

Evaluación de las competencias investigativas en los estudiantes de maestría de la Universidad Nacional Experimental del Táchira mediante el uso de modelos de regresión multinivel

Evaluation of the research competences in the masters students of the National Experimental University of Táchira through the use of multilevel regression models

José Alexy Moros-Briceño^{a*}

^{a*} Magister en educación estadística, josea.moros@unet.edu.ve, ORCID 0000-0001-5065-1221, Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristobal, Venezuela.

Forma de citar: Moros, J. A. (2018). Evaluación de las competencias investigativas en los estudiantes de maestría de la Universidad Nacional Experimental del Táchira mediante el uso de modelos de regresión multinivel. *Eco Matemático*, 9(1), 50-63

Recibido: Mayo 10 de 2017

Aceptado: Octubre 01 de 2017

Palabras clave

Competencias investigativas,
Estructura jerárquica,
Estudiantes,
Maestrías,
Modelos regresión multinivel.

Resumen: La presente investigación tuvo como objetivo aplicar el análisis multinivel para el ajuste de un modelo multinivel dirigido a la evaluación de las competencias de los estudiantes de maestría de la Universidad Nacional Experimental del Táchira, Venezuela. Teóricamente el modelo analiza la variabilidad entre los estudiantes dentro de cada maestría (nivel 1) y entre las maestrías (nivel 2), cuya hipótesis inicial establece que los estudiantes de una misma maestría poseen similares competencias investigativas respecto a quienes pertenecen a otras maestrías. Se apoyó en un estudio explicativo, correlacional y cuasi experimental. La muestra fue de 225 estudiantes, aplicándoles un instrumento estructurado en dos partes: una de 12 ítems en escala nominal para medir variables personales y académicas, y otra en escala Likert de 40 ítems para evaluar las competencias investigativas. Se obtuvo que existen diferencias significativas entre las maestrías respecto a las competencias investigativas, porque el coeficiente de correlación intraclase ($\rho=0,142$) del modelo nulo impide el cumplimiento de la hipótesis de independencia: Los estudiantes de una misma maestría poseen similares competencias investigativas en comparación a quienes son de otra maestría, es apropiado el análisis multinivel. Luego, se incorporaron variables predictoras de los niveles: maestrías, estudiantes y ambos niveles, obteniéndose el siguiente modelo multinivel: $COIN_{ij}=1,3376*CML_C+2,5882*CML-1,0031*ST1*CML_C+u_{oj}+e_{ij}$.

* Autor para correspondencia: josea.moros@unet.edu.ve

<https://doi.org/10.22463/17948231.1670>

Keywords

Investigative competences,
Hierarchical structure,
Students,
Masters,
Multilevel regression models.

Abstract: The objective of this research was to apply multilevel analysis for the adjustment of a multilevel model aimed at evaluating the competencies of the masters students of the National Experimental University of Táchira, Venezuela. Theoretically, the model analyzes the variability among the students within each master's degree (level 1) and among the master's degrees (level 2), whose initial hypothesis establishes that the students of the same master's degree possess similar investigative competencies with respect to those who belong to other master's degrees. It was supported by an explanatory, correlational and quasi-experimental study. The sample consisted of 225 students, applying a structured instrument in two parts: one of 12 items on a nominal scale to measure personal and academic variables, and another on a 40-item Likert scale to evaluate research competencies. It was found that there are significant differences between the masters with respect to the research skills, because the intraclass correlation coefficient ($\rho=0.142$) of the null model prevents compliance with the hypothesis of independence: Students of the same master's degree have similar investigative skills in comparison to those who are of another master's degree, multilevel analysis is appropriate. Then, variables predictors of the levels were incorporated: masters, students and both levels, obtaining the following multilevel model: $COIN_{ij}=1,3376*CML_C+2,5882*CML-1,0031*ST1*CML_C+u_{oj}+e_{ij}$.

1. Introducción

Desde hace tiempo las universidades venezolanas han venido ofreciendo una diversidad de estudios de cuarto nivel con el objetivo de actualizar los conocimientos y habilidades profesionales, adquirir o complementar nuevos conocimientos y habilidades profesionales no recibidos en los estudios de pregrado y profundizar los conocimientos científico y técnicos en un área específica, con el fin de mejorar su desempeño profesional y laboral, lo cual contribuye significativamente no solo en ser más competitivos, sino además eleva la capacidad productiva de las organizaciones donde prestan sus servicios; por ello, en la medida que el licenciado, ingeniero o docente demuestre capacidad para posicionarse de los avances científicos y tecnológicos en esa medida ayudará a las organizaciones a lograr las metas y los objetivos propuestos.

Bajo esta premisa, la formación del estudiante de postgrado en competencias investigativas debe llevar a las universidades a plantearse el reto de lograr una calidad educativa, porque como lo afirma Padrón (citado por Castro, 2003), el desarrollo de los países dependerá de la capacidad de producción de conocimientos, es decir, de su capacidad investigativa, hecho que a su vez dependerá de la calidad de los investigadores. Por consiguiente, es relevante que desde las distintas asignaturas se proporcionen al estudiante herramientas cognitivas, metodológicas y procedimentales que propicien la observación, comprensión, análisis y reflexión crítica para una mayor comprensión de su realidad; esto implica realizar innovaciones y actualizaciones de los programas de maestrías para el desarrollo de competencias investigativas en los estudiantes de maestría para que se conviertan en verdaderos promotores de cambios significativos en los procesos productivos del país.

