educativo.</b> Es importante evitar ingresar en una dinámica de culpabilización (autoridades a escuelas y familias, docentes quienes por su parte transfieren la culpa a padres o al contexto) y por el contrario intentar construir una lógica de responsabilidad compartida en torno a la educación.</p>

Finalmente, otros autores como Porta, *et.al.*, (2004) valoran el uso de las pruebas nacionales como indicadores aproximados de la calidad educativa, y aunque ésta aproximación es a veces muy distante, -ya que las pruebas no son instrumentos con una precisión micrométrica o quirúrgica-

proporcionan un acercamiento a la realidad educativa, constituyéndose por tanto, en instrumentos útiles que ayudan a la generación y orientación de políticas educativas.

### **3.3 Las pruebas nacionales en Guatemala**

Según el sitio oficial del Ministerio de Educación de Guatemala, (<http://www.mineduc.gob.gt>) las evaluaciones estudiantiles en el país, han sido un proceso que se ha ido fortaleciendo e institucionalizando a través del tiempo. Por lo que es lógico suponer que de los primeros intentos por evaluar el sistema educativo, hasta las últimas evaluaciones realizadas, el proceso ha sufrido transformaciones sucesivas con el fin de lograr las mejoras pertinentes en el asunto. Cronológicamente, y según el sitio oficial de la entidad en cuestión; los eventos más relevantes de este proceso son brevemente detallados en seguida.

De 1992 a 1996 el Centro Nacional de Pruebas (CENPRE), con fondos nacionales y de organismos internacionales, realizó evaluaciones de lectura y matemática a estudiantes de tercero de primaria.

A partir del año 1997 el CENPRE fue trasladado a la Universidad del Valle de Guatemala que, mediante un convenio con el Ministerio de Educación (MINEDUC), creó el Programa Nacional de Evaluación del Rendimiento Escolar (PRONERE). Este programa inició su labor en 1997 evaluando los desempeños en matemática y lectura de los alumnos del tercero y sexto años de primaria de las áreas rural y urbana. Estas evaluaciones se realizaron hasta el año 2001 y luego fueron interrumpidas.

En el año 2004 el Ministerio de Educación decidió reemprender las acciones de evaluación, con una mayor sistematización y continuidad. Para ello, en primer lugar, solicitó al PRONERE la evaluación del rendimiento en lectura y matemática de los estudiantes de primer y tercer grados del nivel primario. Inició, asimismo una evaluación anual del rendimiento de estudiantes del último año de la secundaria diversificada, conocida como prueba de “graduandos”. Las pruebas aplicadas en el nivel Primaria tienen

carácter diagnóstico y se realizan a través de muestras nacionales. Las pruebas de “graduandos”, en cambio, tienen carácter obligatorio, por lo que se realiza de manera censal.

Con un total de 125,561 estudiantes evaluados en el año 2006, la distribución por departamentos donde se ubica el establecimiento de los estudiantes de 3º. Básico, se visualizan en la figura 2.

A partir del año 2006 las pruebas pasaron a ser referidas a criterio. Esto significa que se establece previamente estándares de desempeño y que el resultado de los estudiantes no se reporta mediante promedios, sino en función de cuatro categorías de desempeño: Insatisfactorio, Debe Mejorar, Satisfactorio y Excelente.

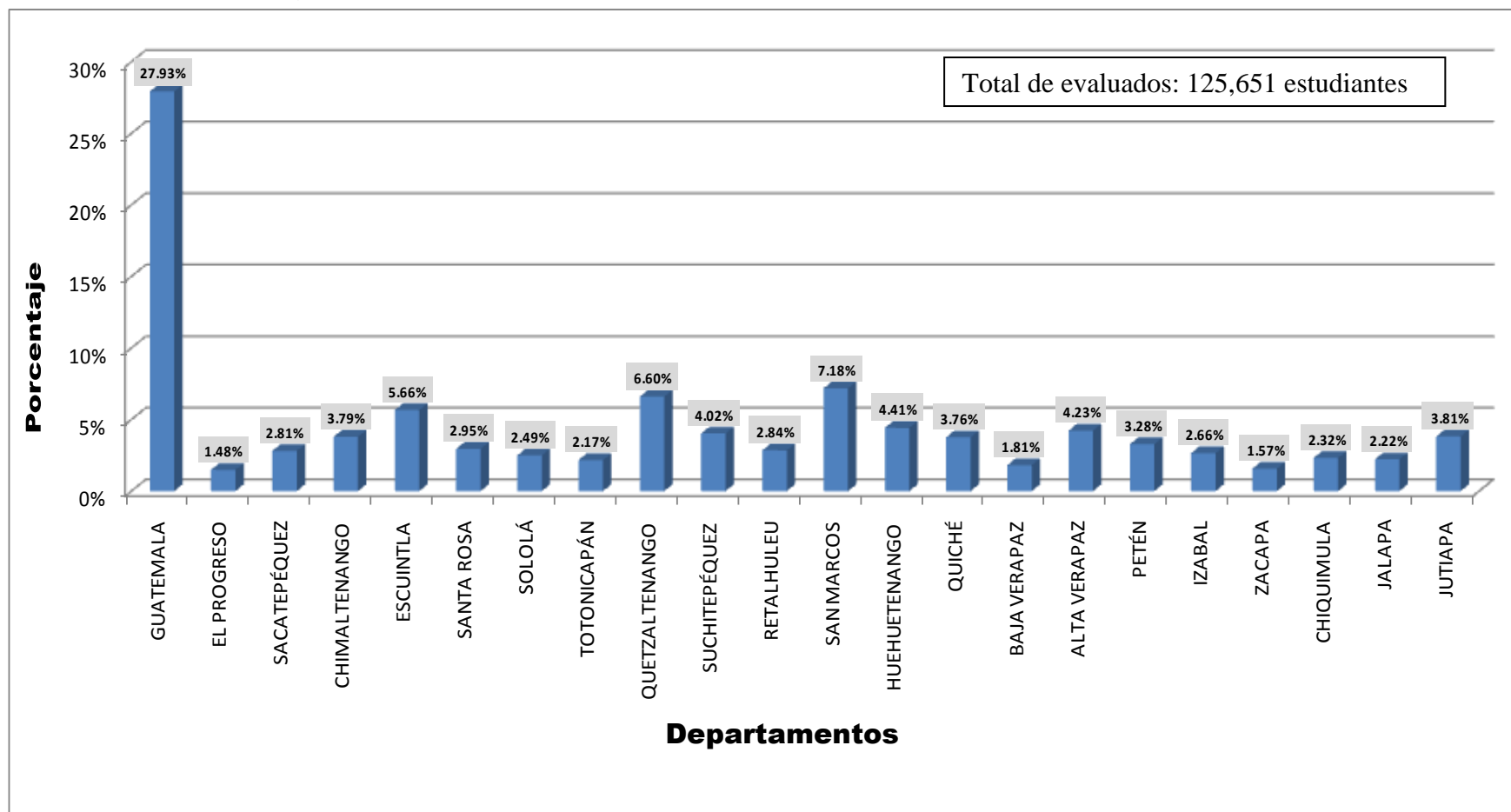
Los resultados de las pruebas nacionales efectuadas por el MINEDUC, en el año 2006 para Tercero Básico, en función de los cuatro criterios establecidos, se aprecian en la tabla 4

Tabla 4. Resultados nacionales en 2006 de Tercero Básico

Asignatura	Niveles de desempeño			
	Insatisfactorio	Debe mejorar	Satisfactorio	Excelente
Matemática	50.51%	28.08%	20.87%	0.54%
Lectura	28.63%	44.15%	18.29%	8.93%

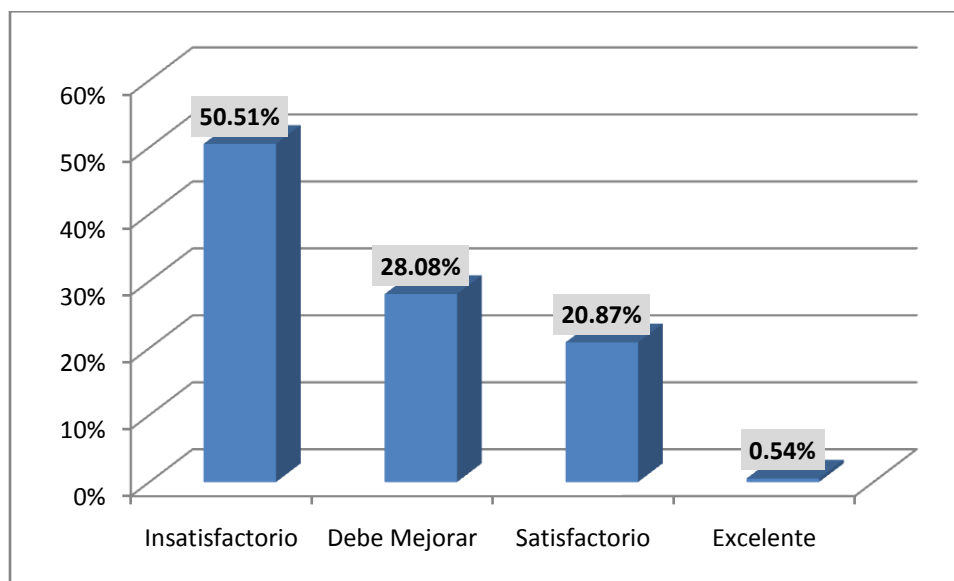
Estos resultados indicados en la tabla anterior, desglosados para Matemática y Lectura con sus respectivos niveles de desempeño, se pueden apreciar de mejor manera en las figuras 3 y 4 mostradas en las páginas siguientes. Cabe mencionar que para Matemática y Lectura, se tiene información de 125,651 estudiantes evaluados en ambas asignaturas.

Figura 2. Estudiantes evaluados en el año 2006, distribuidos por Departamentos



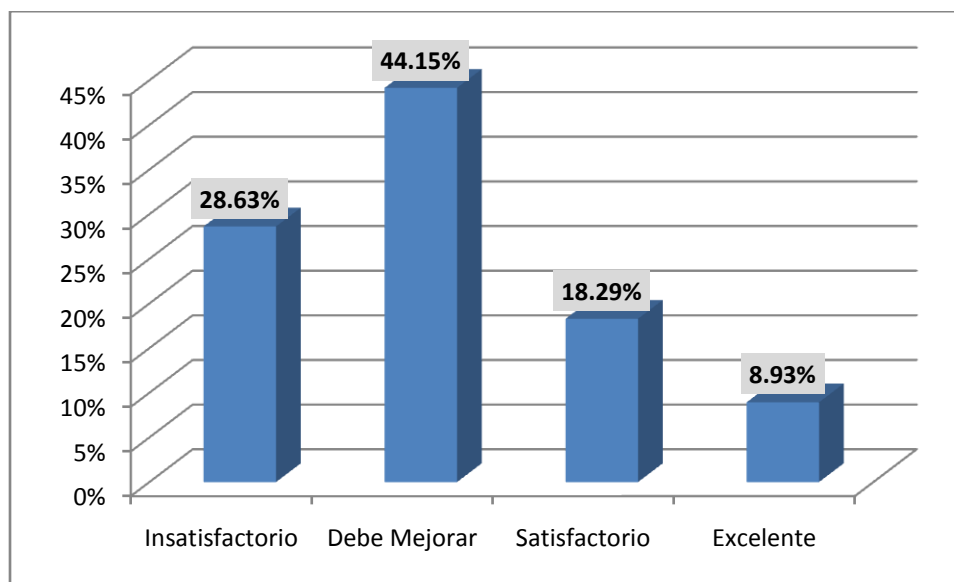
Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la Unidad de Análisis, DIGEDUCA

Figura 3: Rendimiento en Matemática



Fuente: elaboración propia con datos de DIGEDUCA.

Figura 4. Rendimiento en Lectura



Fuente: elaboración propia con datos de DIGEDUCA.

### **3.3.1 Algunos estudios previos de factores asociados en el país.**

Ureta *et. al* (2006), en uno de los estudios sobresalientes en materia de factores asociados en Guatemala, concluyen en cuanto a la educación de los padres, que tanto la educación de la mamá como del papá está asociado con el nivel de logro de los estudiantes, sin embargo, esta influencia positiva se registró en el rendimiento de Lectura y no así en los de Matemática. Además analizaron algunas variables pedagógicas como el haber repetido algún grado, estar repitiendo tercero, el que los maestros le dejen tareas para hacer en casa y el que los maestros (as) le devuelvan las tareas calificadas. De éstas determinaron que el nivel de logro entre los estudiantes repitentes fue consistentemente menor que el de los estudiantes no repitentes. En cuanto a las tareas, aquellos estudiantes quienes reportaron que sus docentes les dejaban tareas para hacer en casa tuvieron un mayor nivel de logro tanto en lectura como en matemática, con diferencia estadísticamente significativa. Asimismo, respecto al impacto de la retroalimentación, tanto en Lectura como en Matemática los estudiantes que indicaron que sus maestros les devolvían los trabajos corregidos obtuvieron un mayor nivel de logro que aquellos estudiantes que recibían tareas de sus docentes, pero que nos las recibían corregidas.

Finalmente, hallaron una asociación entre el origen étnico de los estudiantes y el logro del criterio en ambas pruebas. El mayor nivel de logro del criterio se observó entre estudiantes que se identificaron como ladinos. El logro de los otros estudiantes fue claramente inferior. Entre los estudiantes indígenas, el logro de aquellos que se identificaron como mayas fue mucho menor que el de todos los demás, incluso menor que el de los estudiantes que se identificaron como indígenas, en lectura; en matemática los más bajos resultados son de quienes se autodenominan como Xinkas. Los mayas y Garífunas obtuvieron los mismos porcentajes de logro del criterio.

### 3.4 Análisis estadísticos

**3.4.1 Funciones de producción educativas.** Las funciones de producción educativa constituyen un intento por explicar que el rendimiento estudiantil está asociado con otros factores. Una vez analizada la literatura de los factores asociados al rendimiento académico, resulta pertinente cuantificar mediante métodos matemáticos y/o estadísticos el aporte de cada uno de estos. Y una manera de lograrlo es mediante el empleo de estas funciones.

Estas funciones de producción educativas, constituyen un intento por explicar que el rendimiento estudiantil, depende de otros factores. Una manera sencilla de comprender esto, es cuando se emplea la analogía y se considera lo que sucede en otros campos como la agricultura y la industria, en donde es necesaria la combinación de varios factores para obtener un producto terminado. Salvando las enormes diferencias, entonces una función de producción establece que el rendimiento escolar “Y” depende de varios factores pedagógicos “X” y no pedagógicos “Z”, por lo que se puede expresar mediante el modelo de regresión estadística:

$$Y = a + Bx + Cz$$

Donde “a” es el intercepto de una regresión estadística y “B” y “C” son vectores de coeficientes para X y Z respectivamente. Bajo este modelo simple se puede determinar la contribución de cada factor  $X_i$  o  $Z_i$  al rendimiento escolar “Y”, Porta, *et. al* (2004). Sin embargo, es conveniente argumentar que la total medición, interpretación y comprensión del aprendizaje es prácticamente imposible mediante métodos estadísticos, ya que influyen variables difícilmente cuantificables como los métodos pedagógicos, factores culturales hacia la educación, el clima en el aula y muchas otras más.

Las técnicas estadísticas comúnmente empleadas en investigaciones educativas son regresión múltiple, pruebas de asociación y correlación, correlación canónica, análisis de series temporales, modelos lineales jerárquicos y análisis causal (ecuaciones estructurales); todas las cuales han contribuido a conocer y confirmar que el fenómeno educativo es mucho más complejo de lo que se cree, por lo que las funciones de producción constituyen una contribución hacia la comprensión del mismo.

Es posible que las funciones de producción mediante un análisis de regresión múltiple sean cuestionables en cuanto a la adecuación metodológica e idónea para éste tipo de análisis, sin embargo, en este informe no se pretende ahondar en esta discusión, sino aprovechar esta técnica estadística para la consecución de los objetivos planteados, por lo que resulta pertinente considerar algunos aspectos de interés, no sin antes mencionar que existe literatura especializada en el tema, a la cual sería necesario referirse, si el lector desea una comprensión más profunda.

### **3.4.2 El análisis de Regresión Lineal Múltiple y los supuestos del**

**Modelo.** El análisis de regresión múltiple es un método para estudiar los efectos y magnitudes de los efectos de más de una variable independiente sobre una variable dependiente, utilizando los principios de correlación y regresión Kerlinger (2006a). Se puede utilizar para explorar y cuantificar la relación entre una variable dependiente o criterio (Y) y otras variables llamadas independientes o predictoras, ( $X_1, X_2, \dots, X_k$ ), y un término aleatorio ( $\varepsilon$ ); así como para desarrollar una ecuación lineal con fines predictivos. Además, el análisis de regresión lleva asociados una serie de procedimientos de diagnóstico (análisis de residuos, puntos de influencia) que informan sobre la estabilidad e idoneidad del análisis y que proporcionan pistas sobre cómo perfeccionarlo. Este modelo puede expresarse en la siguiente ecuación:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon$$

donde  $\beta_0$  es la intersección o término "constante", las  $\beta_i$  son los parámetros respectivos a cada variable independiente, y  $p$  es el número de parámetros independientes a tener en cuenta en la regresión.

No se considera pertinente incluir en este espacio la teoría relacionada con el modelo de Regresión Lineal, ya que existe una amplia gama de literatura estadística sobre el tema que abarcan desde los temas básicos hasta los más avanzados. Basta con indicar que éste es el modelo empleado en este trabajo y además indicar brevemente los supuestos que deben cumplir los modelos de Regresión Lineal para una consistencia adecuada.

Howell (1997) indica que los supuestos de un modelo estadístico se refieren a una serie de condiciones que deben darse para garantizar la validez del modelo.

