

## LOGRO ACADÉMICO EN MATEMÁTICAS USANDO ENLACE MEDIA SUPERIOR. UN MODELO PARA PREDICCIÓN DE RESULTADOS MEDIANTE FACTORES DE INFLUENCIA



Ramón Reyes Carreto<sup>1</sup>, Flaviano Godínez Jaimes<sup>1</sup>, Francisco Julián Ariza Hernández<sup>1</sup>, Francisco Sánchez Rosas<sup>2</sup>  
rcarreto1@yahoo.com.mx, fgodinezj@gmail.com, arizahfj@colpos.mx, emsua11@hotmail.com

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Guerrero, <sup>2</sup>Preparatoria 11, UAGro

Reporte de investigación

Media superior

### Resumen

Se analizan resultados del logro cognitivo en matemáticas durante 2008, relativos a la prueba Enlace Media Superior en Guerrero. Las variables independientes son las consideradas en el cuestionario de contexto aplicado de manera aleatoria a estudiantes que realizaron la mencionada prueba. Se usa correlación policórica para seleccionar las variables del modelo y regresión ordinal múltiple con función liga log log negativa para predecir resultados del logro académico. Los resultados evidencian un fuerte problema de aprendizaje de las matemáticas en Guerrero dado que fue el último lugar en México, con 61% de alumnos calificados como Insuficientes, 29% como Elemental y el 10% restante entre Bueno y Excelente. Se muestra que el modelo ordinal utilizado -mediante indicadores estadísticos- es adecuado para predecir resultados del logro.

**Palabras clave:** *Regresión múltiple, logro, matemáticas, ENLACE.*

### 1. INTRODUCCIÓN

La importancia de la capacidad matemática de los estudiantes puede justificarse desde varias perspectivas. Moss y Cobb (2001) señalan que el conocimiento matemático en el nuevo siglo, figurará mundialmente como un potente camino político y cultural, tal como la capacidad de leer y escribir en los dos siglos pasados. Según Baker y Le Tendre (2005) el logro matemático de los estudiantes está frecuentemente asociado con el futuro de un país. El reporte A Nation at Risk de la Comisión Nacional de Excelencia de Estados Unidos de América (NCEE, por sus siglas en inglés) en 1983 señaló la importancia de comparar el sistema educativo de ese país con otros países; desde entonces se hace énfasis en los esfuerzos para entender el logro en matemáticas y los factores asociados, incluso en casi todos los programas de evaluación estatales incluyen pruebas de matemáticas en ese país.

En México, desde que se decidió asumir la política nacional de evaluación del logro cognitivo de los estudiantes que se realiza a través de diversos instrumentos tales como las pruebas PISA, Excale, Enlace Media Superior, Exani-I y II, se ha evidenciado que uno de los principales problemas sobre la calidad del sistema educativo mexicano, es el bajo desempeño o logro académico en matemáticas. El Programa Sectorial de Educación (PSE) 2007-2012, entre sus principales objetivos incluye elevar la calidad de la educación para que los estudiantes mejoren su nivel de logro académico, cuenten con medios para tener acceso a un mayor bienestar y contribuyan al desarrollo nacional. Entre las metas de la Educación Media Superior (EMS), el mencionado PSE establece incrementar de 392 a 435 el puntaje de calificación en el examen PISA; incrementar el porcentaje de alumnos con logro académico de al menos Elemental en la prueba nacional Enlace; y aumentar de 58.3% a 65.7% la eficiencia terminal.

La EMS en México presenta serios problemas en el logro en matemáticas y de manera particular, en el estado de Guerrero. El Informe del Gobierno Estatal de 2008 señala que la prueba Enlace se aplicó en 290 planteles que representaron el 88.5% del total, con resultados por debajo de la categoría Elemental, ocupando el último lugar a nivel nacional; los resultados de rendimiento académico a través de la prueba Exani-II muestran que los estudiantes egresados de la EMS, en promedio están en los últimos lugares del país, muy por debajo de la media nacional. La eficiencia terminal en 2006-2007 fue 54.1%; la deserción alcanzó el 20.3%, el índice de reprobación 30.7%, mientras que la absorción en la educación superior fue de apenas 48.3% (Informe de Gobierno, 2008).