En relación con las competencias investigativas, Beltrán (2006), refiere que éstas "... constituyen herramientas mentales que permitirán conocer mejor la realidad y ser más razonables frente a ella...", "...saber cuándo y cómo actuar...", "...extraer significados de la experiencia vital que movilicen el desarrollo individual..." (p.3). Así que el desarrollo de competencias investigativas está relacionado con un proceso cognoscitivo por cuanto el estudiante de postgrado debe ser capaz de elaborar conceptos a partir de la observación de las realidades existentes en el contexto social.

Pero en Venezuela, la formación de investigadores no ha sido del todo satisfactoria, porque como lo indica Jaimés (citado por Castro, 2003), los estudiantes de postgrado, carecen de conocimientos, destrezas y hábitos de investigación; generalmente solo investigan cuando lo exige alguna de las asignaturas de la maestría. Además, Álvarez, Orozco y Gutiérrez (2011), confirman que todavía hay muchas deficiencias relacionadas con la formación de competencias investigativas, que se manifiestan en los estudiantes al terminar sus estudios profesionales y lo atribuyen a la escasa sistematización en los planes de estudio relacionados con Metodología de la Investigación.

También, esta situación viene suscitándose en otros países de América Latina, como es el caso de Colombia, donde se cita el trabajo de Hernández, Prada y Ramírez (2017), quienes a través de una investigación realizada para abordar las concepciones sobre las competencias que dicen poseer y practicar los docentes de diversos niveles del sistema educativo del Departamento Norte de Santander con los procesos investigativos, encontraron que carecen de las competencias investigativas necesarias para abordar la realidad educativa y resolver problemas.

Este hecho trae consigo que el profesional al asumir el rol de estudiante de postgrado desconozca la manera de abordar epistemológica y metodológicamente los trabajos de investigación, lo cual genera actitudes negativas presentándose

el síndrome "todo menos tesis" (TMT), probablemente por la falta de competencias investigativas, porque aun cuando aprueba todas las unidades de créditos exigidas en los planes de estudio, no cumplen a tiempo con la culminación del trabajo de grado como consecuencia de que algunas de las asignaturas poco aportan insumo al mismo.

Lo expuesto no escapa los estudiantes de las maestrías de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), donde el autor de la investigación ha venido observando que una cantidad significativa de estudiantes poseen escasas habilidades y destrezas en el manejo del proceso de investigación, porque aun cuando reciben inducción de cómo abordar algún proyecto de investigación a través de los "Seminarios de Trabajo de Grado", se observa que presentan problemas al momento de la elaboración del material que debe ir desarrollando a lo largo del proceso de escolaridad hasta culminar con el trabajo final. Esto ocurre en opinión de Becerra (citado por Castro, 2003), por el desconocimiento de cómo manejar el planteamiento, formulación del problema o de la pregunta de investigación, la estructuración de las bases teóricas, la metodología a seguir y cada uno de los pasos que involucra el quehacer pedagógico.

Por lo antes expuesto, la presente investigación estuvo dirigida a evaluar las competencias investigativas que posee el estudiante de maestría de la UNET, haciendo uso de modelos de regresión multinivel como método estadístico para determinar qué variables tienen mayor efecto sobre las competencias investigativas. Y esto es porque la presente investigación al estar inmersa en el campo de la educación se considera pertinente el uso de modelos multiniveles porque es una metodología de análisis adecuada para datos jerarquizados.

En relación con los modelos multinivel (MM) (que en inglés se denominan "multilevel models" o "hierarchical models") constituyen la metodología de análisis más adecuada para tratar datos

jerarquizados, convirtiéndolos en una estrategia imprescindible para la investigación educativa de carácter cuantitativo; además posibilita estimar la aportación de cada nivel de análisis o las interacciones entre variables de distintos niveles (Murillo, 2008).

Los MM son una respuesta a la necesidad de analizar la variabilidad entre los estudiantes dentro de cada maestría (nivel 1) y entre las distintas maestrías (nivel 2), donde la hipótesis inicial del modelo establece: “Los estudiantes pertenecientes a una misma maestría tienen similares comportamientos entre sí, respecto a quienes pertenecen a otras maestrías”. Así, el análisis multinivel permite resolver la limitación del uso de modelos de regresión múltiple que invalidan la hipótesis de independencia cuando se presenta mayor homogeneidad entre individuos de un mismo grupo respecto a individuos de distintos grupos.

Así que se pretende ajustar un MM que identifique dos niveles de análisis: un primer nivel, en el cual se considera el conjunto de variables personales y académicas que afectan las competencias investigativas de cada estudiante. Un segundo nivel, que contemple las dimensiones referidas a las competencias investigativas, cuyo efecto se expresa grupalmente sobre el conjunto de estudiantes que cursan determinada maestría, donde probablemente, los estudiantes que cursan la maestría *J* tendrán las mismas condiciones de aquellos que cursan la misma maestría (mayor homogeneidad y por ende se viola el supuesto de independencia) en comparación a los estudiantes que cursan la maestría *H* (menor homogeneidad).