La literatura del tema menciona los siguientes.

- Linealidad. La ecuación de regresión adopta una forma particular. En concreto, la variable dependiente es la suma de un conjunto de elementos: el origen de la recta, una combinación lineal de variables independientes o predictoras y los residuos. El incumplimiento del supuesto de linealidad suele denominarse error de especificación. Algunos ejemplos son: omisión de variables independientes importantes, inclusión de variables independientes irrelevantes, no linealidad (la relación entre las variables independientes y las dependientes no es lineal), parámetros cambiantes (los parámetros no permanecen constantes durante el tiempo que dura la recogida de datos), no aditividad (el efecto de alguna variable independiente es sensible a los niveles de alguna otra variable independiente), etc.
- Independencia. Los resultados son independientes entre sí, es decir, los residuos constituyen una variable aleatoria (es necesario recalcar que los

residuos son las diferencias entre los valores observados y los pronosticados).

- Homoscedasticidad. Para cada valor de la variable independiente (o combinación de valores de las variables independientes), la varianza de los residuos es constante.
- Normalidad. Para cada valor de la variable independiente (o combinación de valores de las variables independientes), los residuos se distribuyen normalmente con media cero.
- No-colinealidad. No existe relación lineal exacta entre ninguna de las variables independientes. El incumplimiento de este supuesto da origen a colinealidad o multicolinealidad.

Sobre el cumplimiento del supuesto de Linealidad, puede obtenerse información a partir de una inspección del diagrama de dispersión: si se tiene intención de utilizar el modelo de regresión lineal, lo razonable es que la relación entre la variable dependiente y las independientes sea de tipo lineal. Los supuestos de, *independencia*, *homoscedasticidad* y *normalidad*, están estrechamente asociados al comportamiento de los residuos. Por tanto, un análisis cuidadoso de los *residuos* puede informarnos sobre el cumplimiento de los mismos.

Se conoce como *residuos* a las diferencias entre los valores observados y los pronosticados ( $Y_i - \hat{Y}_i$ ). Los residuos son muy importantes en el análisis de regresión. En primer lugar, proporciona información sobre el grado de exactitud de los pronósticos: cuanto más pequeño es el error típico de los residuos, mejores son los pronósticos. En segundo lugar, el análisis de las características de los casos con residuos grandes (sean positivos o negativos, es decir *grandes en valor absoluto*) puede ayudar a detectar casos atípicos y, consecuentemente, a perfeccionar la ecuación de regresión a través de un estudio detallado de los mismos.

Los *residuos tipificados* (residuos divididos por su error típico) tienen una media de 0 y una desviación típica de 1. Si los residuos están normalmente distribuidos (cosa que se asume en el análisis de regresión), cabe esperar que el 95% de ellos se encuentre en el rango de [-1.96, +1.96]. Y el 99.9% en el rango [-3, + 3]. Es fácil, por tanto, identificar los casos que poseen residuos grandes.

**3.4.3 Análisis factorial.** El análisis factorial es una técnica de reducción de datos que sirven para encontrar grupos homogéneos de variables a partir de un conjunto numeroso de variables. Estos grupos homogéneos se forman con las variables que correlacionan mucho entre sí y procurando, inicialmente, que unos grupos sean independientes de otro; Universidad de Cadiz, (2004a). El análisis factorial, es por tanto, una técnica de reducción de dimensionalidad de los datos. Su propósito último consiste en buscar el número mínimo de dimensiones capaces de explicar el máximo de información contenida en los datos.

A diferencia de lo que ocurre en otras técnicas como el análisis de varianza o el de regresión, en el análisis factorial todas las variables del análisis cumplen el mismo papel: todas ellas son *independientes* en el sentido de que no existe *a priori* una dependencia conceptual de unas variables sobre otras.

Las características o fases del análisis factorial que se mencionan en este informe<sup>1</sup> son 4: el cálculo de una matriz capaz de expresar la variabilidad conjunta de todas las variables, la extracción del número óptimo de factores, la rotación de la solución para facilitar su interpretación y la estimación de las puntuaciones de los sujetos en las nuevas dimensiones.

---

<sup>1</sup> Es importante mencionar que para un conocimiento profundo del análisis factorial, requiere de un buen conocimiento del álgebra matricial, lo cual escapa del alcance de éste trabajo, no siendo éste el fin sino mencionar la utilidad y aplicación de ésta técnica para los objetivos globales del informe.

**3.4.3.1 Matrices factoriales y cargas factoriales.** Uno de los resultados finales de un análisis factorial es la llamada *matriz factorial*, que es una tabla de coeficientes que expresa la relación entre las pruebas y los factores subyacentes, U. de Cádiz (2004b). Los datos contenidos en esta matriz se denominan pesos o *cargas factoriales*.

Las cargas factoriales no son difíciles de interpretar. Oscilan entre  $[-1$  y  $+1]$ , como los coeficientes de correlación. Además se interpretan de manera similar. En la matriz de cargas factoriales, algunos términos comunes son los siguientes:

- **Comunalidad:** la comunalidad de una variable es la proporción de su varianza que puede ser explicada por el modelo factorial obtenido. Dicho de otra manera, las *comunalidades* son las sumas de los cuadrados de las cargas factoriales de una prueba o variable. La comunalidad de una prueba o variable es su varianza del factor común.
- **Matriz reproducida:** la matriz reproducida es la matriz de correlaciones que se obtiene a partir de la solución factorial hallada. Si el modelo es bueno y el número de factores el adecuado, la estructura factorial debe ser capaz de reproducir la matriz de correlaciones
- **KMO y prueba de esfericidad de Barlett.** La medida de adecuación muestral KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) contrasta si las correlaciones parciales entre las variables son suficientemente pequeñas. Permite comparar la magnitud de los coeficientes de correlación observados con la magnitud de los coeficientes de correlación parcial. El estadístico KMO varía entre 0 y 1. Los valores pequeños indican que el análisis factorial puede no ser una buena idea, dado que las correlaciones entre los pares de variables no pueden ser explicadas por otras variables. Los menores que 0.5 indican que no debe utilizarse el análisis factorial con los datos muestrales que se están analizando.

La *prueba de esfericidad de Barlett* contrasta la hipótesis nula de que la matriz de correlaciones es una matriz identidad, en cuyo caso no existirían correlaciones significativas entre las variables y el modelo factorial no sería pertinente.

**3.4.3.2 Extracción.** Se refiere a la extracción de factores. Muchos de los métodos producen factores que no son interpretables. Por consiguiente, dichos factores “sin rotación” se rotan con propósitos de interpretación. Existe un número de métodos de factores extraídos a partir de una matriz de correlación, que incluyen: factores principales, centroide, de probabilidad máxima, residual mínimo, de imagen, poder vectorial y alfa. El método más utilizado actualmente y que está disponible en software especializados como el SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) es el de *componentes principales*, Kerlinger, (2006b)

El método de *factores (o componentes) principales* es matemáticamente satisfactorio a causa de que produce una solución matemáticamente única de un problema factorial. Tal vez la principal característica de su solución es que extrae una cantidad máxima de varianza conforme se calcula cada factor, Kerlinger (2006c).

En el método de componentes principales, el primer factor extrae la mayor la mayor cantidad de varianza, el segundo la siguiente mayor cantidad de varianza, y así sucesivamente. El primer factor consiste en pesos o coeficientes que maximizarán las correlaciones cuadradas entre las variables y el factor. Entonces la contribución del primer factor se remueve de la matriz de variables de correlación. Entonces esta “nueva” matriz de correlación se usa para encontrar los coeficientes de un factor que maximice las correlaciones cuadradas entre las variables y el segundo factor. Cada factor subsecuente extraído tendrá cada vez menos varianza que el anterior a él.

La extracción de factores cesa cuando la varianza se torna insignificante, o cuando el proceso de extracción alcanza el número de factores establecido por el investigador. Cada factor extraído consistirá en coeficientes que no están correlacionados con los coeficientes de los otros factores.

**3.4.3.3. Rotación.** La mayoría de los métodos de extracción factorial producen resultados de tal forma que son difíciles o imposibles de interpretar, Kerlinger, (2006d). Thurstone (1947) comentó que era necesario rotar las matrices factoriales si se deseaba interpretarlas de manera adecuada. Señaló que las matrices factoriales originales son arbitrarias en el sentido de que es posible encontrar un infinito número de marcos de referencia (ejes) para reproducir cualquier matriz  $R$  dada. Una matriz de factores principales y sus cargas explican la varianza del factor común de las puntuaciones de la prueba; pero en general no proporcionan estructuras con un significado científico. Son las configuraciones de las pruebas o variables en el espacio factorial las que tienen una importancia fundamental. Para descubrir tales configuraciones de manera adecuada, deben rotarse los ejes de referencia arbitrarios. En otras palabras, se supone que existen posiciones únicas y “mejores” de los ejes “mejores formas de ver las variable en el espacio  $n$ -dimensional”, Kerlinger (2006e)

Para una adecuada rotación, es importante que las variables sean lo más “puras” posibles; es decir, que cada variable esté cargada en el menor número de factores posibles y que haya *la mayor cantidad de ceros posibles en la matriz factorial rotada*. De esta forma, es posible lograr la interpretación más simple de los factores. En otras palabras, la rotación para lograr una estructura más simple es una manera bastante objetiva de lograr la simplicidad de variable o reducir la complejidad de las variables.

**3.4.3.4. Puntuaciones factoriales.** Cuando se alcanza la solución factorial final, es común obtener una estimación de las

puntuaciones de los sujetos en cada uno de los factores resultantes de la extracción a fin de valorar la situación relativa de cada sujeto en esas “dimensiones ocultas” capaces de resumir la información contenida en las variables originales. Si, mediante la solución de  $k$  factores, se determinan  $k$  subconjuntos claramente diferenciados de variables, el conjunto de variables podrá ser simplificado al conjunto de los  $k$  factores. Cada factor representará la información de un subconjunto distinto Ferran (2005)

Las puntuaciones factoriales de los sujetos dependerán del método de extracción utilizado, el método de rotación elegido y el método de estimación de las puntuaciones factoriales seleccionado. Cada combinación de estos tres aspectos del análisis dará lugar a un conjunto de puntuaciones factoriales distintas para un sujeto dado.

Para finalizar esta sección conceptual de ambos métodos estadísticos: Regresión Lineal Múltiple y Análisis Factorial, conviene señalar que en la parte metodológica de este trabajo se hará referencia continuamente a estas técnicas; siendo en ese momento la situación oportuna para asimilar los conceptos anteriormente descritos además de comprender su utilidad práctica.

### **3.5 El modelo de la Teoría de Respuesta al Ítem**

Es conveniente realizar una revisión literaria de la Teoría de Respuesta al Ítem, debido a que en este informe, la variable dependiente “Y” del modelo de Regresión Múltiple, representa la habilidad ( $\Theta$ ) del estudiante medido en unidades Logits. Muñiz, et.al., (2005) describen algunos aspectos interesantes sobre el tema, los cuáles se plasman a continuación.

En una forma más general posible, podemos caracterizar a un modelo como la representación de un sistema real, Fischman (1973). En última instancia, el modelo del TRI (Teoría de Respuesta al Ítem), al igual que la Teoría Clásica de los Test (TCT), son funciones matemáticas que pretenden explicar,

predecir, las respuestas de las personas a un test Muñiz, *et.a.* (2005a). La TCT explica las puntuaciones observada en un test (el sistema real) como la suma de la puntuación verdadera más el error de medida. A partir de dicho modelo ( $X = V + \epsilon$ ), y unos supuestos muy sencillos, la TCT permite estimar los términos de la ecuación desconocidos, esto es, el error cometido al medir y el verdadero nivel de habilidad del examinado.

El objetivo principal de los modelos de TRI, como en la TCT, seguirá siendo estimar el verdadero nivel de habilidad del examinado, Muñiz, *et.al.* (2005). Existen, sin embargo, tres diferencias esenciales entre ambos modelos. Primera, la unidad de análisis en el modelo clásico es el test ( $X$  es la puntuación observada *en el test*), en tanto la unidad de análisis en la TRI, es el ítem. Segunda, la TRI incorpora términos al modelo que describen las características de los ítems. Es decir, que las respuestas de los examinados a los ítems estarán explicadas no sólo por su nivel de habilidad, sino también por las características psicométricas de los ítems. Estas dos diferencias proporcionan ventajas a la TRI sobre la TCT en el análisis de los ítems y en la construcción de los test. Tercero, los supuestos sobre los que descansa ambos modelos son radicalmente diferentes.

Los modelos de TRI asumen que los datos sobre los que se aplicarán los modelos, esto es, la respuesta a los test, cumplen ciertos supuestos. Los más importantes son unidimensionalidad e independencia local.

- Unidimensionalidad: el primer supuesto exige que la respuesta del examinado al ítem esté determinada por una única variable, denominada generalmente rasgo latente; dicho de otra forma, exige que los ítems del test midan una sola aptitud o rasgo. De esta manera, por ejemplo, un ítem de un test espacial mida solo habilidad espacial y ninguna otra cosa más. El supuesto de unidimensionalidad es exigible, a los modelos TRI

unidimensionales, puesto que existen también modelos de TRI multidimensionales, Mayden (1996).

- Independencia local: el supuesto de independencia local especifica que la probabilidad de responder correctamente a un ítem es independiente de la probabilidad de responder correctamente cualquier otro.

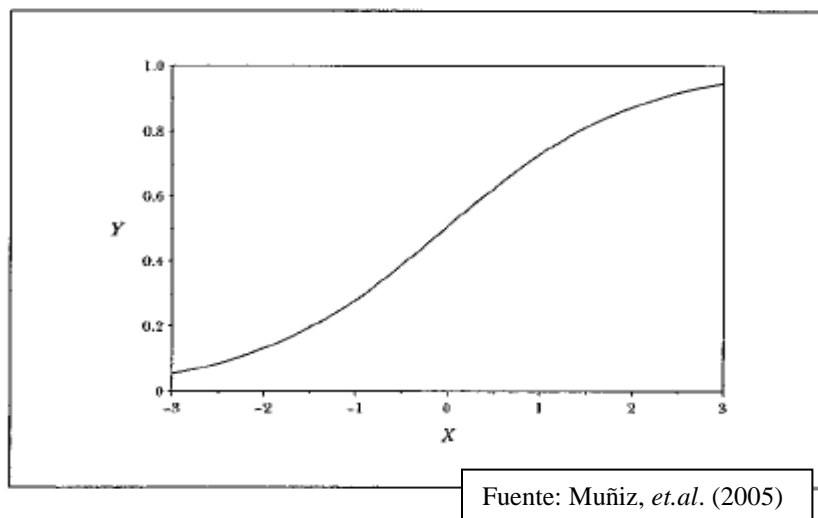
La unidad de análisis dentro de la TRI es, como su nombre indica, el ítem, y la principal herramienta para su estudio es la Curva Característica del Ítem (CCI). La CCI es una función matemática que relaciona la probabilidad de responder correctamente al ítem con el nivel de habilidad que tiene en la variable medida por el ítem quien responde a él. La expresión matemática más empleada para definir la CCI ha sido la función logística, cuya fórmula general viene dada por:

$$y = \frac{e^x}{1 + e^x} \quad \text{donde:}$$

$e$  = es una constante, la base de los logaritmos neperianos: 2.718

$x$  = es cualquier valor o función. Gráficamente, es así:

Figura 5. Función logística



Esta representación gráfica de dicha función para infinitos valores de “ $x$ ” entre -3 y +3, como puede verse en la figura, es una curva en forma de una

suave “S”. Las CCI adoptarán, por tanto, esta forma. Para llegar a los diversos modelos de la TRI a partir de la ecuación anterior, se pueden realizar los siguientes pasos:

Primero, es lógico pensar que la probabilidad de responder correctamente el ítem está determinada por el nivel de habilidad que quien responde posea en la variable medida por el ítem, el denominado rasgo; esto establece lógicamente que las personas con mayor nivel de habilidad tendrán una probabilidad mayor de acertar el ítem. Por eso todos los modelos de TRI incluyen necesariamente *un parámetro* que representa el nivel de *habilidad*, denominado habitualmente por una Theta ( $\Theta$ ).

Segundo, si todos los ítems de un test tuvieran las mismas propiedades, no necesitaríamos más que este parámetro en el modelo. Todos tendrían, además la misma CCI. Sin embargo, los ítems suelen diferir, entre otras cosas, en dificultad, discriminación y probabilidad de ser acertados al azar. Por tanto, se necesita en el modelo algunos parámetros que den cuenta de las características del ítem.

El modelo de TRI más simple incorpora para dar cuenta de la respuesta de los sujetos al ítem solo un parámetro, el de dificultad (denotado por una “b”), por eso se denomina Modelo Logístico de un parámetro, o modelo de Rasch.

**3.5.1 El modelo Rasch.** El análisis Rasch es un modelo matemático propuesto por G. Rasch (1960) que describe la relación entre la probabilidad de una respuesta correcta a un ítem, y la diferencia entre la habilidad de la persona y la dificultad del ítem. Este modelo, establece la probabilidad de respuesta de una persona ante un estímulo dado, en términos de la diferencia entre la medida del rasgo de la persona y la medida del estímulo utilizado, Tristán (2001).