Para enfrentar este complejo problema se requiere, entre otros aspectos, conocer cuáles son los principales factores que afectan el desempeño, para que con fundamentos se puedan diseñar políticas y estrategias nacionales y/o estatales que traten de mejorar permanentemente la calidad de la educación.

Esa falta de conocimiento de qué factores afectan el logro, por una parte, ha impedido la toma de decisiones adecuadas de autoridades institucionales y gubernamentales para adoptar políticas que al menos reduzcan el problema; por otra parte, la magnitud del problema y la urgencia de resolverlo ha presionado y obligado a las autoridades de gobierno a implementar programas nacionales, sobre todo a nivel de educación básica, tales como el programa de escuelas de calidad, que se limita a atacar el problema desde la perspectiva institucional de las escuelas; esto es, de una manera parcial y no de manera integral. El estudio de este problema resulta ser un imperativo nacional. En ello se han involucrado no solo expertos y/o estudiosos de la educación, sino también a diversos profesionales comprometidos con la educación.

Determinar cuáles variables influyen en el resultado del desempeño o logro académico de los estudiantes ha resultado ser un problema de basta complejidad no solo por la necesaria incorporación de variables relacionadas con el entorno social, familiar, institucional, instruccional y de características personales de los estudiantes, sino también por el uso de modelos adecuados para su análisis e interpretación. Este trabajo tiene por objeto generar un modelo explicativo e interpretativo que examine la influencia de diversos factores del contexto social, familiar, escolar y/o sistémico sobre los resultados del logro académico en matemáticas de estudiantes de EMS en Guerrero.

## **2. MARCO TEÓRICO**

El logro académico de estudiantes ha sido estudiado bajo diferentes enfoques y orientaciones metodológicas. Los estudios sobre el logro académico, al igual que el logro en matemáticas, se han enfocado sobre la motivación, auto-concepto, atribuciones, auto-eficacia y expectativas, y más recientemente, los estudios han examinado el contexto familiar, socioeconómico, cultural y escolar. En general, existen diversos enfoques metodológicos para estudiar el problema. Hasta ahora predomina, según la literatura, el enfoque predictivo sobre el rendimiento, seguido por el enfoque de la función productiva de educación.

Existen muchos estudios aislados o parciales dado que no incluyen simultáneamente dos grandes factores: contextuales y personales, como lo señala González-Pienda (2003). Un grupo bastante numeroso de estudios hace énfasis en la búsqueda de relación con variables socioeconómicas; le sigue el grupo de estudios que abordan solo variables institucionales o instruccionales; y otro

grupo importante de estudios que considera variables motivacionales y su relación con el logro académico. En la actualidad son muy escasos los estudios que abordan el problema considerando factores contextuales y personales; además los resultados de los estudios parciales suelen presentar contradicciones. La mayoría de los estudios utilizan técnicas de regresión multinivel (Wan Ze, 2008), otros usan modelos de ecuaciones estructurales (Marsh & Yeung, 1997) y recientemente el enfoque de teoría de la respuesta a ítem.

En México, una de las pruebas masivas es Enlace que se aplica a nivel nacional en planteles públicos y privados desde 2008 a la fecha a estudiantes que cursan la educación básica y media superior. Tiene carácter diagnóstico y trata de valorar el desempeño académico acerca del conocimiento y la habilidad lectora y habilidad matemática adquiridos a lo largo de su trayectoria escolar. Enlace Media Superior se aplica anualmente a estudiantes que cursan el tercer año de la EMS y mide el dominio y habilidades para la vida en Español y Matemáticas, y no el currículo y. Según la página web de Enlace, la prueba es de tipo criterial y está conformada por 110 preguntas de opción múltiple, 50 de ellas dedicadas a la comprensión lectora y las 60 restantes dedicadas al campo de las matemáticas. En el campo de matemáticas, la prueba evalúa la capacidad de identificar, interpretar, aplicar, sintetizar y evaluar matemáticamente su entorno, haciendo uso de su creatividad y de un pensamiento lógico y crítico que le permita solucionar problemas cuantitativos, con diferentes herramientas matemáticas. La prueba incluye cuatro contenidos básicos: cantidad, espacio y forma, cambios y relaciones, y matemáticas básicas. Los resultados de dicha prueba, a diferencia de otras pruebas tales como Exani, Excale, PISA y TIMSS, se presentan en cuatro niveles de dominio: Insuficiente, Elemental, Bueno y Excelente. Esto es, se utiliza una medida con escala ordinal. De esta forma, los resultados obtenidos mediante Enlace deben tratarse como una variable respuesta del tipo ordinal.