Cabe destacar que la investigación multinivel tuvo sus inicios en el campo de la educación, como es el estudio realizado por Bennett (1976) en niños de escuela primaria, el cual pretendió que los niños expuestos al llamado estilo formal de la enseñanza exhibían más progreso que aquellos que no. Los datos fueron analizados usando las técnicas tradicionales de la regresión múltiple que

reconocieron solamente a niños individuales como las unidades de análisis y no hicieron caso de sus agrupaciones dentro de profesores y en clases. Los resultados eran estadísticamente significativos. Posteriormente, Aitkin, Anderson e Hinde (1981), demostraron que cuando el análisis consideró correctamente agrupar los niños en clases, las diferencias significativas desaparecieron y los niños formalmente enseñados no demostraron ser diferentes a los otros. Este re-análisis es el primer ejemplo importante de un análisis de niveles múltiples de datos en ciencias sociales.

A partir de ese instante se introdujo la aplicación de los modelos de regresión multinivel a diferentes áreas, donde sobresale la educativa y salud. En este sentido, Zambrano (2012), en la Universidad del Valle, Cali, Colombia, diseñó una investigación para analizar el rendimiento escolar en matemáticas para 4° grado de educación básica primaria en Colombia usando datos de las pruebas TIMSS 2007 (Third International Mathematics and Sciences Study). Realizó un análisis multinivel con datos de 3.069 estudiantes pertenecientes a 142 escuelas, para determinar los factores familiares, escolares, condiciones socioeconómicas de los estudiantes, prácticas y métodos pedagógicos utilizados que inciden en el alcance de los logros educativos en el área de matemáticas. Entre los resultados se identificó un mayor rendimiento en el alcance de logros para los niños en comparación al rendimiento logrado por las niñas. De las variables incluidas en el estudio las de mayor impacto sobre el alcance de logros en matemáticas son: tipo de escuela, gusto por la matemática, zona y gusto por la escuela, que son explicadas por las características personales y por las características de la institución a la que pertenecen los estudiantes.

También Gutiérrez y Toledo (2012), en Chile, investigaron las relaciones entre intimidación (bullying), la relación estudiante-profesor y el rendimiento en Prueba PISA-2009, mediante la construcción de modelos multinivel. Se analizan los datos PISA-2009 y además se considera la

aplicación de un cuestionario auto respondido a una submuestra de estudiantes que asistieron a los establecimientos que participaron de la Prueba PISA 2009 (Program International Student Assessment) para medir clima en el aula, relación profesor-estudiante e intimidación. Los resultados revelan que mayores niveles de intimidación en la escuela se asocian con un menor rendimiento en matemáticas y lectura. Igualmente, los estudiantes que perciben relaciones positivas con sus profesores demostraron mayor rendimiento académico en matemáticas y lectura. Estos resultados apoyan la literatura e investigaciones que demuestran que el desarrollo académico y social se encuentra íntimamente relacionado.

A su vez, en el campo de la salud existen estudios acerca de la variabilidad, tanto de indicadores de salud como de consumo de recursos, entre los individuos de distintos grupos o zonas geográficas, de los que se derivan relaciones más o menos evidentes entre la salud de los individuos y la zona donde habitan o entre el tratamiento recibido por los pacientes y las características del médico y/o servicio de salud donde son atendidos. Los individuos pertenecientes a un mismo contexto tenderán a ser similares en su comportamiento entre sí, respecto a los que pertenezcan a distintos contextos.

Un ejemplo en el área de la salud es el estudio realizado por Pérez (2013), para la Universidad de Murcia, España, efectuó un estudio comparativo entre un método de análisis que no tiene en cuenta la estructura jerárquica de los datos y los métodos multinivel para el análisis de los factores de riesgo de las sibilancias recurrentes en lactantes. Se han comparado los enfoques frecuentista y bayesiano tanto para el análisis de los modelos multinivel de dos niveles completamente aleatorios, con intercepto y pendiente aleatoria, como para los modelos de dos niveles con intercepto aleatorio y variables explicativas del primer nivel y del segundo nivel. El resultado obtenido es que los modelos multinivel mejoran la precisión de las estimaciones de los parámetros respecto a los

modelos que no tienen en cuenta la estructura jerárquica de los datos.

En fin, mediante los MM se puede reconocer los distintos niveles en que se articulan los datos, porque cada subnivel está representado por su propio modelo. Así, los modelos multinivel respetan la organización jerárquica que presentan los datos educativos de forma natural (los estudiantes están agrupados en aulas, las aulas en programas de maestría) elaborando un submodelo diferente para cada nivel. Cada submodelo expresa la relación entre las variables dentro de un determinado nivel y especifica cómo las variables de ese nivel influyen en las relaciones que se establecen en otros niveles, mejorando así la estimación de los efectos atribuibles a cada nivel de asociación de variables, permitiendo la descomposición de la variabilidad de la variable dependiente.

2. Materiales y métodos

La presente investigación corresponde a un nivel explicativo, de campo, cuasi experimental y transversal. Como población objeto de estudio se consideró los estudiantes de maestría de la Universidad Nacional Experimental del Táchira del lapso 2016-E – 2016-F, tomándose una muestra probabilística de 225 estudiantes.

Para la recolección de los datos se diseñó un cuestionario estructurado en dos partes: la primera para identificar los aspectos personales y académicos de los estudiantes de las maestrías de la UNET, a través de 12 preguntas con dos o más opciones de respuestas (elección múltiple). La segunda parte corresponde en conocer las competencias investigativas, para lo cual se apoyó en la formulación de 40 ítems en escala Likert de cinco opciones de respuestas: Totalmente de Acuerdo, De Acuerdo, Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo, En Desacuerdo y Totalmente en Desacuerdo.