El modelo Rasch, es un modelo monoparamétrico ya que solamente estima la dificultad del ítem y la habilidad de la persona. El modelo de Rasch propone que hay una probabilidad creciente de respuestas correctas a los ítems a medida que aumenta la habilidad de las personas. En otras palabras, la probabilidad de contestar correctamente a un ítem depende de la diferencia entre la habilidad de la persona y la dificultad del ítem. El modelo Rasch se basa en los siguientes principios:

- El desempeño de una persona en un test se puede predecir mediante la especificación de un conjunto de factores llamados rasgos latentes o habilidades.
- La relación entre el nivel de habilidades de la persona y la probabilidad de responder correctamente a un ítem es trazada en la Curva Característica del Ítem (ICC).
- El modelo Rasch mide únicamente los parámetros de la dificultad del ítem y la habilidad del sujeto, convirtiéndolo en un modelo de un parámetro.
- Los parámetros que mide el modelo Rasch, se expresan en una unidad de medida especial llamada *lógito*. Un lógito es la distancia que va en la línea de la variable y que incrementa las probabilidades de observar la ocurrencia de un evento a medir en el modelo por un factor de 2.718(logaritmo natural).
- Los lógitos se aplican en el modelo Rasch para definir los grados de dificultad de los ítems y los grados de habilidad de los sujetos.

El modelo Rasch se puede describir mediante la adecuación de la adecuación de la fórmula de la función logística, de la siguiente manera

$$P_i(\theta) = \frac{e^{(\theta-b_i)}}{1 + e^{(\theta-b_i)}}$$

Donde:

$P_i(\theta)$  es la probabilidad de responder correctamente el ítem  $i$  en determinado nivel  $\theta$

$\theta$  son los valores de la variable medida

$b_i$  es el índice de dificultad del ítem  $i$

$e$  es la base de los logaritmos neperianos (2.71828 aproximadamente)  
 En el modelo Rasch, el punto de origen **0** (ver Figura 5) en la escala de habilidad es donde la probabilidad de responder correctamente a un ítem es 0.50, por lo que un ítem de mayor dificultad requerirá un mayor nivel de habilidad para responder correctamente con una probabilidad mayor al 50%.

Los parámetros comunes de los modelos derivados del modelo logístico, (modelo Rasch, el modelo de dos parámetros o de Birnbaum, y el de tres parámetros), se amplían a continuación.

**3.5.2. Parámetros en los modelos logísticos.** Los parámetros comúnmente usados en los modelos logísticos, son los siguientes:

- El Parámetro  $\Theta$ : desde un punto de vista sustantivo,  $\Theta$  denota al constructo que mide el test, algo no directamente observable, por eso se le denomina también rasgo latente, y puede ser un tanto un constructo de personalidad, como una aptitud o los conocimientos de física cuántica, Muñiz, et.al. (2005). Las propiedades métricas de  $\Theta$  se corresponden con las de una escala de intervalo. Por ello la escala  $\Theta$ , con un rango teórico entre  $-\infty$  y  $+\infty$ , tiene un origen arbitrario pudiendo establecerse cualquier tipo de escala métrica. No obstante, lo habitual es elegir la escala estandarizada con media 0 y desviación típica de 1. Esta escala es la que se emplean por defecto los programas de ordenador empleados para ajustar los modelos del TRI.
- El parámetro “b”: representa la dificultad del ítem, y es el análogo en la TRI al índice de dificultad en la TCT. Está medido en la misma escala que el parámetro  $\Theta$  y su valor es, aproximadamente, el del punto en la escala  $\Theta$  al que corresponde una probabilidad de acertar igual a  $(1 + c)/2$ . Por su parte, Pardo, *et. al* (2005) definen que la dificultad indica la posición de la curva del ítem a lo largo de la escala de habilidad; entre más difícil es un ítem su curva estará localizada más a la derecha en la escala de habilidad.

La justificación de uso, interpretación y criterio de aceptación del parámetro “b”, se enuncian a continuación:

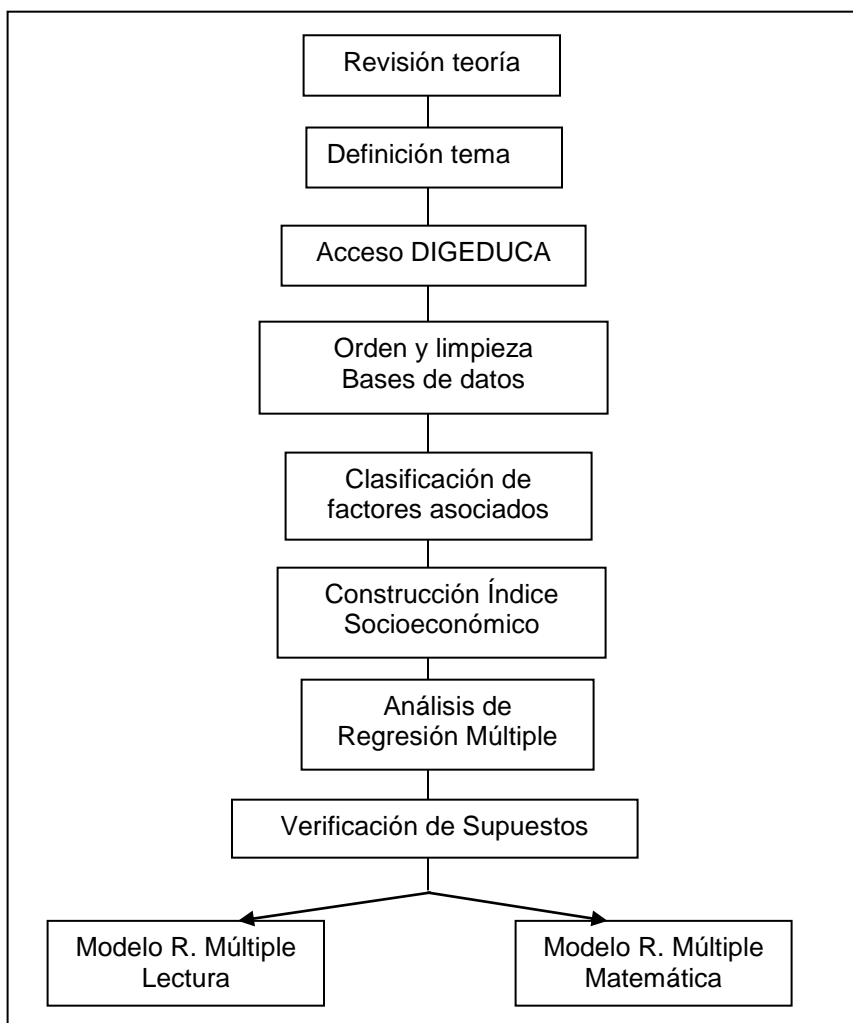
- Justificación de uso: es uno de los dos parámetros fundamentales en el Modelo de Dos Parámetros de la TRI. Es indicador base para la conformación de pruebas y de bancos de ítems, así como para establecer comparabilidad de escalas. Se requiere para obtener otros indicadores de ítems (curvas características, función de información).
- Interpretación: los valores de dificultad oscilan entre menos infinito y más infinito en la escala logit, aunque en términos prácticos los ítems asumen valores entre  $-3.0$  y  $+3.0$ , cuando el promedio de dificultades del grupo de ítems se centra en cero. Valores positivos y altos indican alta dificultad y los valores negativos indican baja dificultad.
- Criterio de aceptación: regularmente se analiza la distribución de valores de dificultad del instrumento en relación con los valores de habilidad de la población evaluada para conceptuar sobre lo apropiado de la medición de dicho instrumento, de acuerdo con los propósitos que lo inspiraron.

## IV. METODOLOGÍA

La fuente para la elaboración de este trabajo, lo constituyen las bases de datos del Ministerio de Educación de Guatemala, específicamente las que maneja la Unidad de Análisis de la Dirección General de Evaluación, Investigación y Estándares Educativos, DIGEDUCA. Mediante la manipulación adecuada de estos datos y la aplicación de las técnicas estadísticas pertinentes, se logró obtener la información útil para derivar las respectivas conclusiones de este informe.

Fundamentalmente, la metodología empleada en el informe, se aprecia en el siguiente gráfico. Cada etapa, se ampliará en las secciones subsiguientes.

Figura 6. Diagrama de la Metodología empleada.



Del diagrama anterior, las primeras 4 etapas se describen enseguida y las restantes se mencionarán más detalladamente en apartados siguientes:

- La teoría sobre la cual se sustenta el presente informe, se encuentra en la parte denominada Marco Conceptual, por lo que una revisión adecuada, permitió definir el tema central y con ello los objetivos, alcances y limitaciones del presente.
- El tema central corresponde al título con el cual se identifica este trabajo, y los objetivos se mencionan en las primeras páginas de éste.
- Como se ha señalado oportunamente a lo largo del presente informe, la fuente primaria para su realización lo constituyen las bases de datos propias de la Dirección General de Evaluación, Investigación y Estándares Educativos, DIGEDUCA; en este caso las correspondientes a los estudiantes de tercero básico evaluados a nivel nacional en el año 2006, por lo que fue necesaria la permanencia en este lugar por espacio de 7 meses (marzo-septiembre de 2008).
- Con la autorización para acceder a las bases de datos de DIGEDUCA, entonces correspondió el “orden la limpieza” de los datos, para posteriormente y realizar las respectivas y adecuadas transformaciones estadísticas bajo la supervisión oportuna del asesor de éste trabajo. Todo este tratamiento estadístico realizado, fue mediante el Software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) VERSION 15.

Las siguientes etapas del diagrama de bloques anterior, se detalla a continuación.

#### **4.1 Clasificación de los factores asociados**

En las evaluaciones de de Matemática y Lectura del MINEDUC, 2006; además de la prueba misma, se aplicó a cada estudiante un instrumento adicional. Este instrumento, que cada evaluado contestó al finalizar ambas pruebas, se conformó de 61 variables relacionados con factores asociados. Mediante un análisis y depuración, y en función de la teoría del tema, se realizó una clasificación de los mismos, para incluir las que potencialmente brindan

mayor información. Esta clasificación, finalmente se redujo de la siguiente manera:

### **Características personales del estudiante**

- ✓ Sexo
- ✓ Identificación étnica
- ✓ Idioma materno
- ✓ Domina algún idioma indígena

### **Factores familiares**

- ✓ Asistió a escuela el papá del estudiante
- ✓ Si su respuesta es “sí” a la pregunta anterior, marque el grado más alto que aprobó
- ✓ Idioma materno de su papá
- ✓ Asistió a escuela la mamá del estudiante
- ✓ Si su respuesta es “sí” a la pregunta anterior, marque el grado más alto que aprobó?
- ✓ Idioma materno de su mamá

### **Factores escolares**

- ✓ ¿Asistió a preprimaria?
- ✓ Área de la escuela primaria en la que inició sus estudios primarios
- ✓ ¿Repitió algún grado en la escuela primaria?
- ✓ ¿En qué tipo de establecimiento terminó el ciclo básico?
- ✓ Otro tipo de establecimiento en el que terminó básico que no fue presentado en las alternativas de la pregunta anterior

### **Factores culturales**

- ✓ ¿Con qué frecuencia lee periódicos?
- ✓ ¿Qué periódico lee?
- ✓ ¿Libros leídos el último año?

### **Factores geográficos**

- ✓ Nombre del área en donde está ubicado el establecimiento de los estudiantes.
- ✓ Nombre del sector al que pertenece el establecimiento

**Características del establecimiento**

- ✓ Nombre de jornada que tiene el establecimiento
- ✓ Nombre del nivel que atiende el establecimiento
- ✓ Plan del establecimiento

**Recursos domésticos**

- ✓ ¿De qué material es el piso de la casa?
- ✓ ¿De qué material son las paredes de la casa?
- ✓ ¿De qué material es el techo de la casa?
- ✓ ¿Fuente de abastecimiento de agua potable?
- ✓ ¿Hay un ambiente separado para la cocina?
- ✓ ¿Qué combustible utiliza para cocinar?
- ✓ ¿Cuenta con electricidad?
- ✓ ¿Cuenta con línea telefónica fija (cableado)?
- ✓ ¿Tiene su familia uno o más teléfonos celulares?
- ✓ ¿Cuáles de los siguientes electrodomésticos tiene usted?
- ✓ ¿Tipo de sanitario de la casa?
- ✓ ¿En su hogar se cuenta con automóvil?
- ✓ Televisor
- ✓ Refrigerador
- ✓ Sistema de sonido
- ✓ VHS
- ✓ DVD
- ✓ Lavadora de ropa
- ✓ Secadora de ropa
- ✓ Horno de microondas
- ✓ Otros electrodomésticos

Los factores mencionados, constituyen la base para el final modelo de Regresión Lineal Múltiple. Previo a esto, se construyó el Índice Socioeconómico de los estudiantes evaluados, tomando los factores relacionado con la educación de los padres y los recursos domésticos.

## 4.2 Construcción del índice socioeconómico

Empleando el análisis factorial, se construyó un índice socioeconómico de los estudiantes.

La construcción de un índice socioeconómico para la posterior cuantificación de su influencia en el rendimiento de los estudiantes es de uso frecuente en estudios de éste tipo. Por ejemplo, el proyecto PISA<sup>2</sup>, ha elaborado un índice denominado *Índice de estatus Socioeconómico y Cultural* (ESEC) para el conjunto de países y regiones participantes en la Evaluación Internacional de alumnos de la OCDE. Este Índice de estatus socioeconómico y cultural (ESEC), se calcula teniendo en cuenta tres componentes: el nivel más alto de educación alcanzado por los padres, el prestigio de la profesión más alta de los padres y el nivel de recursos domésticos. PISA (2006).

En el caso que nos ocupa en este estudio, salvando las distintas diferencias en metodología, técnicas estadísticas y de otra índole, la idea es similar. Se utilizó por tanto, la técnica estadística del Análisis Factorial, y se tomaron en cuenta dos componentes: *el nivel más alto de educación alcanzado por los padres, y el nivel de recursos domésticos*; es decir, específicamente las respuestas obtenidas a los siguientes estímulos.

### Nivel de educación de padres

- ¿Grado más alto de educación formal que aprobó tu papá?
- ¿Grado más alto de educación formal que aprobó tu mamá?

Y también los siguientes:

### Recursos domésticos

- ¿De qué material es el piso de la casa?
- ¿De qué material son las paredes de la casa?

---

<sup>2</sup> PISA: Programme for Indicators of Student Achievement de la OCDE.

- ¿De qué material es el techo de la casa?
- ¿Fuente de abastecimiento de agua potable?
- ¿Hay un ambiente separado para la cocina?
- ¿Qué combustible utiliza para cocinar?
- ¿Cuenta con electricidad?
- ¿Cuenta con línea telefónica fija (cableado)?
- ¿Tiene su familia uno o más teléfonos celulares
- ¿Cuáles de los siguientes electrodomésticos tiene usted?
- ¿Tipo de sanitario de la casa?
- ¿En su hogar se cuenta con automóvil?
- Televisor
- Refrigerador
- Sistema de sonido
- VHS
- DVD
- Lavadora de ropa
- Secadora de ropa
- Horno de microondas
- Otros electrodomésticos

Estas 23 variables anteriores agrupadas en dos áreas, fueron procesadas mediante el software SPSS Versión 15, para la construcción de un índice, mediante el Análisis Factorial, con el propósito de determinar el nivel socioeconómico de los estudiantes evaluados. Este índice construido, finalmente será una variable más en el modelo final de Regresión Lineal Múltiple para determinar la influencia del nivel socioeconómico de los estudiantes sobre el rendimiento académico.

Realizada la clasificación anterior, el procedimiento para el establecimiento de este Índice, sigue como se menciona enseguida:

- ✓ Aplicación de la prueba KMO y de esfericidad de Barlett: para comprobar si el conjunto de datos se adecuan para un análisis factorial. Como se mencionó oportunamente, el estadístico KMO varía entre 0 y 1, donde los valores pequeños establecen que el análisis factorial puede no ser una buena idea, e incluso los valores menores que 0.5 indican que no debe utilizarse este análisis.
- ✓ Extracción: mediante la aplicación del método de factores (o componentes) principales se encontró la solución que extrae una cantidad máxima de varianza conforme se calcula cada factor. En este método, el primer factor extrae la mayor la mayor cantidad de varianza, el segundo la siguiente mayor cantidad de varianza, y así sucesivamente.
- ✓ Rotación: dado que la mayoría de los métodos de extracción factorial producen resultados de tal forma que son difíciles o imposibles de interpretar, Kerlinger (2006d), se procedió a efectuar la “rotación” de la solución inicial para lograr una estructura más simple, es decir para reducir la complejidad de variables y para facilitar su interpretación

Todo el detalle del complejo proceso estadístico para efectuar los cálculos descritos anteriormente, (cálculo de las Comunalidades, la prueba KMO y esfericidad de Barlett, el cálculo de la Matriz de Componentes Principales y su Rotación); se encuentran en el Apéndice 1. La Matriz de Componentes Rotados final, se presenta en la sección de Resultados.

### **4.3 Análisis de Regresión Múltiple**

Después de un análisis en función de la teoría, y para usar el mínimo de variables que maximicen la información, se realizó una clasificación de las variables originales (contenido en el instrumento de captura de datos), resultando las siguientes variables predictoras ( $X_i$ ) definitivas para Matemática y Lectura:

### Características personales del estudiante

- ✓ Sexo
- ✓ Identificación étnica
- ✓ Idioma materno

### Factores escolares

- ✓ ¿Asistió a preprimaria?
- ✓ ¿Repitió algún grado en la escuela primaria?

### Factores culturales

- ✓ ¿Cuántos libros leyó el último año?

### Factores geográficos

- ✓ Nombre del área en donde está ubicado el establecimiento de los estudiantes.
- ✓ Nombre del sector al que pertenece el establecimiento

### Características del Establecimiento

- ✓ Nombre de jornada que tiene el establecimiento
- ✓ Plan del establecimiento

### Índice Factorial Socioeconómico

Construido anteriormente mediante el análisis factorial

Todas estas variables predictoras influirán en la única variable dependiente (Y) que es la habilidad del estudiante, en Matemática o Lectura; medido en unidades Logits de la escala de habilidad theta ( $\Theta$ ).