### 3. MÉTODO

**Universo de estudio.** Todos los estudiantes de instituciones públicas y privadas adscritas a la EMS de Guerrero que realizaron el examen Enlace Media Superior en 2008 y contestaron el cuestionario de contexto. La población bajo estudio consistió de 5,445 estudiantes.

**Instrumentos.** Se utilizó la prueba Enlace Media Superior y el cuestionario de contexto aplicado a los estudiantes que realizaron la mencionada prueba. El cuestionario incluyó 148 ítems tipo Likert, que son las variables independientes en este trabajo, agregando la modalidad escolar, el tipo de sostenimiento y el grado de marginación de la escuela. La variable dependiente o respuesta, consiste de los resultados individuales del logro en matemáticas obtenidos en Enlace. Debido a que la base de datos presentó problemas de datos faltantes se hizo necesario realizar las imputaciones respectivas. Para la imputación se utilizó el criterio del “vecino más cercano” incluido en la función `rrp.impute ()` del software R.

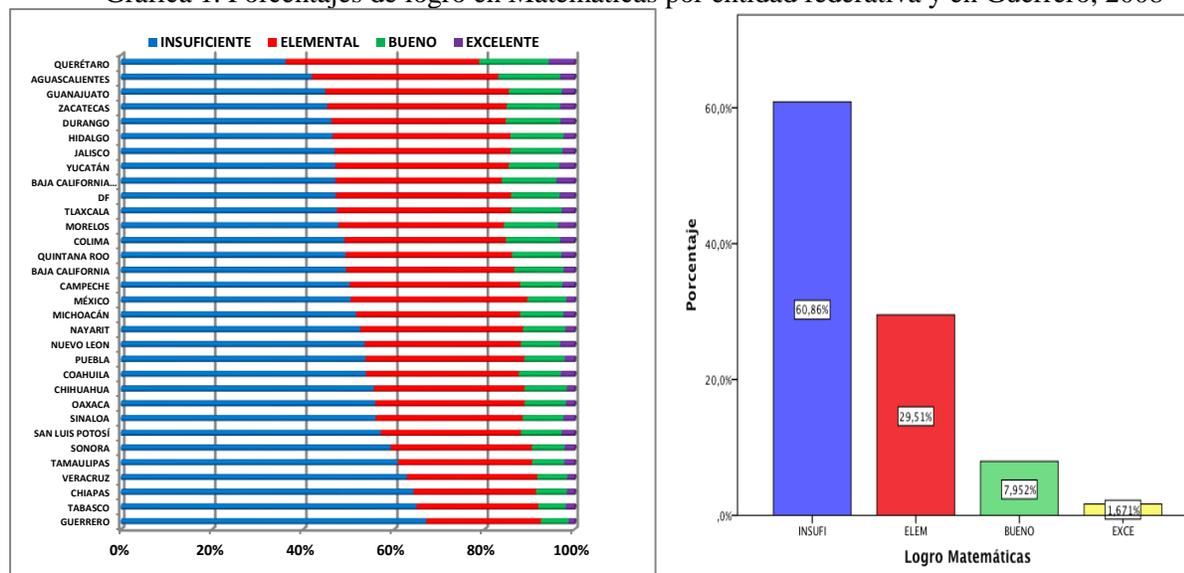
**Técnicas usadas.** En este trabajo se prevén dos etapas. La primera –que es la única que aquí se presenta- es descriptiva y explicatoria para conocer los resultados del estado de Guerrero en el contexto nacional, el comportamiento de las variables independientes relacionadas con el logro, y finalmente, se ajustará un modelo de regresión ordinal múltiple (Hedeker, 2007; Ananth & Kleinbaum, 1997) para conocer la posible dependencia y predicción de los resultados del logro académico con diversas variables registradas en el cuestionario de contexto de Enlace. El uso de tal modelo se justifica dado que la variable respuesta es medida en escala ordinal, que puede ser numérica o en forma de cadena, así como su utilidad para generar predicciones y evaluar la importancia de las variables predictoras. Esta técnica es usada para predecir el comportamiento