Se efectuó un análisis inferencial, para ello se validó la correcta selección de variables a través de un análisis de correlación o grado de asociación

de las variables independientes para determinar cuáles eran estadísticamente significativas y así introducirlas en la construcción del modelo multinivel estimado.

Las variables predictoras del nivel estudiantes fueron: Género, Edad, Estado Civil, Procedencia, Título de Pregrado, Estudios de Cuarto Nivel, Cursos en el Área de Investigación Científica, Grupo de Investigación, Programa de Maestría, Escrito Artículos en Revistas Arbitradas, Seminario de Trabajo de Grado I, Seminario de Trabajo de Grado II y las competencias de momento (lógico, metodológico, teórico, técnico comunicacional y vinculada a valores y actitudes). Las variables del segundo nivel corresponden los promedios centrados de las dimensiones de la variable competencias investigativas. Para ello se utilizó la siguiente ecuación $x_{ij} = X_i - \bar{X}$, donde x_{ij} es la variable centrada, X_i es el valor de la variable independiente original obtenida del estudiante i y \bar{X} es el valor promedio de la maestría para esa variable.

Como variable dependiente se seleccionó las Competencias Investigativas (COIN), cuyo valor se obtuvo mediante la sumatoria de los puntajes obtenidos del cuestionario aplicado a los estudiantes en cada una de las dimensiones (X_i), es decir, $COIN = \sum_{i=0}^6 X_i$.

3. Resultados y discusión

Correlación o grado de asociación entre las variables independientes

Para la construcción del modelo de regresión multinivel se procedió en primera instancia a estudiar las correlaciones entre las variables en los distintos niveles de la jerarquía con la finalidad de seleccionar aquellas variables que formaran parte del modelo.

Según se aprecia en la Tabla 1 todas las variables predictoras presentan una moderada (CMC, CMVVA), alta (CMM, CMT, CMTe) y muy alta (CML) correlación positiva con la

variable dependiente (COIN), siendo las variables CML ($\rho_{X,Y} = 0,942$), CMM ($\rho_{X,Y} = 0,900$), CMT ($\rho_{X,Y} = 0,886$) y CMTe ($\rho_{X,Y} = 0,805$) las que reflejan mayor correlación con la variable dependiente a un nivel de significación del 1%. Por tanto, se seleccionó la variable Competencias de Momento Teórico (CMTe) para acompañar a la variable Competencias de Momento Lógico (CML) en la estimación del modelo.

Tabla 1. Correlaciones calculadas entre las variables predictoras con la variable dependiente medidas en el nivel 1 de la jerarquía.

	CML	CMM	CMT	CMTe	CMC	CMVVA
COIN	0,942(**) 0,000	0,900(**) 0,000	0,886(**) 0,000	0,805(**) 0,000	0,585(**) 0,000	0,526(**) 0,000
CML	1	0,777(**) 0,000	0,834(**) 0,000	0,681(**) 0,000	0,461(**) 0,000	0,401(**) 0,000
CMM		1	0,768(**) 0,000	0,667(**) 0,000	0,478(**) 0,000	0,400(**) 0,000
CMT			1	,688(**) 0,000	0,432(**) 0,000	0,378(**) 0,000
CMTe				1	0,451(**) ,000	0,393(**) 0,000
CMC					1	0,502(**) 0,000

Asimismo, se estableció la correlación biserial puntual (r_{bp}) entre las variables dicotómicas del nivel 1 (género y cursos de cuarto nivel) con las variables independientes seleccionadas, cuyos resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Coeficiente de Correlación Biserial Puntual de las variables dicotómicas del nivel 1 con los puntajes de las variables predictoras seleccionadas del nivel 1

	Género			Cursos de cuarto nivel		
	r	t	p-valor	r	t	p-valor
CML	-0,055	0,824	0,411	0,255(**)	3,932	0,000
CMTe	-0,057	0,850	0,396	0,270(*)	4,183	0,000
	Seminario de trabajo de grado I			Seminario de trabajo de grado II		
	r	t	p-valor	r	t	p-valor
CML	0,664(**)	13,275	0,000	0,716(**)	15,329	0,000
CMTe	0,512(**)	8,906	0,000	0,525(**)	9,223	0,000

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

Se observa una asociación significativa positiva al 1% entre las variables predictoras CML y CMTe con las variables Seminario de Trabajo de Grado I (ST1) ($r_{bp} = 0,664$ y $r_{bp} = 0,716$; $p < 0,01$) y Seminario de Trabajo de Grado II (ST2) ($r_{bp} = 0,512$ y $r_{bp} = 0,525$; $p < 0,01$) y una relación significativa positiva al 1% y 5% con la variable Cursos de Cuarto Nivel (CTONIVEL) ($r_{bp} = 0,255$; $p < 0,01$ y $r_{bp} = 0,270$; $p < 0,05$), pero no con la variable género, por tanto, no se descartan aquellas variables dicotómicas que presentan una relación significativa con las variables predictoras

para su inclusión al modelo multinivel.