Según la clasificación anterior, un modelo preliminar de Regresión Múltiple, es:

$$Y = a + b_1X_{\text{sexo}} + b_2X_{\text{Etnia}} + b_3X_{\text{IdiomaM}} + b_4X_{\text{prepri}} + b_5X_{\text{repetió}} + b_6X_{\text{libros}} + b_7X_{\text{área}} + b_8X_{\text{sector}} + b_9X_{\text{jornada}} + b_{10}X_{\text{plan}} + b_{11}X_{\text{índice}} + \varepsilon$$

Donde:

Y = Rendimiento en Lectura (o Matemática, según sea el caso)

$X_{\text{sexo}}$ : Sexo del estudiante que tomó la prueba

$X_{\text{Etnia}}$ : Identificación étnica del estudiante que tomó la prueba

$X_{\text{IdiomaM}}$ : Idioma Materno del estudiante

$X_{\text{prepri}}$ : Si el estudiante, asistió a preprimaria

$X_{\text{repetió}}$ : Si el estudiante evaluado, repitió algún grado en la escuela primaria

$X_{\text{libros}}$ : Cantidad de libros que leyó el último año

$X_{\text{área}}$ : Área al que pertenece el establecimiento donde el estudiante tomó el test.

$X_{\text{sector}}$ : Sector al que pertenece el establecimiento del estudiante evaluado

$X_{\text{jornada}}$ : Jornada de estudio del alumno

$X_{\text{plan}}$ : Plan del establecimiento, del alumno evaluado.

$X_{\text{índice}}$ : Índice socioeconómico del estudiante evaluado, construido mediante el análisis factorial

$\varepsilon$  = error en el modelo

Además, las hipótesis del modelo de Regresión Lineal Múltiple son:

$$H_0: b_1 = b_2 = b_3 = b_4 = b_5 = b_6 = b_7 = b_8 = b_9 = b_{10} = b_{11} = 0$$

$$H_1: H_0 = \text{falso}$$

Donde la hipótesis nula ( $H_0$ ) indica que no hay relación entre la variable dependiente “Y”, y el set de variables predictoras.

Los aspectos técnicos del modelo de Regresión Lineal Múltiple primario, para Matemática y Lectura, se pueden observar en el Apéndice 2.

En el Apéndice 3 se encuentran detalladamente el proceso estadístico para la verificación de los supuestos: Linealidad, Normalidad, No Outliers, Homoscedasticidad, y No Colinealidad; y el procedimiento correspondiente para lograr que el modelo definitivo sea consistente.

El Método de solución utilizado para hallar la función que brinde un “mejor ajuste” de los datos en el modelo de Regresión Lineal Múltiple, fue el de Mínimos Cuadrados.

## V. RESULTADOS

### 5.1 Resultados del análisis factorial

Los resultados empleando la metodología descrita en la sección anterior, y mediante todo el procedimiento estadístico detallado en el Apéndice 1, son los siguientes.

➤ **KMO y prueba de esfericidad de Barlett**

Tabla 5. Adecuación muestral KMO Prueba de Bartlett.

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		.928
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	910996.8
	gl	231
	Sig.	.000

El valor de la adecuación de la muestra de KMO (Kaiser-Meyer-Olkin), es de 0.928, lo que implica que los datos introducidos se adecuan excelentemente para un análisis factorial. Además, se observa que el nivel crítico es  $Sig. = 0.000$ , por lo que el modelo factorial resulta adecuado para explicar los datos. Ambas pruebas, la KMO y la de Esfericidad de Barlett, confirman que el análisis factorial resulta adecuado para derivar información útil.

➤ **Matriz de componentes rotados**

La tabla siguiente, brinda una interpretación más simple de los factores. Es posible por tanto, identificar las 10 variables que correlacionan considerablemente con el factor 1, las 8 que lo hacen con el factor 2 y las 4 que correlacionan fuertemente con el 3, las cuales han sido resaltadas intencionalmente para facilitar su comprensión.

Tabla 6. Matriz de componentes rotados

<b>Matriz de Componentes Rotados</b>			
	Componente		
	1	2	3
Lavadora de Ropa	.780	.066	-.019
Horno de Microondas	.689	.256	-.136
Grado más alto que aprobó su mamá	.678	.273	.009
VHS	.652	.096	-.037
Secadora de Ropa	.650	-.098	.102
Grado mas alto que aprobó su papá?	.644	.293	.030
DVD	.510	.377	-.164
¿Cuenta con línea telefónica fija (cableado)?	.508	.266	-.080
¿En su hogar se cuenta con automóvil?	.454	.131	-.028
Otros electrodomésticos	.386	.227	-.002
¿Cuenta con electricidad?	.113	.796	.145
Televisor	.147	.782	.018
¿Tiene su familia uno o más teléfonos celulares	.183	.681	.051
¿Qué combustible utiliza para cocinar?	.432	.656	.061
¿Tipo de sanitario de la casa?	.207	.627	.185
Sistema de Sonido	.382	.525	-.123
Refrigerador	.491	.519	-.230
¿Hay un ambiente separado para la cocina?	.136	.498	.202
¿De que material son las paredes de la casa?	-.099	-.005	.754
¿De que material es el piso de la casa?	.154	.039	.748
¿De que material es el techo de la casa?	-.058	.492	.524
¿Fuente de abastecimiento de agua potable?	-.157	.155	.508

\*lo resaltado con fondo negro, fue realizado de manera intencional por parte del autor.

## 5.2 Resultados de Regresión Múltiple

Realizado todos los procedimientos estadísticos descritos al más mínimo detalle en los Apéndice 2 y 3, se tienen los siguientes modelos definitivos.

**Tabla 7 Modelo final para Matemática**

Resumen del modelo							
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación			
1	0.261	0.068	0.068	0.56361			
Coeficientes <sup>a</sup>							
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Estadísticos de colinealidad	
	B	Error típ.	Beta			Tolerancia	FIV
(Constante)	-.435	.014		-30.576	.000		
Sexo del estudiante	.130	.004	.111	32.309	.000	.988	1.012
Etnia (dummy)	.093	.005	.077	20.335	.000	.815	1.227
Idioma materno	.080	.006	.049	13.100	.000	.825	1.212
¿Asistió a preprimaria?	.037	.005	.026	7.510	.000	.948	1.054
¿Repitió algún grado en la escuela primaria?	-.082	.004	-.066	-18.837	.000	.958	1.043
¿Cuántos libros leyó el último año?	9.62E-005	.000	.001	.432	.666	.991	1.009
Área de ubicación del establecimiento	.077	.005	.057	14.733	.000	.780	1.282
Establecimiento del sector privado (dummy)	-2.87E-005	.006	.000	-.005	.996	.460	2.173
Establecimiento del sector oficial (dummy)	.007	.006	.006	1.201	.230	.552	1.812
Plan diario (dummy)	.184	.011	.084	16.389	.000	.446	2.241
Plan dominical (dummy)	.007	.048	.000	.142	.887	.963	1.038
Plan sabatino (dummy)	.023	.024	.004	.967	.333	.889	1.125
Jornada matutina (dummy)	.040	.005	.033	7.512	.000	.598	1.673
Jornada nocturna (dummy)	-.055	.012	-.016	-4.490	.000	.946	1.058
Jornada doble (dummy)	.009	.011	.004	.840	.401	.483	2.071
Índice Socioeconómico	.050	.002	.108	28.660	.000	.829	1.206

a. Variable dependiente: HABILIDAD DE MATEMATICA MEDICA EN ESCALA THETA

$$Y = - 0.435 + 0.130 \text{ sexo} + 0.093 \text{ Etnia} + 0.080 \text{ IdiomaM} + 0.037 \text{ prepri} - 0.082 \text{ repitió} + 0.0001 \text{ libros} + 0.077 \text{ área} - 0.00003 \text{ privado} + 0.007 \text{ oficial} + 0.184 \text{ diario} + 0.007 \text{ domin} + 0.023 \text{ sabat} + 0.04 \text{ matu} - 0.055 \text{ nocturna} + 0.009 \text{ doble} + 0.050 \text{ índice}$$

## Modelo final para Lectura

Tabla 8. Modelo final para Lectura

Resumen del modelo							
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación			
1	0.431	0.186	0.186	.53564			

Coeficientes <sup>a</sup>							
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Estadísticos de colinealidad	
	B	Error típ.	Beta			Tolerancia	FIV
(Constante)	-.443	.014		-31.804	.000		
Sexo del estudiante	.095	.004	.080	24.277	.000	.988	1.012
Etnia (dummy)	.134	.004	.109	30.004	.000	.814	1.228
Idioma materno	.148	.006	.090	24.973	.000	.825	1.212
¿Asistió a preprimaria?	.044	.005	.031	9.110	.000	.949	1.054
¿Repitió algún grado en la escuela primaria?	-.190	.004	-.150	-44.648	.000	.958	1.044
¿Cuántos libros leyó el último año?	-.004	.000	-.059	-17.866	.000	.991	1.009
Área de ubicación del establecimiento	.096	.005	.070	18.823	.000	.780	1.282
Establecimiento del sector privado (dummy)	.102	.006	.086	17.778	.000	.462	2.166
Establecimiento del sector oficial (dummy)	.032	.006	.023	5.300	.000	.553	1.808
Plan diario (dummy)	.052	.011	.023	4.736	.000	.445	2.247
Plan dominical (dummy)	-.262	.049	-.018	-5.385	.000	.968	1.033
Plan sabatino (dummy)	.019	.023	.003	.810	.418	.888	1.126
Jornada matutina (dummy)	.124	.005	.103	24.263	.000	.600	1.668
Jornada nocturna (dummy)	.001	.012	.000	.126	.900	.945	1.059
Jornada doble (dummy)	.000	.011	.000	-.011	.991	.481	2.080
Índice Socioeconómico	.080	.002	.170	47.123	.000	.827	1.209

a. Variable dependiente: HABILIDAD DE LECTURA MEDIDA EN ESCALA THETA

**Y = - 0.443 + 0.095 sexo + 0.134 Etnia + 0.148 IdiomaM + 0.044 prepri - 0.19 repitió - 0.004 libros + 0.096 área + 0.102 privado + 0.032 oficial + 0.052 diario - 0.262 domin + 0.019 sabat + 0.124 matu + 0.001 vesper + 0.0001 doble + 0.080 índice**

## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Como se indicó a lo largo de este trabajo, uno de los objetivos específicos planteados fue la construcción de un índice socioeconómico de los estudiantes evaluados. Por falta de espacio y debido al gran número de alumnos examinados (más de 125 mil), resulta inapropiado y poco práctico mostrar el valor de este índice para cada estudiante. Sin embargo, mediante el Análisis Factorial realizado, es interesante notar algunos hallazgos relacionados con este tema.

Primeramente, el método de rotación Varimax empleado para hallar los “componentes rotados” de la Tabla 6, tiene como meta *dispersar la mayor cantidad de varianza a través de los factores y, al mismo tiempo tratar de obtener una estructura simple*, Kerlinger (2006); por lo que la varianza de las 22 variables originales empleadas para la construcción de éste índice, pueden ser explicadas adecuadamente por 3 factores claramente distinguibles en la tabla mencionada. El factor 1 explica el 20.19% de la varianza total de todas las variables (la varianza total de la matriz de correlaciones), el segundo factor el 18.7%, y el tercer factor el 8,6%, según lo indicado en la tabla 14 (Apéndice 1).

Adicionalmente se puede notar en la Tabla 6, que las 10 variables<sup>3</sup> que poseen una alta correlación con el factor 1, parecen indicar una “alta posición económica” dalo que aquí se incluyen los electrodomésticos más caros junto al nivel educativo más alto alcanzados por los padres. Las 8 variables que correlacionan con el factor 2, indican una “mediana posición económica”; y las 4 variables que correlacionan fuerte con el factor 3, podrían indicar una “baja posición económica”, esto a juzgar por las variables que se incluyen. Esta

---

<sup>3</sup> Las 10 variables del factor 1 son ítems relacionados con la posesión de: lavadora de ropa, horno de microondas, escolaridad de la madre, VHS, Secadora de Ropa, Educación de los padres, DVD, teléfono de línea fija, automóvil y otros electrodomésticos, los cuáles son los más caros entre los analizados. De igual manera, las variables o ítems componentes para los factores 2 y 3, se encuentran claramente distinguibles en la Tabla 6.

clasificación se realiza con el fin de intentar establecer algunas categorías claramente distinguibles en el análisis.

En cuanto a los Modelos de Regresión Lineal Múltiple, para el caso de Matemática, (Tabla 7) el modelo explica únicamente el 6.8% de la varianza de la variable dependiente, *habilidad del estudiante medida en escala theta* (Y), mientras que 18.6% para Lectura (Tabla 8). Estos porcentajes aparentemente bajos en la explicación de la varianza son comunes en los estudios sobre el tema. Por ejemplo; Aitken y Logford (1986), reportaban un 7% y Willms (1987) reportó una varianza explicada del 10%. Más recientemente, Porta *et.al.* (2004), reportan menos del 15% en su estudio de factores asociados con el rendimiento académico en Nicaragua. En general, la proporción de la varianza que puede ser referida a factores escolares es muy baja, PISA (2006a). Asimismo, el objetivo del análisis no es precisamente tratar de obtener un  $R^2$  mas elevado *per sé*, sino determinar el impacto relativo de cada factor asociado. <<Estos impactos relativos son útiles en la medida que se utilicen para priorizar políticas y actividades orientadas a mejorar el puntaje futuro en las pruebas académicas>>., Porta, *et.al.*, (2004).

El impacto relativo de los factores asociados al rendimiento analizados en éste estudio (Tablas 7 y 8) muestran que:

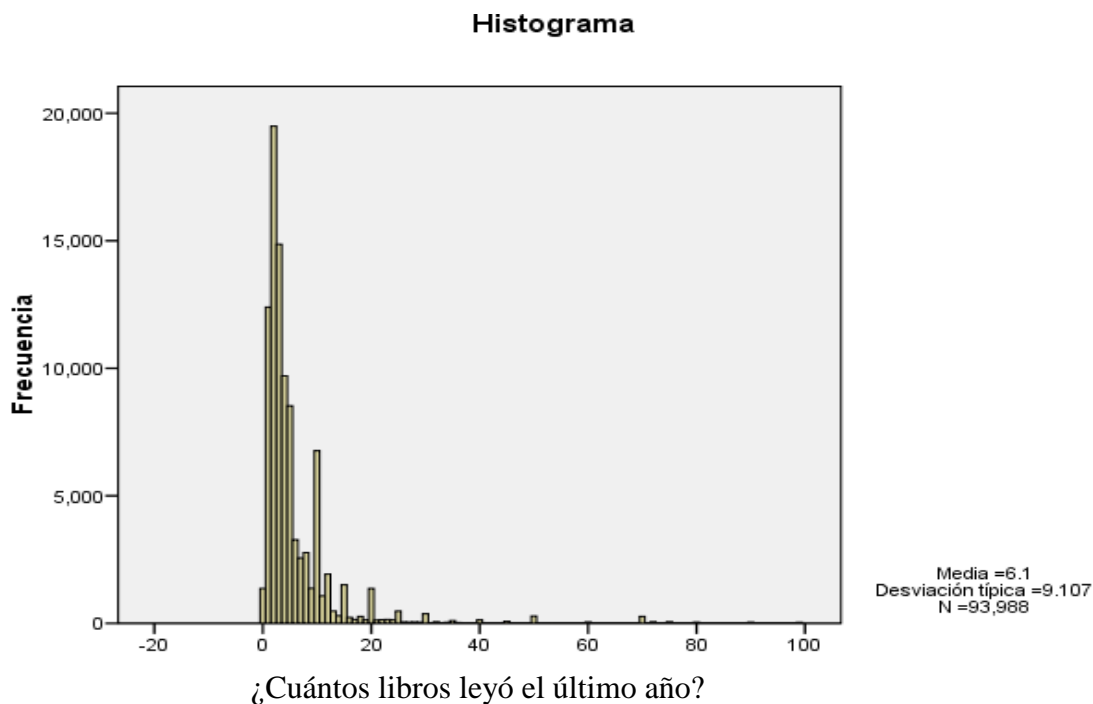
- La diferencia promedio entre el rendimiento de hombres y mujeres fue de 0.130 unidades Logits a favor de los estudiantes de género masculino en Matemática, resultado acorde a la evidencia internacional, PISA (2006b) la cual indica que los hombres obtienen mejores resultados en las pruebas estandarizadas de Matemática que las mujeres; esta diferencia fué estadísticamente significativa. Para el caso de Lectura, la evidencia indica que las mujeres obtienen mejores resultados. En este estudio, aún y cuando los hombres continúan obteniendo en promedio mayor resultado estadísticamente significativo que sus pares femeninos, esta diferencia

se reduce a 0.095 Logits, lo que podría indicar que el rendimiento de las niñas se acerca paulatinamente al de los varones, por lo menos en Lectura.