de la variable respuesta mediante un conjunto de variables independientes. Usualmente, en la variable dependiente la primera categoría es la más baja y la última la más alta. Es recomendable analizar el comportamiento de los datos de la variable dependiente para seleccionar la función liga. Dicha función es una transformación de las probabilidades acumuladas de la variable dependiente que permite la estimación del modelo. El modelo de regresión ordinal no supone normalidad, homocedasticidad ni incorrelación de los residuales; sin embargo, si supone que la predicción parte del modelo que depende sólo de los predictores y es independiente de la categoría de resultados. Estas propiedades implican que los resultados serán un conjunto de líneas paralelas o un plano para cada categoría de la variable de resultado. Los coeficientes estimados en el modelo reflejan cómo los cambios en los predictores afectan a la respuesta. La segunda etapa del estudio consiste en utilizar modelos de respuesta a ítems. Estos pueden ser modelos politómicos y/o modelos multidimensionales.

#### 4. REFLEXIONES Y CONCLUSIONES

**Resultados del logro académico en Matemáticas.** Ubica los resultados obtenidos por los estudiantes de EMS de Guerrero en el contexto nacional, como lo muestra la Gráfica 1. Puede observarse que los primeros lugares del logro en matemáticas fueron obtenidos por los estudiantes de Querétaro, Aguascalientes y Guanajuato; mientras que los tres últimos lugares lo ocuparon Chiapas, Tabasco y Guerrero que ocupó el último lugar dado que tuvo mayores porcentajes de estudiantes con calificación Insuficiente (67%) y Elemental (25.5%), mientras que las calificaciones Bueno (6.2%) y Excelente (1.3%) fueron los menores porcentajes obtenidos a nivel nacional. Respecto a los resultados a partir de la muestra en Guerrero, se observa un evidente problema en el logro en matemáticas ya que 61% de los alumnos analizados resultaron con calificación Insuficiente, 29% con Elemental, 8% con calificación Bueno y solo el 2% con excelente. Es decir, el 90% de los estudiantes mostraron conocimientos y habilidades insuficientes y/o elementales.

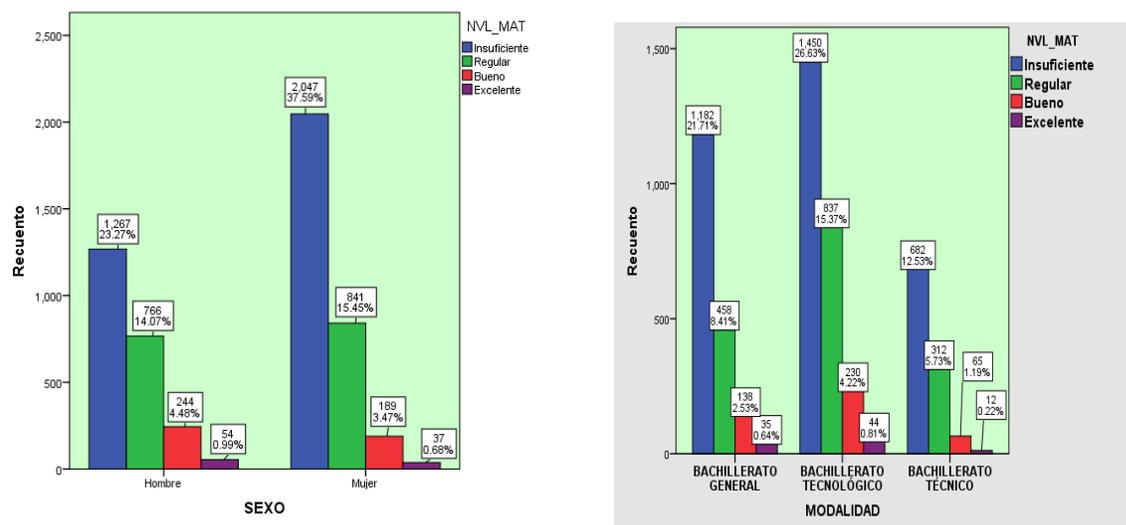
Gráfica 1. Porcentajes de logro en Matemáticas por entidad federativa y en Guerrero, 2008