Seleccionadas las variables predictoras Competencias de Momento Lógico y Competencias de Momento Teórico como variables del nivel 1, se tomó en cuenta sus respectivas variables promedio centradas CML_C y CMTe_C, pertenecientes al nivel 2 de la estructura jerárquica de la población de estudiantes de las maestrías UNET.

Análisis multinivel

Para modelar explícitamente la naturaleza jerárquica de los datos se inicia con no incluir variables independientes en ninguno de los dos niveles: estudiantes (nivel 1) y maestrías (nivel 2). El modelo nulo o incondicional de medias describe las Competencias Investigativas de un estudiante sin utilizar variables explicativas. Así el modelo nulo para el nivel de estudiantes viene representado por la ecuación (1) y para el nivel de maestría por la ecuación (2) tal como se indica a continuación:

$$y_{ij} = \beta_{oj} + e_{ij} \quad (1)$$

$$\beta_{oj} = \gamma_{oo} + u_{oj} \quad (2)$$

Donde y_{ij} es el puntaje la variable dependiente Competencias Investigativas (COIN) observado para el i -ésimo estudiante anidado en la j -ésima maestría; γ_{oo} representa las Competencias Investigativas promedio global de los estudiantes; u_{oj} es la variabilidad que existe entre las maestrías en términos de las competencias investigativas promedio de los estudiantes y; e_{ij} denota la variabilidad que existe en las competencias investigativas de los estudiantes anidados en la j -ésima maestría. Estos errores aleatorios del modelo nulo se distribuyen normal e independientemente (NID) con media cero y varianza constante en todas las maestrías, es decir: $e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2)$ y $u_{oj} \sim N(0, \sigma_{u0}^2)$. Sustituyendo la ecuación (2) en la ecuación (1) el modelo incondicional adopta la siguiente ecuación (3):

$$y_{ij} = \gamma_{oo} + u_{oj} + e_{ij} \quad (3)$$

El modelo de la ecuación (3) permite evaluar la magnitud relativa de los componentes de varianza dentro y entre las maestrías a través del Coeficiente de Correlación Intraclase ($\hat{\rho}$), como se indica en la ecuación (4) que según Murillo (2008), es una medida del grado de dependencia de los individuos.

$$\hat{\rho} = \frac{\sigma_{u0}^2 + \sigma_e^2}{\sigma_{u0}^2} \quad (4)$$

Una vez constatada la existencia de diferencias entre las medias de las maestrías, se realizó un nuevo análisis incorporando las variables explicativas seleccionadas del nivel 2, como fueron: Promedio centrado de Competencias de Momento Lógico (CML_C) y Promedio centrado de Competencias de Momento Teórico y (CMTe_C), lo cual llevó a la construcción del modelo de Medias como Resultados, que se denominó Modelo 2.0.

En el nivel 1 queda igual a la ecuación (1) del modelo nulo, es decir: $y_{ij} = \beta_{oj} + e_{ij}$. Las covariables del nivel 2 conllevan a que el intercepto adopte la fórmula señalada en la ecuación (5):

$$\beta_{oj} = \gamma_{oo} + \gamma_{01} z_{1j} + \gamma_{02} z_{2j} + u_{oj} \quad (5)$$

$$\text{con } z_j = Z_j - \bar{Z}$$

Donde y_{ij} son las competencias investigativas observada para el i -ésimo estudiante anidado en la j -ésima maestría; γ_{oo} es el intercepto o media total de la variable dependiente, γ_{01} y γ_{02} son las pendientes en regresión que acompañan a las variables independientes fijas del nivel 2, z_{qj} son las variables CML_C y CMTe_C, e_{ij} y u_{oj} son los efectos aleatorios asociados al nivel estudiante y maestría, respectivamente, los cuales se distribuye normalmente, $e_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$ y $u_{oj} \sim N(0, \sigma_{u0}^2)$.

El Modelo 2.0 viene representado por la ecuación (6):

$$y_{ij} = \gamma_{oo} + \gamma_{01} CML_C_j + \gamma_{02} CMTe_C_j + u_{oj} + e_{ij} \quad (6)$$

Ahora bien, como todos los estudiantes de la misma maestría tienen el mismo valor promedio de la covariable del nivel 2 y, la varianza del nivel

1 (σ_e^2) se asume que es igual en todas las maestrías, una covariable del nivel 2 no sirve para explicar las diferencias entre los estudiantes de la misma maestría para evaluar la relación existente entre las competencias investigativas y las variables del nivel de estudiantes y así obtener una ecuación de regresión para cada maestría para analizar cómo varían las intersecciones y las pendientes de esas ecuaciones.

Para ello, se incorporó covariables del nivel de estudiantes al modelo nulo, surgiendo así el tercer modelo de componentes de varianza denominado modelo de coeficientes aleatorios (Modelo 1.0), siendo éstas: Seminario de Trabajo de Grado I (ST1), Seminario de Trabajo de Grado (II), Competencias de Momento Lógico (CML) y Competencias de Momento Teórico (CMTe), que corresponden a las puntuaciones en bruto (X_{ij}) obtenidas por los estudiantes de las diferentes maestrías. Al proceder de esta manera se está asumiendo, no solo que las maestrías pueden diferir en las competencias investigativas (distintas medias), sino que la relación entre las competencias investigativas y las variables predictoras pueden no ser las mismas en todas las maestrías (distintas pendientes). En este caso el nivel 1 del Modelo 1.0 adopta la ecuación (7):

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}x_{1ij} + \beta_{2j}x_{2ij} + \beta_{3j}x_{3ij} + \beta_{4j}x_{4ij} + e_{ij} \quad (7)$$

En el caso utilizar una variable centrada se aplica la siguiente formula: $x_{ij} = X_{ij} - X$.