- En cuanto a Etnia e Idioma materno, la evidencia internacional sugiere que <<las minorías étnicas e indígenas tienen más bajos resultados académicos, agravados cuando los niños ni siquiera comparten el lenguaje usado en la escuela>>, Hernández *et.al.* (2000). Los resultados hallados en este estudio, esencialmente dicen lo mismo. Los estudiantes identificados como “ladinos”, obtuvieron en promedio mayor rendimiento que los “no ladinos” en ambas pruebas. La diferencia promedio entre el rendimiento de ambos grupos o etnias fue de 0.093 Logits en Matemática y en Lectura de 0.134 Logits. Por otro lado, los estudiantes que identificaron al idioma Español como materno, obtuvieron en promedio 0.080 Logits en Matemática y 0.148 Logits en Lectura más que aquellos estudiantes que identificaron como idioma materno a otro distinto al español.
- La literatura demuestra los beneficios de la escuela preprimaria. Diversos estudios, PISA (2006c) concluyen que <<la asistencia a preescolar y una trayectoria escolar favorable se asocia positivamente con el desempeño académico en grados posteriores>>. En este sentido, los resultados hallados confirman la evidencia internacional, puesto que para el caso de Lectura, los estudiantes quienes indicaron que asistieron a preprimaria obtuvieron en promedio 0.044 unidades Logits más que aquellos que no fueron a preprimaria; mientras que en Matemática, esta diferencia fue de 0.037 Logits.
- Asimismo, este trabajo es un alegato más sobre el impacto negativo de la repitencia estudiantil y sus consecuencias, puesto que en Lectura, los estudiantes quienes indicaron haber repetido algún grado obtuvieron en promedio 0.190 unidades Logits menos que quienes no han repetido; y en Matemática la diferencia entre los estudiantes quienes no han repetido algún grado y quienes sí lo han hecho, fue de 0.082 Logits a favor de los primeros

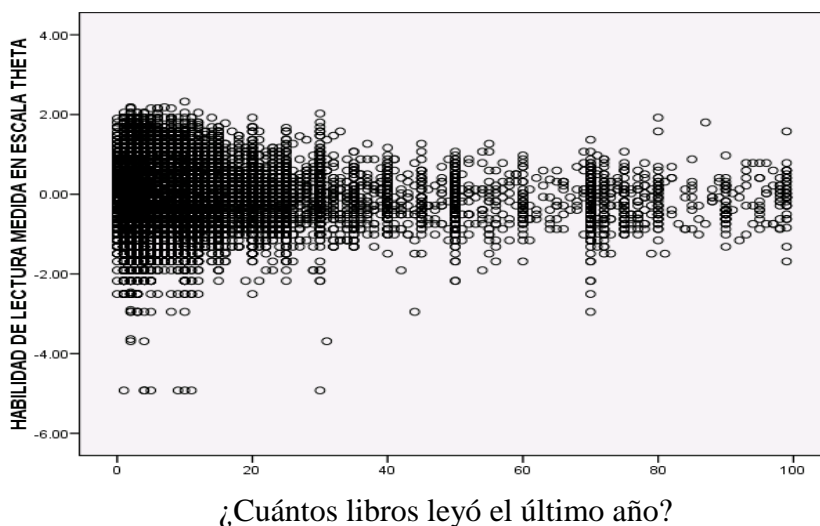
Son conocidos los beneficios de la lectura de libros, ya que desarrollan las destrezas cognitivas de los alumnos, al mismo tiempo que permite obtener información adicional a lo visto en clase, -por mencionar sólo algunos-. Asimismo, el hecho de tener acceso a libros, brinda información sobre el capital cultural al cual pertenece el estudiante, lo que influye positivamente en el rendimiento de éste. Sin embargo, la información producida basada en la respuesta de los estudiantes al estímulo: *¿cuántos libros leyó el último año?* se podría interpretar que, para el caso de Matemática, a más libros leídos, aumenta mínimamente la habilidad del estudiante en 0.0001 Logits; y en Lectura, a más libros leídos, disminuye la habilidad del estudiante en 0.004 Logits, lo cual resulta desconcertante. Una posible explicación en este asunto, se debe probablemente a la distribución de las respuestas de los estudiantes; ya que teniendo la escala abierta, cada alumno anotó el número de libros que consideró pertinente. Esta distribución de respuestas se muestra en el siguiente histograma:

Figura 7. Distribución de libros leídos durante el último año.



El anterior histograma muestra claramente una distribución sesgada hacia la derecha. Aunque la media se distribuye en 6.1 libros leídos, existen estudiantes que reportaron leer incluso 99 libros al año (40 estudiantes). Aunque este valor es pequeño en comparación del total de evaluados, no obstante existen reportes de 99 libros, 98, 97, 96..., y así sucesivamente, los cuáles juntos representan un porcentaje considerable. En virtud de esta información, resulta aceptable cuestionar la certeza en la lectura de libros en las cantidades reportadas por algunos estudiantes, en función del grado de escolaridad a que pertenecen. Adicionalmente, para esta variable se encuentran un total de 31663 valores perdidos (missing values), que representa el 25% del total de los datos, lo que es una pérdida considerable de información. Por último, se muestra enseguida un diagrama de dispersión entre las variables “cantidad de libros leídos” y la “habilidad del niño en Lectura”, en donde se nota que no es posible apreciar relación alguna, no se distingue por ejemplo que los estudiantes que reportaron leer grandes sumas de libros obtuvieron mejor rendimiento; entonces combinando los planteamientos anteriores, se podría hallar la explicación del comportamiento de ésta variable.

Figura 8. Dispersión de lectura de Libros durante el último año



En cuanto a las características del establecimiento, los resultados indican que el rendimiento promedio de los estudiantes de establecimientos ubicados en área urbana fue mayor en 0.077 Logits en Matemática y 0.096 Logits en Lectura, en relación a los estudiantes de establecimientos ubicados en área rural. Los estudiantes de establecimientos pertenecientes al Sector Privado, obtuvieron en promedio 0.00003 Logits menos que los pertenecientes a establecimientos del sector Municipal en Matemática y en promedio 0.102 Logits más en Lectura. Por otro lado, los estudiantes de establecimientos del sector oficial obtuvieron en promedio 0.007 Logits más en Matemática y 0.032 Logits más en Lectura comparado con los estudiantes de establecimientos Municipales.

Respecto al plan de estudio dentro del cual se encuentra el estudiante evaluado: los estudiantes que asisten al Plan Diario, obtuvieron en promedio 0.184 Logits más en Matemática y 0.052 Logits más en Lectura comparado con aquellos que asisten al plan fin de semana. Los evaluados que estudian en Plan Dominical, obtuvieron en promedio 0.007 Logits más en Matemática que aquellos que lo hacen en Plan fin de Semana, mientras que en Lectura obtuvieron en promedio 0.262 Logits menos; los estudiantes del Plan Sabatino obtuvieron en promedio 0.023 Logits más en Matemática y 0.019 Logits más en Lectura comparado con los estudiantes del Plan Fin de Semana.

Los alumnos evaluados pertenecientes a la Jornada Matutina, obtuvieron en promedio 0.040 Logits más en Matemática y 0.124 Logits más en Lectura que sus pares pertenecientes a la Jornada Intermedia. Por otro lado, los estudiantes de la Jornada Nocturna, obtuvieron en promedio 0.055 Logits menos que los pertenecientes a la Jornada Intermedia, y 0.001 Logits más en Lectura. Y los estudiantes de la Jornada Doble, obtuvieron en promedio 0.009 Logits más en Matemática y 0.0001 Logits menos en Lectura en comparación con los de la Jornada Intermedia.

Finalmente, el índice socioeconómico construido mediante el análisis factorial indica que por cada unidad que incrementa este índice, la habilidad promedio del estudiante se incrementa en 0.50 Logits en Matemática y 0.080 en Lectura, si las demás variables permanecen constantes.

Esquemáticamente, la información anterior se puede ver en una tabla, así:

Tabla 9. Resultados sintetizados

Variable	Habilidad en MATEMÁTICA		Habilidad en LECTURA	
	Aumenta en Logits	Disminuye en Logits	Aumenta en Logits	Disminuye en Logits
Sexo del estudiante	Masculino: 0.130		Masculino: 0.095	
Etnia	Ladino: 0.093		Ladino: 0.134	
Idioma Materno	Español: 0.080		Español: 0.148	
Asistió a Preprimaria	Sí: 0.037		Sí: 0.044	
¿Repitió algún grado en Primaria?		Sí: -0.082		Sí: -0.19
¿Cuántos libros leyó el último año	0.0001			-0.004
Área de ubicación del establecimiento	0.077		0.096	
Establecimiento Privado		-0.00003	0.102	
E. Oficial	0.007		0.032	
Plan Diario	0.184		0.052	
Plan Dominical	0.007			-0.262
Plan Sabatino	0.023		0.019	
Jornada Matutina	0.04		0.124	
J. Nocturna		-0.055	0.001	
J. Doble	0.009			-0.0001
Índice Socioeconómico	0.50		0.080	

Como necesaria consideración es la interpretación adecuada de los coeficientes estandarizados Beta ( $\beta$ ,) que contienen valiosa información. Debido a que los coeficientes  $\beta$  (beta) están basados en las puntuaciones típicas, son directamente comparables entre sí, por tanto proporcionan una pista útil sobre la importancia relativa de cada variable independiente (U. de Cádiz, 2006).

En este sentido, es importante notar que el Índice Socioeconómico de los estudiantes, construido mediante en Análisis Factorial es el factor asociado que posee mayor relevancia de todos los analizados para el caso de Lectura, con 0.170 desviaciones estándar. En el caso de Matemática, el factor asociado de mayor peso corresponde a la variable Sexo con un valor de 0.111 desviaciones estándar a favor del sexo masculino, seguido por la variable correspondiente al índice socioeconómico con 0.108 desviaciones estándar. Cuatro situaciones pertinentes hallados en la evidencia internacional, PISA (2006d) sugieren que: a mayor estatus ocupacional y escolaridad de los padres, los niños obtienen mejores resultados; asimismo a mejores condiciones del hogar y menor el hacinamiento, mejores resultados; también, los alumnos que trabajan tienen peores resultados y entre mayor es su jornada, su rendimiento es más bajo; y las familias que menos gastan, comúnmente están en dura situación de pobreza, lo que influye en el menor rendimiento académico de los niños. Estas consideraciones, apoyan la tesis de la enorme influencia del nivel socioeconómico al cual pertenecen los estudiantes evaluados y su relación con el rendimiento estudiantil, y en éste estudio, se puede afirmar que es el factor asociado que explica en mayor grado el rendimiento académico en las asignaturas evaluadas.

Popham (2004), menciona que una de las razones principales por las cuáles el estatus socioeconómico de los niños está tan altamente correlacionado con los puntajes de las pruebas estandarizadas es que mucho ítems de las pruebas estandarizadas de logros se concentran en realidad en evaluar conocimientos y/o destrezas aprendidas fuera del colegio, -conocimientos y destrezas probablemente aprendidas más en algunos escenarios socioeconómicos que en otros-.

## VII. CONCLUSIONES

Alcanzados los objetivos de este estudio, las consideraciones finales son las siguientes.

Las 22 variables originales empleadas para la construcción del índice socioeconómico de los estudiantes evaluados pueden ser explicadas adecuadamente por 3 factores o componentes principales, los cuáles juntamente son capaces de explicar el 47.55% de la varianza total de las variables originales. Empleando la rotación Varimax, que se usa para obtener una estructura simple y fácilmente comprensible, se halló que el factor 1 explica el 20.19% de la varianza total y está conformado por variables relacionadas con el nivel educativo de los padres y la posesión de electrodomésticos “de elite” como secadora (y lavadora) de ropa, automóvil, teléfono fijo, horno de microondas, VHS, y DVD; el factor 2 con 18.7% de la varianza total, compuesto por variables relacionadas con electrodomésticos tales como refrigerador, televisor, sistema de sonido y variables referentes con el acceso a electricidad, tipo de combustible para cocinar y tipo de sanitario; y el factor 3 con una varianza explicada de 8.6% del total de las variables, con ítems relacionados a materiales de las paredes, piso y techo de la casa, y el acceso a agua potable.

El modelo de Regresión Lineal Múltiple para el caso de Matemática explica el 6.8% de la varianza de la variable dependiente, *habilidad del estudiante medida en escala theta* (Y), mientras que 18.6% para Lectura, los cuáles son comunes en los estudios sobre el tema. Por ejemplo; Aitken y Logford (1986) reportaban un 7% y Willms (1987) reportó una varianza explicada del 10%. Más recientemente, Porta *et.al.* (2004), reportan menos del 15%. Los argumentos comunes sostienen que el objetivo del análisis no es precisamente tratar de obtener un  $R^2$  más elevado *per sé*, sino determinar el impacto relativo de cada factor asociado. <<Estos impactos relativos son útiles en la medida que

se utilicen para priorizar políticas y actividades orientadas a mejorar el puntaje futuro en las pruebas académicas>> Porta *et. al.* (2004).

Previo a las consideraciones finales de los factores asociados, es oportuno hacer hincapié y destacar algunos hallazgos obtenidos un año antes por Ureta, *et.al.* (2006), quienes concluyeron que las y los estudiantes identificados como ladinos, alcanzan los mejores resultados; asimismo los que se autonombran como Mayas, obtienen los más bajos resultados, en Lectura; también, la escolaridad y analfabetismo de padre y madre influye significativamente en el rendimiento de los y las estudiantes, en lectura; y además las y los estudiantes que no han repetido algún grado obtienen mejores resultados, en lectura y matemática, que quienes sí han repetido. Estos hallazgos se mencionan puesto que coinciden con los obtenidos en el presente estudio, los cuáles se describen a continuación:

De los modelos finales para Matemática y Lectura, se deriva la siguiente información:

Respecto a las características del estudiante:

- ✓ Los estudiantes de sexo masculino obtuvieron en promedio 0.13 unidades Logits más en Matemática y 0.095 más en Lectura que las del género femenino.
- ✓ Los estudiantes identificados como ladinos, obtuvieron en promedio mejor rendimiento que sus pares “no ladinos”: 0.093 Logits más en Matemática y 0.134 más en Lectura.
- ✓ Los estudiantes que identificaron al Español como su idioma materno obtuvieron en promedio 0.080 Logits más en Matemática y 0.148 Lógits más en Lectura que quienes expresaron tener un idioma materno distinto al Español.

Respecto a los factores escolares:

- ✓ Los estudiantes que indicaron haber asistido a la escuela preprimaria, obtuvieron mejor rendimiento en Matemática y Lectura que quienes no lo hicieron, la diferencia fue de 0.037 Logits y 0.044 Logits, respectivamente.
- ✓ En Lectura, los estudiantes que indicaron haber repetido algún grado en la escuela primaria, obtuvieron en promedio 0.190 unidades lógits menos que quienes indicaron no haber perdido algún grado; y en Matemática, los repitentes obtuvieron 0.082 Lógits menos.
- ✓ Por cada unidad que incrementa la variable *¿Cuántos libros leyó el último año?*, la habilidad del estudiante en Matemática se incrementa en 0.0001 Logits; y en Lectura disminuye en 0.004 Logits. Este hallazgo fue ampliamente analizado en la sección de discusión de resultados donde se consideraron la distribución sesgada de esta variable, la escala abierta para respuestas, la cantidad de valores pedidos y la ausencia de una correlación visible entre ambas variables, como las posibles.

Respecto a las características del establecimiento,

- ✓ El rendimiento promedio de los estudiantes de establecimientos ubicados en área urbana fue mayor en 0.077 Logits en Matemática y 0.096 Logits en Lectura, en relación a los estudiantes de establecimientos ubicados en área rural.
- ✓ Los estudiantes de establecimientos pertenecientes al Sector Privado, obtuvieron en promedio 0.00003 Logits menos en Matemática; y 0.102 Logits más en Lectura, que aquellos estudiantes de establecimientos Municipales.
- ✓ Los estudiantes de establecimientos del sector Oficial obtuvieron en promedio 0.007 Logits más en Matemática y 0.032 Logits más en Lectura comparado con los estudiantes de establecimientos Municipales.

Referente a plan de estudio en el cual se encuentra el estudiante evaluado:

- ✓ Los estudiantes que asisten al Plan Diario, obtuvieron en promedio 0.184 Logits más en Matemática y 0.052 Logits más en Lectura comparado con aquellos que asisten al plan fin de semana.
- ✓ Los evaluados que estudian en Plan Dominical, obtuvieron en promedio 0.007 Logits más en Matemática que aquellos que lo hacen en Plan fin de Semana, mientras que en Lectura obtuvieron en promedio 0.262 Logits menos
- ✓ Los estudiantes del Plan Sabatino obtuvieron en promedio 0.023 Logits más en Matemática y 0.019 Logits más en Lectura comparado con los estudiantes del Plan Fin de Semana.

Respecto a la Jornada de estudio de los evaluados:

- ✓ Los alumnos pertenecientes a la Jornada Matutina, obtuvieron en promedio 0.040 Logits más en Matemática y 0.124 Logits más en Lectura que sus pares pertenecientes la Jornada Intermedia.
- ✓ Los estudiantes de la Jornada Nocturna, obtuvieron en promedio 0.055 Logits menos que los pertenecientes a la Jornada Intermedia, y 0.001 Logits más en Lectura.
- ✓ Los estudiantes de la Jornada Doble, obtuvieron en promedio 0.009 Logits más en Matemática y 0.0001 Logits menos en Lectura en comparación con los de la Jornada Intermedia.

Respecto al índice Socioeconómico construido mediante el análisis factorial:

- ✓ Por cada unidad que incrementa este índice, la habilidad promedio del estudiante se incrementa en 0.50 Logits en Matemática y 0.080 en Lectura, si las demás variables permanecen constantes.

Finalmente, sacando ventaja de la adecuada interpretación de los coeficientes estandarizados  $\beta$  (Beta), algunas comparaciones adicionales importantes, son:

- ✓ La repitencia de grado es el factor analizado que impacta más negativamente para ambas asignaturas evaluadas.
- ✓ Si se compara entre el plan del establecimiento, indudablemente los estudiantes que pertenecen al plan diario, obtienen mejor rendimiento que sus pares de plan sabatino y plan dominical; en ambas asignaturas evaluadas.
- ✓ Los estudiantes pertenecientes a la Jornada Matutina, obtienen mejor rendimiento que aquellos que perteneces a las jornada Nocturna y Jornada Doble, en ambas asignaturas evaluadas.