Fuente: elaboración propia usando información de Enlace 2008

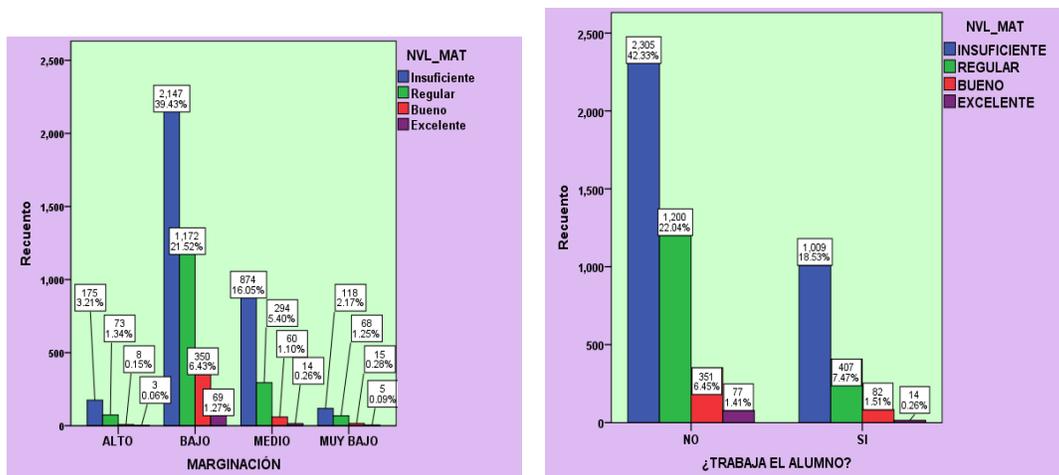
La Gráfica 2 muestra el comportamiento del logro académico con las variable Sexo y Modalidad escolar. Se observó que las mujeres representaron el mayor porcentaje en relación con los varones y, que el logro en matemáticas de las mujeres fue menor que el de los hombres debido a que en términos porcentuales representaron mayores porcentajes de logro en las categorías más bajas: Insuficiente (37.6 vs 23.3%); Elemental (15.5 vs 14.1%). Respecto a las modalidades, la Tecnológica presentó mayores porcentajes con calificaciones de Insuficiente (26.6%) y Elemental (15.4%); le siguió la Modalidad de bachillerato General con logro Insuficiente (21.7%) y Elemental (8.4%). En suma, aún cuando las mujeres representaron el mayor porcentaje de la población en la EMS en Guerrero, tuvieron menores porcentajes de logro que los hombres; además, el bachillerato Tecnológico presento menor logro en matemáticas respecto a las otras dos modalidades.

Gráfica 2. Logro en matemáticas por sexo y modalidad escolar



El comportamiento del logro académico en matemáticas respecto al grado de marginación de las escuelas donde estudiaron los alumnos y si éstos trabajaban o no mientras estudiaban se presenta en la Gráfica 3. Respecto al grado de marginación y el logro en matemáticas, se pueden destacar tres aspectos importantes: a) que predominan las escuelas con grados de marginación Bajo con 68.7% y Medio con 22.8%; b) que el logro académico con categoría de Insuficiente predomina en ambos grados de marginación, 39.4% con grado de marginación Bajo y 16.1% con marginación Medio; y c) el 55.5% de los alumnos que obtuvieron calificación de logro Insuficiente estudiaron en escuelas con grado de marginación Bajo o Medio. Respecto a que si el alumno trabaja o no, se aprecia que la mayoría de los estudiantes en 2008 no trabajaban mientras realizaban sus estudios y solo 27.8% trabajaba. Se observa que 42.3% de los alumnos resultaron con calificación de logro Insuficiente pese a que no trabajaban. Los resultados sobre las correlaciones significativas entre el logro en matemáticas y las variables explicatorias se presentan en la Tabla 1.

Gráfica 3. Logro en Matemáticas con grado de marginación de la escuela y trabajo alumno



**Variables correlacionadas con el logro.** Para la selección de las variables explicatorias en el modelo se utilizó el criterio de correlación significativa con el logro en matemáticas, para ello se aplicó la correlación policórica -para la correlación entre variables ordinales- usando el paquete polycoric de R, que produce pruebas de hipótesis sobre la correlación entre variables, así como las variables sugeridas en literatura relacionada con los factores de influencia en el logro. Así, de las 152 variables disponibles se seleccionaron 84, mismas que se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Variables correlacionadas con el logro en matemáticas y seleccionadas en el modelo.