Por su parte en el nivel 2, el intercepto (β_{0j}) y las pendientes (β_{pj}) se ajustan según las ecuaciones (8a y 8b):

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \quad (8a)$$

$$\beta_{pj} = \gamma_{p0} + u_{pj} \quad \text{con } p = 1, 2, 3, 4 \quad (8b)$$

El coeficiente β_{pj} representa la pendiente media que relaciona las competencias investigativas de los estudiantes con las variables predictoras seleccionadas del nivel 1.

Luego del análisis inferencial el Modelo 1.0 quedo tal como se indica en la ecuación (9):

$$y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{10}ST1_{ij} + \gamma_{20}ST2_{ij} + \gamma_{30}CML_{ij} + \gamma_{40}CMTe_{ij} + u_{0j} + u_{1j}ST1_{ij} + u_{2j}ST2_{ij} + u_{3j}CML_{ij} + u_{4j}CMTe_{ij} + e_{ij} \quad (9)$$

Dónde y_{ij} denota las competencias investigativas observada para el i -ésimo estudiante anidado en la j -ésimo maestría, γ_{00} representa las competencias investigativas promedio de los estudiantes; γ_{10} denota la relación existente entre el seminario de trabajo de grado I y las competencias investigativas, controlando los efectos de las variables restantes; γ_{20} indica la relación existente entre el seminario de trabajo de grado II y las competencias investigativas, controlando los efectos de las variables restantes; γ_{30} denota el cambio en las competencias investigativas promedio de los estudiantes por cada unidad de aumento en las competencias de momento lógico, controlando los efectos de las variables restantes y; γ_{40} denota el cambio en las competencias investigativas promedio de los estudiantes por cada unidad de aumento en las competencias de momento teórico; e_{ij} es el error aleatorio del nivel de estudiantes; u_{0j} es el efecto aleatorio del nivel de maestría y u_{pj} es el efecto de la j -ésimo maestría sobre la pendiente de las variables independientes del nivel 1. Cada uno de estos errores mantiene una distribución normal e independiente, con media cero y varianza constante ($\sigma_e^2, \sigma_{u0}^2, \sigma_{pj}^2$).

El cuarto modelo es el modelo de intersecciones y pendientes como resultados (Modelo 1.2), en el cual se incluye en la parte fija variables predictoras de los niveles 1 y 2, resultando una combinación de los dos modelos anteriores, de esta manera se busca como las variables predictoras influyen en la variabilidad entre las maestrías (nivel 2) y dentro de las maestrías (nivel 1). De las variables del nivel 2 están: CML_C y CMTe_C y del nivel 1: ST1, CML y CMTe.

Así que el nivel 1 queda de la siguiente manera:

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}x_{1ij} + \beta_{2j}x_{2ij} + \beta_{3j}x_{3ij} + e_{ij} \quad (10)$$

x_{pj} = corresponde a las variables del nivel 1, con $p = 1, 2, 3$.

En el nivel 2 el intercepto es $\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} z_{1j} + \gamma_{02} z_{2j} + u_{0j}$ que es igual a $(\gamma_{00} + \sum_{q=1}^Q \gamma_{0q} z_{qj} + u_{0j})$ y las pendientes $\beta_{pj} = \gamma_{p0} + \gamma_{p1} z_{1j} + \gamma_{p2} z_{2j} + u_{pj}$, siendo z_{1j} y z_{2j} las variables del nivel 2, el cual quedó conformado de la siguiente manera:

$$y_{ij} = \gamma_{00} + \sum_{q=1}^Q \gamma_{0q} z_{qj} + \sum_{p=1}^P \gamma_{p0} x_{pj} + \sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^Q \gamma_{pq} z_{qj} x_{pj} + u_{0j} + \sum_{p=1}^P u_{pj} x_{pj} + e_{ij} \quad (11)$$

$$u_{0j} \sim N(0, \sigma_{u0}^2) \quad u_{pj} \sim N(0, \sigma_{up}^2) \quad e_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

Donde y_{ij} denota las competencias investigativas observada para el i -ésimo estudiante anidado en la j -ésimo maestría, γ_{00} son las competencias investigativas promedio de todas las maestrías; γ_{0j} (con $j = 1, 2$) es el efecto principal de las variables del nivel 2 (CML_C y CMTe_C) e indica si las competencias investigativas de las maestrías difiere de las competencias de momento lógico y teórico; γ_{p0} (con $p = 1, 2, 3, 4$) son las pendientes medias que relacionan las competencias investigativas con las puntuaciones de las variables del nivel 1; u_{0j} es el efecto del j -ésimo maestría sobre las medias; e_{ij} es el error o residuo aleatorio del nivel 1 y; u_{pj} es el efecto de la j -ésimo maestría sobre las pendientes. Los términos u_{0j} y u_{pj} representan los términos de error correspondientes al nivel 2, los cuales se asumen como independientes de los e_{ij} y tienen distribución normal multivariante con vector de medias cero.