## VIII. RECOMENDACIONES

En función de los objetivos planteados y los resultados hallados en el presente estudio:

- Se recomienda al Ministerio de Educación, invertir e invertir con calidad en materia educativa especialmente en los sectores menos favorecidos del País, pues la brecha entre ladinos – no ladinos, instituciones en sectores urbano-rural, establecimientos privados – el grupo comprendido por públicos, cooperativa y municipales; sigue siendo estadísticamente significativa en cuanto a su rendimiento académico. Asimismo, se deben diseñar estrategias para nivelar el rendimiento de los estudiantes repitentes; y también de los establecimientos que funcionan en jornadas nocturnas, y planes de fin de semana, puesto que son quienes tienen menor rendimiento, en comparación de los establecimientos de jornada matutina
- Se recomienda asimismo al MINEDUC, no cesar en su esfuerzo por mejorar la calidad educativa del País, puesto que el porcentaje de estudiantes en los criterios de logro Satisfactorio y Excelente sólo es del 20.87% y 0.54% en Matemática y 18.29% y 8.93% en Lectura respectivamente.
- Para seguir la tendencia internacional, se recomienda al Ministerio de Educación considerar además las evaluaciones en Ciencias, que puede aportar información valiosa acerca del avance de los programas de estudios en el país.
- Puesto que el nivel de educativo de los padres es determinante para el rendimiento estudiantil del niño, se recomienda al Ministerio de Educación diseñar estrategias de programas educativos para adultos. Esto se podría realizar tejiendo algunos lazos de cooperación conjunta con las municipalidades y con los grupos organizados ya existentes en muchas localidades del interior del país.

En cuanto a la Metodología empleada en el presente trabajo:

- Se recomienda a las dependencias del MINEDUC y a otras instituciones nacionales e internacionales encargadas del proceso de diseño, elaboración y ejecución de las pruebas Nacionales, idear (diseñar) mecanismos que permitan determinar la consistencia interna del cuestionario de factores asociados, de tal forma que se utilice sólo cuando éste posea un Coeficiente de Confiabilidad (alfa de Cronbach) adecuado para derivar información fiable. Puesto que el instrumento central del presente informe es precisamente el cuestionario de factores asociados, y mucha información o toma de decisiones en política educativa se realiza en función de éste, se debe tener cuidado en considerar también todos los aspectos técnicos mismos que ya se realizan con las pruebas nacionales: diseño, pilotaje, etc. Si actualmente se tiene por ejemplo, estudiantes de tercero básico que reportan haber leído 100 libros al año, resulta aceptable cuestionar esta aseveración e indagar sobre la metodología se emplea actualmente para comprobar si esa u otra información es cierta.
- Si es común que los estudios de factores asociados reportan generalmente valores de explicación de Varianza (Coeficiente de determinación,  $R^2$ ) menores al 15%, resulta válido cuestionarse desde el punto netamente estadístico, si conviene seguir éstas líneas investigativas, en función de su poco poder explicativo. Además, si mediante éstos estudios no se posee la capacidad de explicar lo que sucede con el restante 85% (aproximadamente) en la varianza del “rendimiento del alumno”, ¿serán los estudios de factores asociados, fundamento sólido para la toma de decisiones y por consiguiente la creación de políticas educativas? Se recomienda por tanto, a las instancias respectivas del MINEDUC analizar la evidencia internacional respecto a las nuevas investigaciones en materia educativa, para dar respuesta a la anterior interrogante.
- Se recomienda a las instancias respectivas del MINEDUC, invertir en su capital humano y por tanto capacitar a su personal para emplear otros tipos de análisis estadísticos como los Modelos Lineales Jerárquicos HLM, que

son más utilizados en este tipo de estudios a nivel internacional, a tal punto que algunos autores señalan debilidades en el modelo de Regresión Lineal Múltiple, debido a que, *las funciones de producción educativa uniecuacional no toman en cuenta el carácter esencialmente jerárquico de las relaciones que se pretenden estudiar y por esto han recibido fuertes críticas en los últimos años (Rowe, Hill y Holmes-Smith, 1995, Wenglinsky, 1998, Brik y Raudenbush, 1992, Monette et.al., 2001)*. No obstante, estos señalamientos, es innegable el aporte del modelo y las conclusiones finales a las que se llegaron en este estudio concuerdan con la evidencia internacional.

- En este estudio, la interpretación del rendimiento estudiantil se hizo en Teoría de Respuesta al Ítem, por lo que se recomienda se recomienda al MINEDUC, capacitar a su todo su personal (profesionales, asesores, técnicos, consultores, docentes etc.) en el conocimiento, aplicación e interpretación de los modelos TRI y desarrollar paralelamente amplios programas publicitarios para informar y orientar al ciudadano, al padre (madre) de familia, directores es decir, a toda la comunidad educativa; las nociones fundamentales de éste modelo. Puesto que es oportuno considerar la reflexión que realiza Muñiz, J. en su libro “Análisis de los Ítems” respecto al inconveniente a nivel práctico de la interpretación de las puntuaciones Logits medida en la Escala Theta correspondiente a la Teoría de Respuesta al Ítem, en comparación con la Teoría Clásica, pues si bien cualquier usuario de los test entiende la puntuación clásica obtenida normalmente al sumar los ítems acertados, no es fácil de explicarle que su puntuación  $\Theta$  es, por ejemplo, negativa.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Elías, Silvina y M. del R. Fernández. *“capital humano y educación ¿la calidad importa?”,* marzo 2004
2. Ferran, Magdalena. SPSS para Windows. *Análisis Estadístico.* Editorial McGraw-Hill, 2005.
3. Ferrer, Guillermo.. *Sistema de evaluaciones de aprendizajes en A. Latina.* Balances y Desafíos. PREAL, 2006.
4. Field, Andy. *Discovering Statics Using SPSS.* Second Edition, 2005.
5. Hanusek, Eric. *Calidad de la educación y crecimiento económico. Documentos PREAL.* NO. 39, 2006.
6. Harwell, Michael Harwell. *Course Packet, Regression and the General Linear Model.* University of Minnesota. 2008.
7. Hernández, et.al.. *Factores asociados con el desempeño académico en el exani-I.* Zona metropolitana de la ciudad de México, 1996-2000. 2006
8. Howell, David. *Statistical Methods for Psychology.* Fourt Edition. 2002
9. Kerlinger, F, Howard, Lee. *Investigación del comportamiento.* Cuarta Edición Editorial McGraw-Hill, 2006.
10. Kohn, Alfie. *The case against standardize testing.* 2000
11. Martinez, Alexander y Pichardo y Malvi Sarmiento Tortolero. *Capital Humano y Crecimiento Económico en Venezuela (1950-2002).* 2004
12. Mendoza, Juan Leon. *Educación y pobreza en Perú,* 2005
13. Muñiz, F. José. *Introducción a la Teoría de la Respuesta a los Ítems.* Ediciones Pirámide, 1997.
14. Muñiz, José et.al. *Análisis de los ítems.* Editorial La Muralla S.A. España 2005.
15. Pardo, Carlos et.al.. *Manual de procesamiento de datos y análisis de ítems.,* Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe, 2005.

16. Phelps, Richard P. *Standardized Testing*. 2005
17. PISA 2006 *Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE*. Informe Español.
18. Popham, James W. *¿Por qué las pruebas estandarizadas no miden la calidad educativa?*. Grupo de análisis para el desarrollo, PREAL. 2006
19. Popham, James W. *The truth about testing*. 2005
20. Porta, Emilio *et.al.*. *Análisis de los factores asociados con el rendimiento académico en 3º. Y 6º. Grados de Primaria*. Managua Septiembre, 2004.
21. *Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE*. PISA, 2006. Informe Español.
22. Ravela, Pedro, *et.al.*. *Las evaluaciones educativas que América Latina necesita*. Artículo No. 40 PREAL. 2008
23. Sireci, Stephen G. *The Most Frequently Unasked Questions About Testing*, 2004
24. Swaminathan, Hambleton. *Ithems Response Theory*. 2002
25. Tristan, A. *Rasch para Todos*. Editorial Ceneval, México 2001.
26. Universidad de Cádiz, España. *Guía para el análisis de datos con el SPSS*. 2003
27. Ureta, Francisco *et.al.*. *Evaluación del rendimiento en Lectura y Matemática de estudiantes de Tercero Básico a nivel Nacional 2005*. Informe de Difusión General. 2006.
28. Ministerio de Educación de Guatemala, *Página electrónica*, 2008. <http://www.mineduc.gob.gt>
29. Zully, Alfonso. *La enseñanza efectiva y el docente de Matemática*. Instituto Universitario de Tecnología Venezuela, 2005.

## **X. APÉNDICES**

## 10.1 APÉNDICE 1

A continuación se presentan el cálculo, resultados e interpretación de las consideraciones necesarias para el Análisis Factorial: Comunalidades, la prueba KMO y esfericidad de Barlett, la Matriz de Componentes Principales y su Rotación.

**10.1.1 Comunalidades:** la comunalidad de una variable es la proporción de su varianza que puede ser explicada por el modelo factorial obtenido. Para hallarla, se utilizó el método de extracción denominado *componentes principales*, el cual actúa automáticamente en el software empleado, y asume que es posible explicar el 100% de la varianza observada y, por ello, todas las comunalidades iniciales son iguales a la unidad, según la tabla 10.

Tabla 10. Proporción de la varianza explicada por el modelo factorial

	Inicial	Extracción
¿Grado más alto que aprobó su papá?	1.000	.501
¿Grado más alto que aprobó su mamá?	1.000	.534
¿De qué material es el piso de la casa?	1.000	.585
¿De qué material son las paredes de la casa?	1.000	.578
¿De qué material es el techo de la casa?	1.000	.520
¿Fuente de abastecimiento de agua potable?	1.000	.307
¿Hay un ambiente separado para la cocina?	1.000	.307
¿Qué combustible utiliza para cocinar?	1.000	.620
¿Cuenta con electricidad?	1.000	.667
¿Cuenta con línea telefónica fija (cableado)?	1.000	.335
¿Tiene su familia uno o más teléfonos celulares	1.000	.501
¿Tipo de sanitario de la casa?	1.000	.470
¿En su hogar se cuenta con automóvil?	1.000	.224
Televisor	1.000	.633
Refrigerador	1.000	.563
Sistema de sonido	1.000	.437
VHS	1.000	.435
DVD	1.000	.428
Lavadora de ropa	1.000	.614
Secadora de ropa	1.000	.442
Horno de microondas	1.000	.559
Otros electrodomésticos	1.000	.201

La tabla anterior contiene las *comunalidades* asignadas inicialmente a las variables (*inicial*) y las comunalidades reproducidas por la solución factorial (*extracción*). Analizando las comunalidades de la extracción, se puede valorar cuáles de las variables son peor explicadas por el modelo.

En este análisis, la variable, “*otros electrodomésticos*” es la peor explicada: el modelo sólo es capaz de reproducir el 20.1% de su variabilidad original, por lo que en función únicamente ésta tabla obtenida, se podría indicar que la variable con menor explicación de la varianza: “*otros electrodomésticos*”, podría quedar fuera del análisis, sin embargo, para ello es necesario considerar otros aspectos fundamentales del análisis factorial, los cuales se analizan enseguida.

**10.1.2 KMO y prueba de esfericidad de Barlett:** el estadístico KMO varía entre 0 y 1. Los valores pequeños indican que el análisis factorial puede no ser una buena idea, dado que las correlaciones entre los pares de variables no pueden ser explicadas por otras variables. Los menores que 0.5 indican que no debe utilizarse el análisis factorial con los datos que se están analizando. Si el *nivel crítico* (*Sig.*) es mayor que 0.05, no se puede rechazar la hipótesis nula de esfericidad y, consecuentemente, no se puede asegurar que el modelo factorial sea adecuado para explicar los datos (Kerlinger, 2006) Ambas pruebas, la KMO y la de Esfericidad de Barlett, se utilizan para confirmar si el análisis factorial resulta adecuado para éste estudio. La tabla correspondiente es la siguiente:

Tabla 11. Adecuación muestral KMO Prueba de Bartlett.

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		.928
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	910996.8
	gl	231
	Sig.	.000

El valor de la adecuación de la muestra de KMO (Kaiser-Meyer-Olkin), es de 0.928, lo que implica que los datos introducidos se adecuan excelentemente para un análisis factorial. Además, se observa que el nivel crítico es *Sig.* = 0.000, por lo que el modelo factorial resulta adecuado para explicar los datos. Ambas pruebas, la KMO y la de Esfericidad de Barlett, confirman que el análisis factorial resulta adecuado para derivar información útil.

**10.1.3 Componentes principales.** Para encontrar los componentes o factores, se utilizó el método de Componentes Principales. En este método, el primer factor extrae la mayor cantidad de varianza, el segundo la siguiente mayor cantidad de varianza, y así sucesivamente. El primer factor consiste en pesos o coeficientes que maximizarán las correlaciones cuadradas entre las variables y el factor. Cada factor subsecuente extraído tendrá cada vez menos varianza que el anterior a él. La extracción de factores cesa cuando la varianza se torna insignificante, o cuando el proceso de extracción alcanza el número de factores establecido por el investigador.

Mediante la aplicación del método de componentes principales, los factores extraídos no son fácilmente interpretables y requiere habilidad del analista para visualizar patrón o tendencia alguna. Por lo que se emplea frecuentemente una “rotación” de estos factores para superar esta dificultad.

Con el respectivo procesamiento en SPSS, se obtiene la siguiente tabla. En ésta, se pueden comparar las saturaciones relativas de cada variable en cada uno de los tres factores. Es visible por tanto, cierta tendencia indicando que el primer factor está constituido por las primeras 18 variables de tabla siguiente. El segundo factor por las siguiente 3 variables y el tercer factor por las últimas dos variables.

Tabla 12. Matriz de componentes

## Matriz de componentes

	Componente		
	1	2	3
¿Qué combustible utiliza para cocinar?	.765	.163	-.093
Refrigerador	.707	-.136	-.211
¿Si su respuesta es sí a la pregunta anterior, marque el grado más alto que aprobó su mamá?	.681	-.200	.174
Horno de microondas	.674	-.312	.081
¿Si su respuesta es sí a la pregunta anterior, marque el grado más alto que aprobó su papá?	.670	-.158	.163
Televisor	.643	.347	-.316
Sistema de sonido	.635	-.004	-.184
¿Cuenta con electricidad?	.630	.458	-.246
DVD	.625	-.176	-.081
Lavadora de ropa	.614	-.380	.304
¿Tiene su familia uno o más teléfonos celulares?	.601	.298	-.225
¿Tipo de sanitario de la casa?	.585	.348	-.088
¿Cuenta con línea telefónica fija (cableado)?	.551	-.176	.036
VHS	.540	-.311	.218
¿Hay un ambiente separado para la cocina?	.445	.328	-.042
Otros electrodomésticos	.437	-.081	.058
¿En su hogar se cuenta con automóvil?	.420	-.184	.117
¿De qué material es el techo de la casa?	.307	.643	.110
De qué material son las paredes de la casa?	-.057	.559	.512
¿Fuente de abastecimiento de agua potable?	.004	.507	.224
¿De qué material es el piso de la casa?	.157	.448	.600
Secadora de ropa	.409	-.317	.418

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

a. 3 componentes extraídos

Sin embargo, en la anterior tabla, los factores extraídos no son fácilmente interpretables y requiere habilidad del analista para visualizar patrón o tendencia alguna. Por lo que se hace necesario realizar una “rotación” de éstos factores para superar esta dificultad.

**10.1.4 Rotación.** Una matriz de factores principales y sus cargas explican la varianza del factor común de las puntuaciones de la prueba; pero en general no proporcionan estructuras con un significado científico.

Son las configuraciones de las pruebas o variables en el espacio factorial las que tienen una importancia fundamental. El proceso de rotación busca lo que Thurstone (1947) denominó una *estructura simple*: variables que saturan, a ser posible, en un único factor, y factores que contengan un número reducido de variables que saturan inequívoca y exclusivamente en ellos. Realizando esta rotación en SPSS, se obtiene la siguiente matriz.

Tabla 13 Matriz de componentes rotados\*

	Componente		
	1	2	3
Lavadora de Ropa	<b>.780</b>	.066	-.019
Horno de Microondas	<b>.689</b>	.256	-.136
Grado más alto que aprobó su mamá	<b>.678</b>	.273	.009
VHS	<b>.652</b>	.096	-.037
Secadora de Ropa	<b>.650</b>	-.098	.102
Grado mas alto que aprobó su papá?	<b>.644</b>	.293	.030
DVD	<b>.510</b>	.377	-.164
¿Cuenta con línea telefónica fija (cableado)?	<b>.508</b>	.266	-.080
¿En su hogar se cuenta con automóvil?	<b>.454</b>	.131	-.028
Otros electrodomésticos	<b>.386</b>	.227	-.002
¿Cuenta con electricidad?	.113	<b>.796</b>	.145
Televisor	.147	<b>.782</b>	.018
¿Tiene su familia uno o más teléfonos celulares	.183	<b>.681</b>	.051
¿Qué combustible utiliza para cocinar?	.432	<b>.656</b>	.061
¿Tipo de sanitario de la casa?	.207	<b>.627</b>	.185
Sistema de Sonido	.382	<b>.525</b>	-.123
Refrigerador	.491	<b>.519</b>	-.230
¿Hay un ambiente separado para la cocina?	.136	<b>.498</b>	.202
¿De que material son las paredes de la casa?	-.099	-.005	<b>.754</b>
¿De que material es el piso de la casa?	.154	.039	<b>.748</b>
¿De que material es el techo de la casa?	-.058	.492	<b>.524</b>
¿Fuente de abastecimiento de agua potable?	-.157	.155	<b>.508</b>

\*lo resaltado con color negro, fue realizado de manera intencional por parte del autor.

La tabla anterior, brinda una interpretación más simple de los factores. Es posible por tanto, identificar las 10 variables que correlacionan considerablemente con el factor 1, las 8 que lo hacen con el factor 2 y las 4 que

correlacionan fuertemente con el 3, las cuáles han sido resaltadas intencionalmente para facilitar su comprensión.