MODALIDAD	SCU_INGR	HAB_CORRE	A_INGR	HRS_ESP	INS_BE_PREP
MARGINA	CCU_INGR	MUSEO	SECBE_AR	PROM_PREP	PRESP_EXP
SEXO	ORD_ACT	ESPECTA	PROG_BEC	PROM_MAT_P	PRESP_EXP
EDAD	TERM_TRAB	BEB_ALCO	PROM_SEC	PRO_ESP_P	PRESP_TC
TRABAJA	TERM_TARE	NUM_VASO	HRS_MATE	EX_EXT_P	REL_ALUM
TPO_TRAB	DEJ_LUG	NUM_EMBO	MA_ESP	ESCO_MAD	REL_ALMAE
CUAN_GANA	PLAN_ACT	CON_COCA	REG_PREPA	ESCO_PAD	REL_ALAU
POR_ING	ORD_OBJE	ACT_BURL	TARD_CLAS	EXP_ESC	FRE_AGRE
ATEN_CLAS	ING_REPOR	ACT_DANA	PLA_PREPA	COMPU	FRE_AME
APUN_CLAS	ING_TEXT	PRIM_BECA	MOD_PREP	AUTO	FRE_ROB
PART_CLAS	ING_NOTI	PRIMBE_AR	BECA_PREP	CAL_ESC	FRE_ROBOB
DIA_TARE	ING_TEXLI	PROM_PRIM	PREBE_AR	COM_EXC	FRE_DAN
CALI_TARE	HAB_INTE	PROSE_ESP	MA_MAT	PROF_TARD	FRE_FALP
NIV_MAX	HAB_TEXT	PROSE_MAT	MA_MAT_A	PROF_FAL	FRE_DROG

**Evaluación del modelo.** En la Gráfica 1 se observa que los mayores porcentajes se presentaron en las categorías más bajas (Insuficiente y Regular); también puede observarse en la Gráfica 4, que los porcentajes acumulados en las categorías de Insuficiente y Elemental de las mujeres están por encima de los hombres (93 vs 87%); asimismo, se observa que los alumnos que trabajaron mientras estudiaban obtuvieron menor logro en matemáticas debido a los mayores porcentajes en las categorías Insuficiente y Elemental (93.6 vs 89.1%). Finalmente, de ambas gráficas se desprende que las categorías más bajas (Insuficiente y Elemental) son más probables debido a que presentaron mayores porcentajes que el resto de categorías. Por tales consideraciones se determinó usar la función liga log log negativa en el modelo de regresión ordinal. El ajuste del modelo usando las 84 variables no es posible debido al alto número de variables y al consecuente porcentaje de casillas con valor cero. El modelo se evaluó usando SPSS con las últimas 17 variables de la Tabla 1 correspondientes al contexto escolar y los resultados de las 3 variables

más importantes (CAL\_ESC, COM\_EXP y PROF\_FAL), relacionadas con la calificación del alumno sobre su escuela y las ausencias de clases de profesores se presentan en la Tabla 2. Se observan valores significativos del estadístico Chi Cuadrada, lo cual se interpreta como las variables en el modelo son importantes para explicar el logro académico. Los estadísticos de la bondad de ajuste -que tienen por objeto comprobar si los datos observados son incompatibles con el modelo ajustado- muestran que los valores de significación son grandes, con lo que se puede concluir que los datos y las predicciones del modelo son similares y por lo tanto, se concluye que el modelo usado es un modelo adecuado para los datos.

Gráfica 4. Porcentajes acumulados del logro en matemáticas para sexo y si el alumno trabaja.