La expresión $z_{qj} x_{pj}$ que aparece en la ecuación (11) puede interpretarse como un término de interacción que aparece en el modelo como consecuencia de modelar la pendiente de la regresión β_{pj} que acompaña a la variable independiente del nivel de los estudiantes con una variable independiente del nivel de la maestría que es z_j . Entonces, la variable independiente z_j actúa como moderadora de la relación entre la variable dependiente competencias investigativas y la variable independiente x_{pj} .

En la ecuación (12) se indica como quedó

estructurado el Modelo 1.2 con la inclusión de las variables predictoras de los niveles 1 y 2.

$$y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01} CML_C_j + \gamma_{02} CMTe_C_j + \gamma_{10} STI_{ij} + \gamma_{20} CML_{ij} + \gamma_{30} CMTe_{ij} + \gamma_{11} CML_C_j * STI_{ij} + \gamma_{12} CMTe_C_j * STI_{ij} + \gamma_{21} CML_C_j * CML_{ij} + \gamma_{22} CMTe_C_j * CML_{ij} + \gamma_{31} CML_C_j * CMTe_{ij} + \gamma_{33} CMTe_C_j * CMTe_{ij} + u_{0j} + u_{1j} STI_{ij} + u_{2j} CML_{ij} + u_{3j} CMTe_{ij} + e_{ij} \quad (12)$$

A continuación, se presenta en la Tabla 3 un resumen de los resultados hallados en los modelos propuestos del análisis multinivel de las competencias investigativas de los estudiantes de maestría de la UNET, donde se incluye las correspondientes estimaciones de los parámetros y sus errores estándar de los modelos: Nulo, 2.0, 1.0 y 1.2.

Tabla 3. Resumen de los resultados obtenidos en los modelos propuestos para el análisis multinivel de las competencias investigativas de los estudiantes de maestría de la UNET

Parámetros Fijos	Modelo nulo	Modelo 2.0	Modelo 1.0	Modelo 1.2
Intercepto (γ)	189,5164*** (3,1327)	188,8130*** (3,0366)	18,7537** (4,1842)	-
CML_C	-	1,6273*** (0,0533)	-	-
CMTe_C	-	2,0576*** (0,1446)	-	-
STI	-	-	4,0177** (1,8724)	2,6036*** (0,0119)
CML	-	-	1,5544*** (0,0663)	-
CMTe	-	-	1,9567*** (0,1414)	-
STI * CML_C	-	-	-	-0,3810*** (0,1125)
Aleatorios				
PROMAE (σ_a)	82,4874* (46,7295)	108,0316** (47,2104)	56,5397 (136,3949)	940,1924 (729,5681)
σ^2	-	-	-0,5963 (1,7116)	-12,5006 (9,6571)
σ^2	-	-	0,0072 (0,0215)	0,1669 (0,1281)
Residuos (σ_e)	497,6646*** (48,0495)	32,5436*** (3,1685)	31,2056*** (3,2238)	58,6819*** (5,9254)
Correlación intracласe (ρ)	0,142	0,769	0,646	0,941
-2 log de la verosimilitud restringida	2,046,274	1,469,061	1,432,736	1,590,611

Dentro de los aspectos a destacar de la Tabla 3, se evidencia una correlación intraclase de 0,142. Esto significa que el 14,2% de la variabilidad de las competencias investigativas se deben a las diferencias de las maestrías, cifra que permite señalar, que es adecuado el uso del análisis multinivel para los datos obtenidos en la presente investigación. Asimismo, el valor de significación para la varianza del nivel 2 revela que existen diferencias entre las medias de las maestrías respecto a las competencias investigativas.

En la Tabla 4, se incluye un resumen de los modelos antes descritos sobre las estimaciones de las varianzas del nivel de maestría (σ_e^2) y nivel de estudiante (σ_{u0}^2), así como la reducción de la variabilidad por explicar de la variabilidad total para cada nivel, la estimación de la correlación intraclase para las dos niveles De estos resultados se descarta inicialmente los Modelos 2.0 y 1.2 porque no se consigue una reducción en la variabilidad en el nivel 2 aunque si en el nivel 1, en cambio, el modelo 1.0 logra una reducción importante en la variabilidad por explicar entre y dentro de las maestría, es decir, la incorporación de variables del nivel 1 en la parte fija del modelo consigue una considerable variabilidad.

Tabla 4. Resumen de las estimaciones para los parámetros de covarianza de los tres modelos

Modelo	σ^2	σ^2	Reducción		Total de varianza
			σ^2	σ^2	
Nulo	82,4874	497,6646	-	-	580,152
2.0	108,0316	32,5436	-0,310	0,935	140,575
1.0	56,5397	31,2056	0,315	0,937	87,745
1.2	940,1124	58,5819	-10,397	0,882	998,694

Al definir la parte fija del modelo para construir el modelo lineal multinivel se seleccionan las variables del nivel 1: ST1, CML y CMTe y del nivel 2 CML_C y CMTe_C.