Por último, el porcentaje de la varianza que explica cada factor, se aprecia en el cuadro siguiente.

Tabla 14. Porcentaje de varianza explicada antes y después de la rotación

**Varianza total explicada**

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	6.585	29.931	29.931	6.585	29.931	29.931	4.441	20.189	20.189
2	2.482	11.282	41.213	2.482	11.282	41.213	4.123	18.741	38.930
3	1.394	6.337	47.550	1.394	6.337	47.550	1.896	8.620	47.550
4	.948	4.307	51.857						
5	.901	4.094	55.951						
6	.803	3.649	59.600						
7	.794	3.608	63.208						
8	.765	3.475	66.683						
9	.731	3.325	70.008						
10	.701	3.186	73.194						
11	.626	2.845	76.039						
12	.617	2.804	78.843						
13	.599	2.722	81.565						
14	.566	2.573	84.138						
15	.544	2.474	86.612						
16	.535	2.434	89.046						
17	.511	2.325	91.371						
18	.449	2.041	93.412						
19	.418	1.900	95.312						
20	.394	1.789	97.101						
21	.337	1.532	98.633						
22	.301	1.367	100.000						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Esta tabla indica que el factor 1 explica el 20.19% de la varianza total de todas las variables (la varianza total de la matriz de correlaciones), el segundo factor el 18.7%, y el tercer factor el 8,6%. Se emplea esta columna, debido a que se está trabajando con la matriz de componentes rotados.

## 10.2 APÉNDICE 2

### 10.2.1 Resultados para Matemática en Regresión Múltiple.

Procesando adecuadamente los datos mediante el software SPSS Versión 15, se tienen las siguientes tablas estadísticas.

Tabla 15 ANOVA para Matemática

	Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1886.795	19	99.305	313.183	.000
	Residual	25167.220	79371	.317		
	Total	27054.016	79390			

El estadístico F de la tabla 15, contrasta la hipótesis nula ( $H_0$ ), y el valor del nivel crítico  $Sig. = 0$  indica que sí existe relación lineal significativa entre la variable dependiente y el conjunto de variables independientes tomadas juntas.

Tabla 16. Resumen del modelo para Matemática

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	.264	.070	.070	.56310

a.

La tabla 16 indica que tomadas juntas las 20 variables independientes incluidas en el análisis explican un 7% de la varianza de la variable dependiente (rendimiento en Matemática), pues  $R^2 \text{ corregida} = 0.070$ .

Tabla 17. Coeficientes de Regresión Parcial (preliminar) para Matemática

Modelo	Coeficientes									
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Correlaciones			Estadísticos de colinealidad	
	B	Error típ.	Beta			Orden cero	Parcial	Semiparcial	Tolerancia	FIV
(Constante)	-.888	.099		-8.988	.000					
Sexo del estudiante	.130	.004	.111	32.266	.000	.095	.114	.110	.988	1.012
Etnia (dummy)	.093	.005	.078	20.439	.000	.124	.072	.070	.815	1.227
Idioma materno	.078	.006	.048	12.851	.000	.099	.046	.044	.825	1.212
¿Asistió a preprimaria?	.036	.005	.026	7.350	.000	.052	.026	.025	.948	1.055
¿Repitió algún grado en la escuela primaria?	-.083	.004	-.066	-18.930	.000	-.102	-.067	-.065	.958	1.044
¿Cuántos libros leyó el último año?	.000	.000	.002	.684	.494	-.007	.002	.002	.991	1.009
Área de ubicación del establecimiento	.075	.005	.055	14.225	.000	.084	.050	.049	.777	1.287
Establecimiento del sector privado (dummy)	.224	.021	.192	10.519	.000	.039	.037	.036	.035	28.432
Establecimiento del sector oficial (dummy)	.231	.021	.173	10.807	.000	.015	.038	.037	.046	21.802
Establecimiento del sector cooperativa (dummy)	.233	.021	.175	10.937	.000	-.049	.039	.037	.046	21.926
Plan diario (dummy)	.275	.093	.126	2.969	.003	.098	.011	.010	.007	153.585
Plan fin de semana (dummy)	.101	.093	.043	1.081	.280	-.090	.004	.004	.007	136.651
Plan dominical (dummy)	.099	.104	.007	.952	.341	-.020	.003	.003	.203	4.930
Plan sabatino (dummy)	.134	.096	.020	1.400	.161	-.030	.005	.005	.056	17.990
Jornada matutina (dummy)	.182	.027	.153	6.800	.000	.116	.024	.023	.023	43.151
Jornada vespertina	.141	.027	.121	5.319	.000	-.061	.019	.018	.023	44.004
Jornada nocturna (dummy)	.083	.029	.024	2.886	.004	-.024	.010	.010	.169	5.907
Jornada doble (dummy)	.143	.028	.064	5.174	.000	-.075	.018	.018	.076	13.239
Índice Socioeconómico	.050	.002	.108	28.688	.000	.167	.101	.098	.827	1.209

a. Variable dependiente: HABILIDAD EN MATEMÁTICA MEDIDA EN ESCALA THETA

Con base en los datos de la tabla I se puede formar la ecuación en puntuaciones directas. Dicha ecuación preliminar (porque se deben verificar los supuestos del modelo, específicamente lo relacionado a colinealidad) queda de la siguiente forma:

$$Y = - 0.888 + 0.130 \text{ sexo} + 0.093 \text{ Etnia} + 0.078 \text{ IdiomaM} + 0.036 \text{ prepr} \\ - 0.083 \text{ repitió} + 0.0001 \text{ libros} + 0.075 \text{ área} + 0.224 \text{ privado} + 0.231 \text{ oficial} \\ + 0.233 \text{ coop} + 0.275 \text{ diario} + 0.101 \text{ finsem} + 0.099 \text{ domin} + 0.134 \text{ sabat} \\ + 0.182 \text{ matu} + 0.141 \text{ vesper} + 0.083 \text{ nocturna} + 0.143 \text{ doble} + 0.050 \text{ índice}$$

Donde

Y: pronóstico en rendimiento (en unidades de de escala theta)

*sexo*: sexo del estudiante

*etnia*: etnia del estudiante

*idiomaM*: idioma materno del estudiante

*libros*: cuántos libros leyó el último año

*area*: área de ubicación del establecimiento

*privado*: establecimiento del sector privado, variable *Dummy*<sup>4</sup>

*oficial*: establecimiento del sector oficial

*coop*: establecimiento del sector cooperativa

*diario*: estudiantes del plan diario

*finsem*: estudiantes del plan de fin de semana

*domin*: estudiantes del plan dominical

*sabat*: estudiantes del plan sabatino

*matu*: estudian en jornada matutina

*vesper*: estudian e jornada vespertina

*nocturna*: estudian en jornada nocturna

*doble*: estudian en jornada doble

*índice*: índice socioeconómico (construido mediante análisis factorial)

---

<sup>4</sup> Variable Dummy (ficticia) es una variable numérica utilizada en el análisis de regresión para representar a los subgrupos de la muestra en un estudio. En los diseños de investigación, una variable dummy, se utiliza a menudo para distinguir diferentes grupos de tratamiento. En el caso más simple, se utiliza una codificación 0,1; por lo que se le asigna un valor de 0 a la persona (o el asunto de interés) si se encuentran en el grupo de control ó 1 si están en el grupo tratado. Las variables Dummy son útiles porque nos permiten utilizar una única ecuación de regresión para representar a varios grupos. Esto significa que no tenemos necesidad de escribir por separado los modelos de ecuación para cada subgrupo. Estas variables Dummy actúan como "interruptores" que activan y desactivan varios parámetros en una ecuación. Otra de las ventajas de una codificación 0,1 es que a pesar de que las variables sean de un nivel nominal, se pueden tratar estadísticamente como una variable de nivel de intervalo. (Fuente: Research Methods, Knowledge Base)

**10.2.2 Resultados para Lectura en Regresión Múltiple.** Los resultados para Lectura se sintetizan en las tablas siguientes:

Tabla 18. ANOVA para Lectura

	Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	4962.654	19	261.192	910.699	.000
	Residual	21666.040	75543	.287		
	Total	26628.694	75562			

El valor del nivel crítico  $Sig. = 0$ , que indica que sí existe relación lineal significativa entre la variable dependiente y el set de variables predictoras.

Tabla 19. Resumen del modelo para Lectura

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. De la estimación
1	.432	.186	.186	.53554

Tomadas juntas las 20 variables independientes incluidas en el análisis explican un 18.6% de la varianza de la variable dependiente (rendimiento en Lectura), pues  $R^2$  corregida = 0.186. Es interesante notar el aumento en el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), en relación al respectivo coeficiente hallado para Matemática (7%).

Tabla 20. Coeficientes de Regresión Parcial (preliminar) para Lectura

Modelo	Coeficientes <sup>a</sup>									
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Correlaciones			Estadísticos de colinealidad	
	B	Error típ.	Beta			Orden cero	Parcial	Semparcial	Tolerancia	FIV
(Constante)	-.426	.100		-4.239	.000					
Sexo del estudiante	.095	.004	.080	24.272	.000	.044	.088	.080	.988	1.012
Etnia (dummy)	.134	.004	.109	30.061	.000	.211	.109	.099	.814	1.228
Idioma materno	.148	.006	.090	24.902	.000	.186	.090	.082	.825	1.213
¿Asistió a preprimaria?	.043	.005	.030	9.027	.000	.080	.033	.030	.949	1.054
¿Repitió algún grado en la escuela primaria?	-.190	.004	-.150	-44.666	.000	-.213	-.160	-.147	.958	1.044
¿Cuántos libros leyó el último año?	-.004	.000	-.059	-17.765	.000	-.079	-.065	-.058	.991	1.009
Área de ubicación del establecimiento	.095	.005	.069	18.532	.000	.181	.067	.061	.778	1.286
Establecimiento del sector privado (dummy)	.208	.021	.175	10.011	.000	.179	.036	.033	.035	28.329
Establecimiento del sector oficial (dummy)	.137	.021	.101	6.600	.000	-.013	.024	.022	.046	21.700
Establecimiento del sector cooperativa (dummy)	.110	.021	.081	5.294	.000	-.180	.019	.017	.046	21.858
Plan diario (dummy)	-.081	.095	-.036	-.853	.394	.042	-.003	-.003	.006	166.864
Plan fin de semana (dummy)	-.133	.095	-.056	-1.396	.163	-.035	-.005	-.005	.007	148.684
Plan dominical (dummy)	-.396	.106	-.027	-3.725	.000	-.030	-.014	-.012	.203	4.918
Plan sabatino (dummy)	-.106	.097	-.016	-1.088	.277	-.017	-.004	-.004	.051	19.425
Jornada matutina (dummy)	.136	.026	.113	5.222	.000	.244	.019	.017	.023	43.103
Jornada vespertina	.011	.026	.009	.412	.681	-.197	.001	.001	.023	43.962
Jornada nocturna (dummy)	.011	.028	.003	.407	.684	-.037	.001	.001	.167	5.990
Jornada doble (dummy)	.011	.027	.005	.407	.684	-.052	.001	.001	.076	13.185
Índice Socioeconómico	.080	.002	.170	47.049	.000	.290	.169	.154	.825	1.212

a. Variable dependiente: HABILIDAD DE LECTURA MEDIDA EN ESCALA THETA

El modelo de Regresión Lineal Múltiple (preliminar) para el caso de lectura, es la siguiente:

$$Y = - 0.426 + 0.095 \textit{ sexo} + 0.134 \textit{ Etnia} + 0.148 \textit{ IdiomaM} + 0.043 \textit{ prepri} \\ - 0.190 \textit{ repitió} - 0.004 \textit{ libros} + 0.095 \textit{ área} + 0.208 \textit{ privado} + 0.137 \textit{ oficial} \\ + 0.110 \textit{ coop} - 0.081 \textit{ diario} - 0.133 \textit{ finsem} - 0.396 \textit{ domin} - 0.106 \textit{ sabat} \\ + 0.136 \textit{ matu} + 0.011 \textit{ vesper} + 0.011 \textit{ nocturna} + 0.011 \textit{ doble} + 0.080 \textit{ índice}$$

Es necesario que los modelos de Regresión Lineal Múltiple, hallados para Matemática y Lectura cumplan con ciertos supuestos, los cuáles se comprueban en la siguiente sección

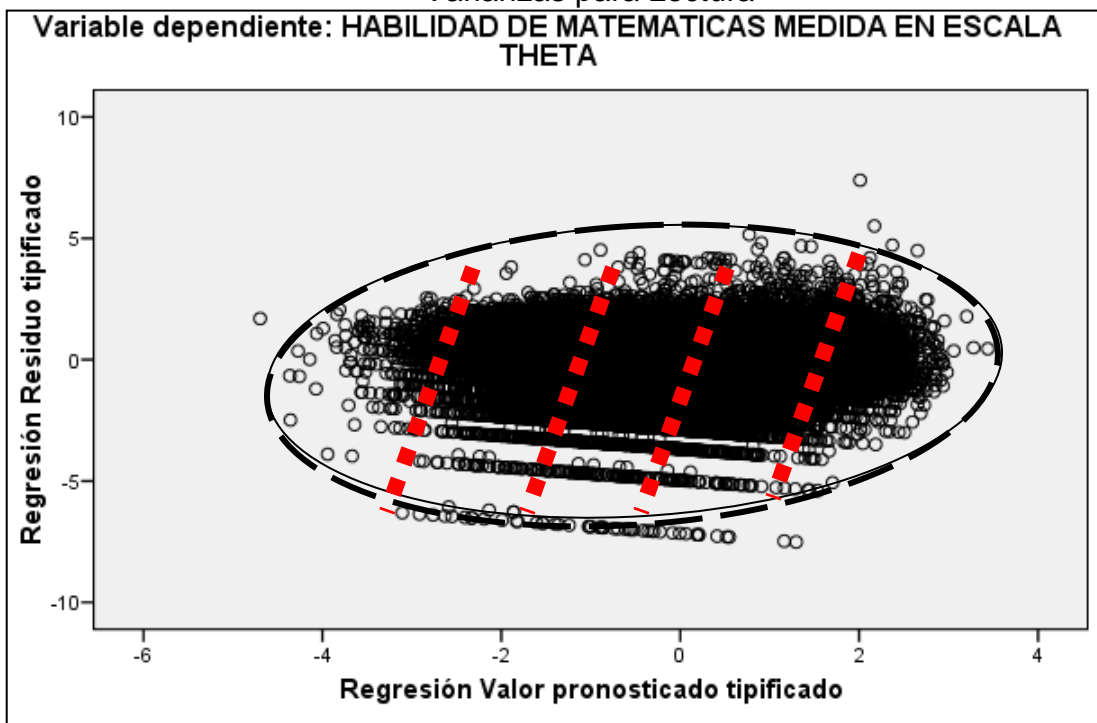
## APÉNDICE 3

### 10.3.1. Supuestos de Regresión Múltiple para Matemática

**10.3.1.1. Linealidad y homogeneidad de varianzas:** el supuesto de *Linealidad* se puede comprobar dibujando una elipse imaginaria sobre la nube de puntos de la gráfica de residuos, si la elipse dibujada abarca casi la totalidad de los datos, o, si es posible observar cierta tendencia en la nube de puntos, entonces se puede deducir que existe linealidad.

Respecto a la *Homogeneidad* de varianzas, para cada valor de la variable independiente (o combinación de las variables independientes), la varianza de los residuos es constante. Ambos supuestos se pueden comprobar con el empleo del siguiente gráfico.

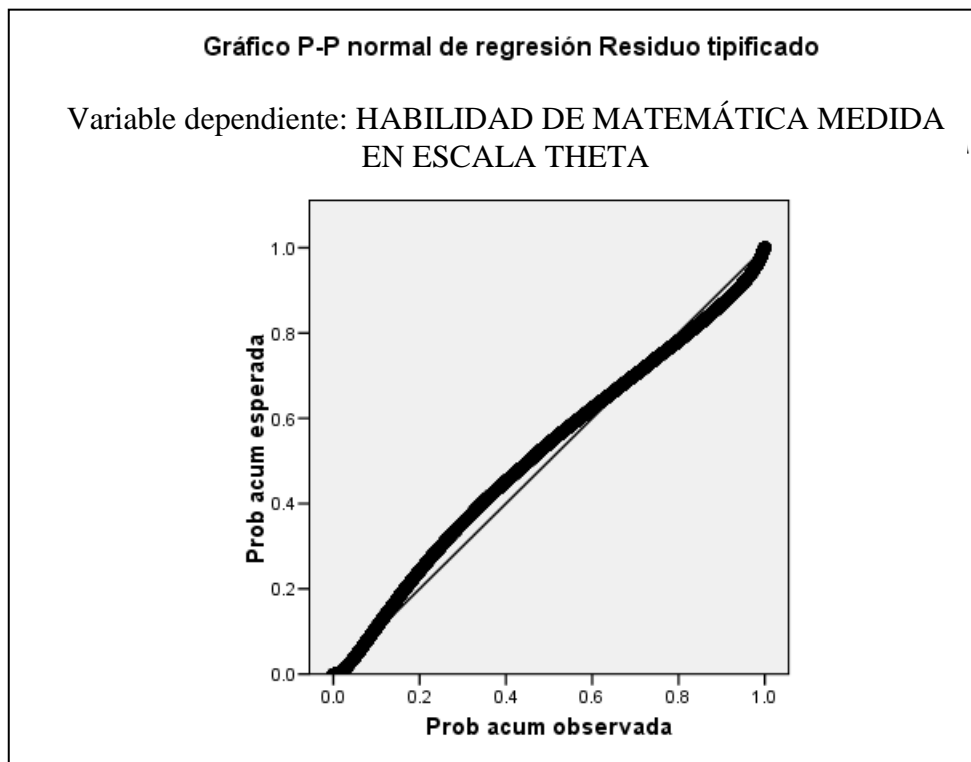
Figura 9. Comprobación del supuesto de Linealidad y Homogeneidad de Varianzas para Lectura



Con el empleo de una elipse imaginaria conteniendo la totalidad de datos se comprueba el supuesto de linealidad. Además el uso de 4 líneas (por ejemplo) también imaginarias, se ve que la varianza permanece constante.