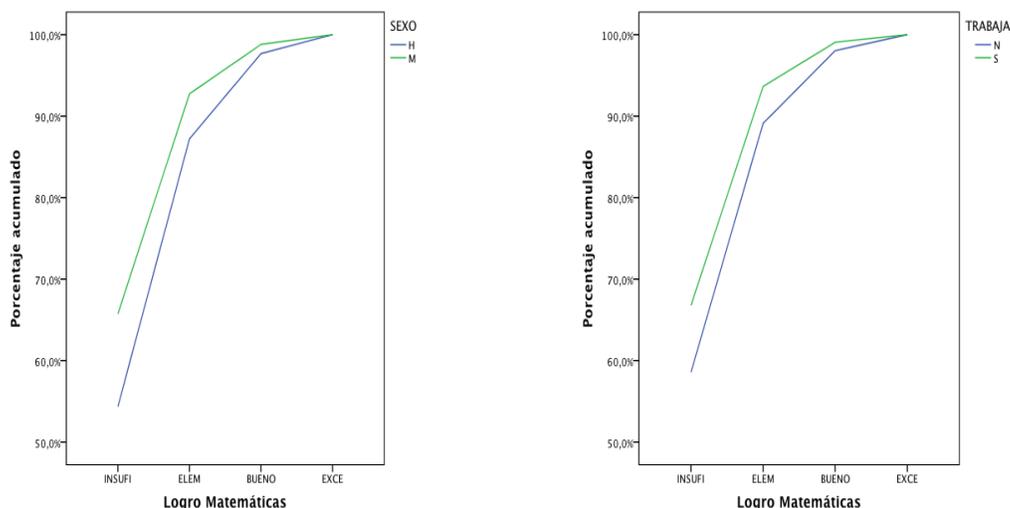


Tabla 2. Información sobre el ajuste de los modelos usando función liga log log negativa.

Modelo	-2log de la verosimilitud	Chi-cuadrada	gl	Sig.
Sólo intersección	575,973			
Final	410,964	165,009	9	,000
Bondad de ajuste				
Pearson		199,750	150	,004
Desviación		140,488	150	,699

Respecto a la prueba de líneas paralelas, los estadísticos presentados en la Tabla 3 evalúan si la suposición que los parámetros son los mismos para todas las categorías es razonable, muestra alto valor de significancia, por lo que puede decirse que el modelo utilizado es adecuado al usar la función log log negativa que considero el comportamiento del logro académico en matemáticas de Guerrero. En resumen, puede concluirse que el modelo ordinal resulta bastante conveniente para el análisis de datos para analizar el logro en matemáticas, cuando el comportamiento de esta variable tiene en las categorías ordinales más bajas mayores porcentajes, como el caso estudiantes de Guerrero. Las predicciones de categorías y probabilidades no se presentan en este trabajo.

Tabla 3. Prueba de líneas paralelas usando función log log negativa.

Modelo	-2 log de la verosimilitud	Chi-cuadrado	gl	Sig
Hipótesis nula	410,964			
General	394,345	16,619	18	,549

La hipótesis nula establece que los parámetros de ubicación (los coeficientes para las pendientes) son los mismos para todas las categorías de respuesta.

## 5. REFERENCIAS

- Ananth, C.V. & Kleinbaum, D.G. (1997). Regression Models for Ordinal Responses: A Review of Methods and Applications. *International Journal of Epidemiology*, 26(6), 1323-1333.
- Baker, D. P. & Le Tendre, G. K. (2005). *National differences, global similarities: World culture and the future of schooling*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- González-Pienda, J. A. (2003). El rendimiento escolar. Un análisis de las variables que lo condicionan. *Revista Galego-Portuguesa de Psicología e Educación*, Vol. 8, No. 7, 1138-1663.
- Gobierno Constitucional del Estado de Guerrero, 2005-2011. Tercer Informe de Gobierno, 2008.
- Hedeker D. (2007). *Handbook of Multilevel Analysis*. Edited by Jan de Leeuw and Erik Meijer. Springer, New York.
- Marsh, H.W. & Yeung, A. S. (1997). Efectos causales de autoconcepto académico sobre el rendimiento académico: Modelos de ecuaciones estructurales de datos longitudinales. *Journal of Educational Psychology*, 89 (1), 41-54. doi: 10.1037/0022-0663.89.1.41
- Moses, R., & Cobb, C. (2001). *Radical equations: Math literacy and civil rights*. Boston: Beacon Press.
- R Development Core Team (2011). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Secretaría de Educación Pública. Programa Sectorial de Educación (PSE) 2007-2012. [http://promep.sep.gob.mx/infgene/prog\\_sec.pdf](http://promep.sep.gob.mx/infgene/prog_sec.pdf).
- Secretaría de Educación Pública. Enlace Media Superior: <http://www.enlace.sep.gob.mx/ms/>
- Wan, Ze (2008). Academic motivation, mathematics achievement, and the school context: building achievement models using TIMSS 2003. (Thesis). University of Missouri.