**10.3.1.2. Normalidad:** el gráfico de probabilidad normal, permite obtener un diagrama de probabilidad normal. En el eje de las abscisas está representada la probabilidad acumulada que corresponde a cada residuo tipificado. El de ordenadas representa la probabilidad acumulada teórica que corresponde a cada puntuación típica en una curva normal con media 0 y desviación típica 1 (U de Cádiz, 2004). Visualmente, se dice que el modelo cumple con el supuesto de normalidad cuando la cantidad de variables analizadas forman una curva que se “alinea” sobre la diagonal del gráfico. Respecto a éste supuesto, el gráfico es el siguiente.

Figura 10. Gráfico de probabilidad normal de los residuos para Matemática



Este gráfico muestra que los puntos (debido a la gran cantidad de datos, más de 125 mil estudiantes evaluados, en vez de puntos se observa una línea gruesa) no se encuentran alineados sobre la diagonal del gráfico, lo cual nos informa del posible incumplimiento del supuesto de normalidad.

**10.3.1.3 No Outliers:** Este análisis se hizo en función de *la Distancia de Cook* y los valores de influencia (Leverage values)

**10.3.1.3.1. Distancia de Cook<sup>5</sup>:** si el valor de la Distancia de Cook, es mayor a 1, es un probable outliers, y motivo de preocupación. Si es menor que 1, no es necesario eliminarlo. Estos datos se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 21. Estadísticos de los residuos para Matemática

Estadísticos sobre los residuos <sup>a</sup>					
	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típ.	N
Valor pronosticado	-.6941	.5600	.0299	.15416	79391
Valor pronosticado tip.	-4.696	3.439	.000	1.000	79391
Error típico del valor pronosticado	.004	.093	.008	.004	79391
Valor pronosticado corregido	-.6971	.5599	.0299	.15416	79391
Residuo bruto	-4.23101	4.16297	.00000	.56303	79391
Residuo tip.	-7.514	7.393	.000	1.000	79391
Residuo estud.	-7.514	7.393	.000	1.000	79391
Residuo eliminado	-4.23141	4.16332	.00000	.56320	79391
Residuo eliminado estud.	-7.517	7.396	.000	1.000	79391
Dist. de Mahalanobis	3.985	2164.901	19.000	56.456	79391
Distancia de Cook	.000	.009	.000	.000	79391
Valor de influencia centrado	.000	.027	.000	.001	79391

a. Variable dependiente: HABILIDAD DE MATEMATICAS MEDIDA EN ESCALA THETA

En esta tabla se ve que el valor máximo correspondiente a la distancia de Cook es 0.09, por lo no existe problemas de potenciales outliers.

**10.3.1.3.2. Valores de influencia:** Michael Harwell (2006)

indica que los valores mayores hallados al aplicar la fórmula

<sup>5</sup> La distancia de Cook, mide el cambio que se produce en las estimaciones de los coeficientes de regresión al ir eliminando cada caso de la ecuación de regresión. Una distancia de Cook grande indica que ese caso tiene un peso considerable en la estimación de los coeficientes de regresión. ( Guía para el análisis de datos con el SPSS. Universidad de Cádiz, España)

$3(p+1)/N$ , donde  $p$  es el número de predictores, y  $N$ , el tamaño de la muestra, son posibles outliers. Entonces, aplicando la fórmula para el caso que nos ocupa se tiene:

$$3(19+1)/79391 = 0.00076$$

Por lo que valores mayores a éste, implican potenciales outliers. Otros autores (U. de Cádiz) indican que por regla general para orientar las decisiones, los valores menores que 0.2 se consideran poco problemáticos; los valores comprendidos entre 0.2 y 0.5 se consideran arriesgados; y los valores mayores que 0.5 deberían evitarse.

Nuevamente, aplicando la fórmula:  $3(p+1)/N$ , se tiene que:

$$3(19+1)/79391 = 0.00076$$

Al observar la columna respectiva en SPSS y cuantificarla, los datos mayores a este valor son 1307, sin embargo representan únicamente el 1.64% del total de los datos, por lo que su influencia es despreciable en el modelo. Asimismo, en la tabla M, se observa que el máximo valor de influencia centrado es 0.027; siendo éste inferior a 0.2 por lo que no existen problemas de potenciales outliers.

**10.3.1.4. No Colinealidad:** para realizar el diagnóstico de colinealidad, se empleó la matriz de coeficientes, agregando en ésta lo referente a correlaciones y los estadísticos de colinealidad. Según se indicó oportunamente, existe colinealidad parcial o, simplemente colinealidad, cuando entre las variables independientes de una ecuación existen correlaciones altas. La colinealidad es un problema porque, en el caso de colinealidad perfecta, no es posible estimar los coeficientes de la ecuación de regresión; y en el caso de colinealidad parcial, aumenta el tamaño de los residuos tipificados y esto produce coeficientes de regresión muy inestables;

pequeños cambios en los datos (añadir o quitar por ejemplo) produce cambios muy grandes en los coeficientes de regresión. (U. de Cádiz).

En términos técnicos la colinealidad se detecta en función de los *factores de inflación de la varianza*, FIV que son los inversos de la tolerancia<sup>6</sup>. Cuanto mayor es el FIV de una variable, mayor es la varianza del correspondiente coeficiente de regresión.

En la matriz de coeficientes, se detecta situaciones de colinealidad entre variables con base a los valores correspondientes a FIV y/o la Tolerancia (tolerancia es el inverso del FIV). Algunos autores (Field, 2007) proporcionan los valores siguientes:

En función del FIV, existen problemas de colinealidad cuando:

- ✓ Si el FIV es más grande es mayor que 10, hay causa de preocupación
- ✓ Si el VIF promedio es mucho mayor que 1, la regresión puede estar prejuiciada

Lo que implica que, en función del valor de la Tolerancia, hay colinealidad:

- ✓ Cuando la tolerancia es menor que 0.1 indican un problema serio
- ✓ Valores de Tolerancia Menores que 0.2 indican problemas potenciales

Observando la Tabla 17, “Coeficientes de Regresión Parcial (preliminar) para Matemática”, se observa que existe colinealidad (FIV >10) entre las variables:

- ✓ Características del establecimiento: establecimiento del Sector privado (FIV = 28.4), establecimiento del Sector Oficial (FIV = 21.8), y establecimiento del Sector por Cooperativa (FIV = 21.9).

---

<sup>6</sup> el nivel de tolerancia de una variable se obtiene restando a 1 el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) que resulta al regresar esa variable sobre el de variables independientes. Valores de tolerancia muy pequeños indican que esa variable puede ser explicada por una combinación lineal del resto de variables, lo cual significa que existe colinealidad.<sup>46</sup>

- ✓ Plan del establecimiento: Plan Diario (FIV = 153.5), y Plan Fin de Semana (FIV = 136.6), plan sábado (FIV = 17.9)
- ✓ Jornada estudiantil: Jornada matutina, (FIV = 43), Vespertina (FIV=44 ) y Jornada Doble (FIV = 13).

#### **10.3.1.5. Tratamiento para eliminar problemas de colinealidad:**

debido a que la colinealidad se refiere a que dos o más variables miden el mismo constructo, un procedimiento aceptado es eliminar la variable (del conjunto de variables similares) que correlaciona parcialmente en menor grado con la variable dependiente (Y) (Harwell, 2008). Para esto se emplean los coeficientes de correlación de *Orden Cero*, <<que son los coeficientes de correlación calculados sin tener en cuenta la presencia de terceras variables>> (U. de Cádiz) para hallar el de menor correlación.

Entonces, con base a la matriz de coeficientes (Tabla 17) y para evitar problemas de colinealidad en el modelo final, se eliminaron las siguientes variables:

- ✓ Características del establecimiento: establecimiento del Sector Oficial (Correlación de orden cero = 0.015), aunque en este caso, se eliminaron los establecimientos pertenecientes al sector cooperativa, debido a las razones expuestas en la Metodología de este informe.
- ✓ Plan del establecimiento: plan fin de semana, debido a que su correlación (-0.90) es menor comparada con la del plan diario (0.98), asimismo las variables sábado y domingo (que podrían entenderse, conforman un fin de semana) son más específicas.
- ✓ Jornada estudiantil: Jornada Vespertina (Correlación de orden cero = - 0.061).

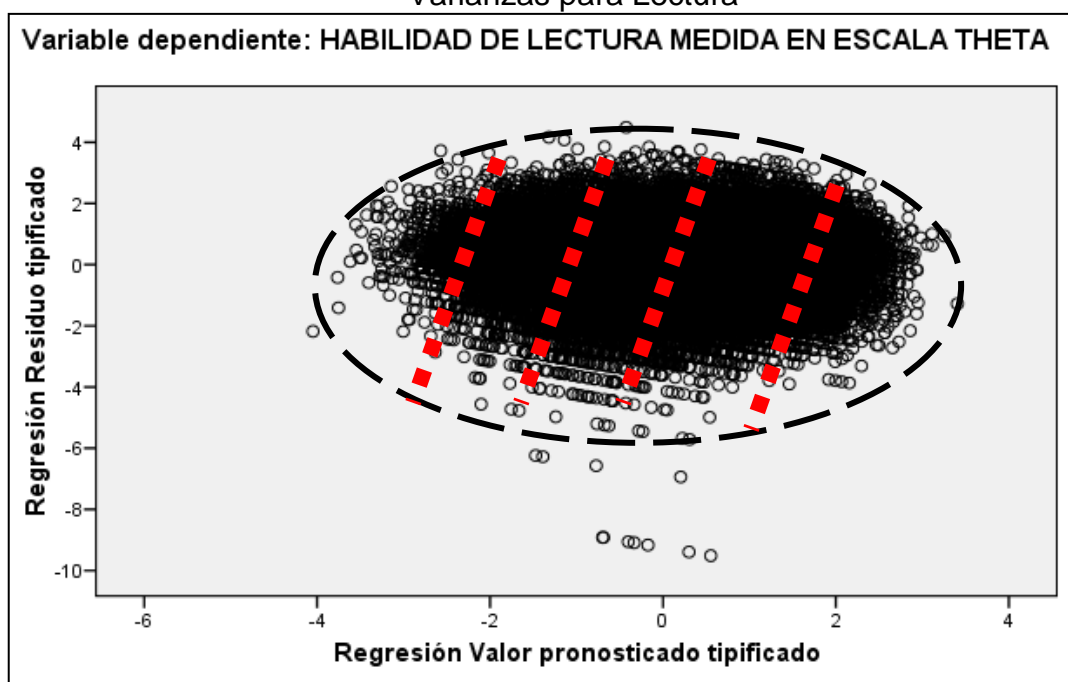
Sin embargo, aún y cuando en las variables agrupadas como características del establecimiento, los pertenecientes al Sector Oficial poseen

un valor menor de correlación de orden cero (0.015) que sus pares, sector Privado (0.039) y por Cooperativa (-0.049); fueron los establecimientos de éste último sector (Cooperativa), los que se eliminaron del análisis. Aunque esto no es estadísticamente correcto, se hace debido a que uno de los objetivos de este trabajo es proporcionar información útil al Ministerio de Educación de Guatemala, por lo que resulta esencial incluir los establecimientos del Sector Oficial, pese a ir en detrimento de los del Sector por Cooperativa.

### 10.3.2. Supuestos de Regresión Múltiple Lectura

#### 10.3.2.1. Linealidad y homogeneidad de varianzas

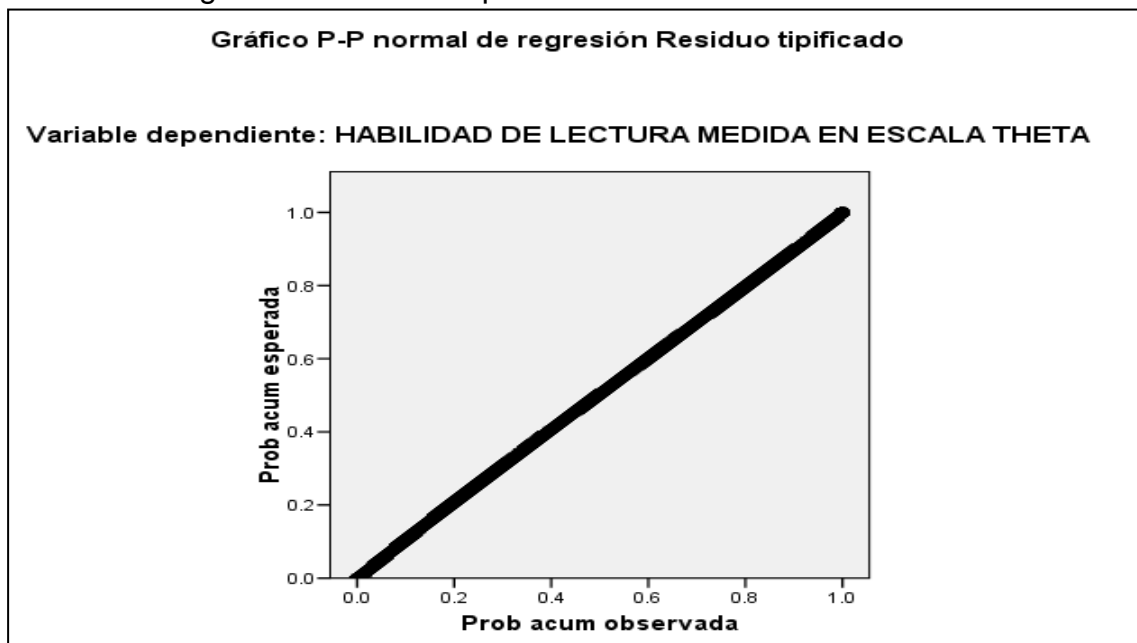
Figura 11. Comprobación del supuesto de Linealidad y Homogeneidad de Varianzas para Lectura



Gráficamente, es posible verificar ambos supuestos.

### 10.3.2.2. Normalidad

Figura 12. Gráfico de probabilidad normal de los residuos.



Los puntos se encuentran perfectamente alineados sobre la diagonal del gráfico, lo que implica el cumplimiento del supuesto de normalidad.

### 10.3.2.3. No Outliers

**10.3.2.3.1. Distancia de Cook:** La tabla siguiente indica que el valor máximo de la distancia de Cook es de 0.007( $<1$ ); por lo que no existen problemas de potenciales outliers.

Tabla 22. Estadísticos de los residuos para Lectura

Estadísticos sobre los residuos <sup>a</sup>					
	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típ.	N
Valor pronosticado	-1.0063	.9021	.0301	.25605	75563
Valor pronosticado tip.	-4.048	3.406	.000	1.000	75563
Error típico del valor pronosticado	.004	.050	.007	.003	75563
Valor pronosticado corregido	-1.0053	.9024	.0301	.25606	75563
Residuo bruto	-5.09544	2.40258	.00000	.53558	75563
Residuo tip.	-9.513	4.485	.000	1.000	75563
Residuo estud.	-9.513	4.486	.000	1.000	75563
Residuo eliminado	-5.09601	2.40304	.00000	.53571	75563
Residuo eliminado estud.	-9.519	4.486	.000	1.000	75563
Dist. de Mahalanobis	3.968	660.316	16.000	29.137	75563
Distancia de Cook	.000	.007	.000	.000	75563
Valor de influencia centrado	.000	.009	.000	.000	75563

a. Variable dependiente: HABILIDAD DE LECTURA MEDIDA EN ESCALA THET

**10.3.2.3.2. Valores de influencia.** Empleando la fórmula  $3(p+1)/N$ , se obtiene el mismo valor, ya que las variables predictoras y el tamaño N, son los mismos; por lo que:

$$3(19+1)/79391 = 0.00076$$

En la columna respectiva de Leverage values, en el SPSS (Data Variable) existe un solo valor mayor a éste ( $0.00086 > 0.00076$ ), por lo que no existen problemas significativos de potenciales outliers.

Empleando la técnica de Distancia de Cook, y los Valores de Influencia, se puede afirmar categóricamente, que el modelo de Regresión Lineal Múltiple para Lectura, cumple con el supuesto de No Outliers.

**10.3.2.4. No colinealidad.** Observando la Tabla 20, “*Coefficientes de Regresión Parcial (preliminar) para Lectura*” existen también problemas de Colinealidad ( $FIV > 10$ ) entre las variables:

- ✓ Características del Establecimiento: establecimiento del Sector privado ( $FIV = 28.33$ ), establecimiento del Sector Oficial ( $FIV = 21.7$ ), y establecimiento del Sector por Cooperativa ( $FIV = 21.8$ ).
- ✓ Plan del establecimiento: Plan Diario ( $FIV = 166.8$ ), y Plan Fin de Semana ( $FIV = 148.6$ ), plan sábado ( $FIV = 19.4$ )
- ✓ Jornada estudiantil: Jornada matutina, ( $FIV = 43$ ), Vespertina ( $FIV=44$ ) y Jornada Doble ( $FIV = 13$ ).

Finalmente, se tomaron las mismas acciones que las explicadas para Matemática, es decir se eliminan las siguientes variables, para evitar problemas de colinealidad en el modelo final:

- ✓ Características del establecimiento: establecimiento del Sector por Cooperativa
- ✓ Plan del establecimiento: plan fin de semana, y
- ✓ Jornada estudiantil: Jornada Vespertina