Nivel 1:

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}x_{1ij} + \beta_{2j}x_{2ij} + \beta_{3j}x_{3ij} + e_{ij} \quad (13)$$

Nivel 2: Para el intercepto: $\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}z_{1j} + \gamma_{02}z_{2j} + u_{0j}$ y para las pendientes:

$$\beta_{pj} = \sum_{p=1}^3 \gamma_{p0} + \sum_{p=1}^3 \sum_{q=1}^2 \gamma_{pq} z_{qj} + \sum_{p=1}^P u_{pj} \quad (14)$$

Sustituyendo la ecuación (14) en la ecuación (13) nos queda el siguiente modelo combinado:

$$y_{ij} = \gamma_{00} + \sum_{q=1}^2 \gamma_{0q} z_{qj} + \sum_{p=1}^3 \gamma_{p0} x_{pij} + \sum_{p=1}^3 \sum_{q=1}^2 \gamma_{pq} z_{qj} x_{pij} + u_{0j} + \sum_{p=1}^3 u_{pj} x_{pij} + e_{ij} \quad (15)$$

$$u_{0j} \sim N(0, \sigma_{u0}^2) \quad u_{pj} \sim N(0, \sigma_{up}^2) \quad e_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

Sin embargo, al realizar un test tipo III de contrastes de efectos fijos para los modelos de componentes de varianzas definidos para las competencias investigativas de los estudiantes cursantes de las maestrías de la UNET, la ecuación (15) quedaría como se menciona a continuación, la cual se denominará Modelo CI:

$$COIN_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01} CML_C_j + \gamma_{02} CMTe_C_j + \gamma_{10} ST1_{ij} + \gamma_{20} CML_{ij} + \gamma_{30} CMTe_{ij} + \gamma_{11} CML_C_j * ST1_{ij} + u_{0j} + u_{1j} ST1_{ij} + u_{2j} CML_{ij} + u_{3j} CMTe_{ij} + e_{ij} \quad (16)$$

Una vez seleccionado un modelo lineal multinivel (ver ecuación 16), a la parte aleatoria del Modelo CI se incorporó términos de error asociados a los efectos de las variables predictoras. Se usa una estructura de covarianzas de tipo sin estructura por considerar que ésta es la más general. Para verificar que la incorporación de dichos términos de error es significativa se aplica un Test de X2 de Verosimilitud tomando como referencia al modelo CI, cuyos resultados se indican en la Tabla 5.

Tabla 5. Test de X2 de Verosimilitud para los modelos obtenidos al incluir el efecto aleatorio para cada variable predictora de las competencias investigativas de los estudiantes de las maestrías de la UNET

Variable incluida	Modelo reducido		Modelo completo		Deviance	gl	p-valor
	(Modelo CI)		(con la variable incluida)				
	-2LL	Nº de parametros estimados	-2LL	Nº de parametros estimados			
ST1	1.436,837	1	1.428,682	2	8,155	1	0,0043
CML	1.436,837	1	1.425,788	2	11,049	1	0,0009
CMTe	1.436,837	1	1.426,426	2	10,411	1	0,0013

Según se observa en la Tabla 5, la inclusión de las variables ST1, CML y CMTe, como términos de error al modelo CI demuestra que son significativas ya que el p-valor resultó ser menor

a 0,05; por consiguiente, las pendientes medias que relacionan las competencias investigativas con las puntuaciones de las variables del nivel 1 son significativas, por lo que estas variables predictoras pueden ser seleccionadas como parte aleatoria del modelo CI.

El modelo multinivel queda como el señalado en la ecuación (16). A este modelo conformado por variables independientes del nivel de estudiantes (ST1, CML, CMTe) y del nivel de maestrías (CML_C, CMTe_C) se establece cuál es la estructura de covarianza (con intersección + la parte aleatoria como efecto principal) más apropiada para estimar los parámetros fijos y aleatorios, dando como resultado la estructura de covarianza denominada Identidad, ya que las demás su matriz hessiana final no es definitiva a pesar de que se satisfacen los criterios de convergencia o no se ha conseguido la convergencia.

Conforme a lo señalado en la ecuación (16), para la selección de las variables predictoras que serán incluidas en el modelo lineal multinivel definitivo se procedió a realizar un análisis para la obtención de los parámetros de efectos fijos y covarianzas, donde se usó una estructura de covarianzas de tipo Identidad, con intersección y CML como parte aleatoria a objeto de identificar qué variables predictoras son significativas a un nivel de significación al 5% o 10%, cuyos resultados se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Estimación de los parámetros fijos del Modelo CI (completo)

Parámetro	Estimación de los parámetros de efectos fijos ^(a)				
	Estimación	Error típico (SE)	<i>g l</i>	<i>t</i>	p-valor
Intersección	9,925	15,339	8,979	0,646	0,535
ST1	0,632	2,494	217,874	0,253	0,800
CML	2,181	0,244	10,778	8,941	0,000
CMTe	0,742	0,590	10,046	1,257	0,237
CML_C	-0,427	0,283	16,540	-1,506	0,151
CMTe_C	1,292	0,606	11,344	2,133	0,056
ST1*CML_C	-0,251	0,136	214,188	-1,847	0,066

^(a)Variable dependiente: Competencias investigativas.

De los resultados expuestos en la Tabla 7 solo las variables Competencias de Momento Lógico, Competencias de Momento Teórico centrado y la interacción ST1*CML_C resultaron ser significativas al 5%, aunque la variable CMTe_C

y la interacción ST1*CML_C a un nivel del 10%; tanto el intercepto como las variables: ST1, CMTe, CML_C se excluyen del modelo CI por no ser significativas. Puede notarse que de las variables eliminadas dos de ellas tienen un efecto secundario a través de la interacción ($\hat{\gamma}_{11} = -0,2506, p < 0,10$). Así que el modelo CI, ahora denominado Modelo CI.1 tiene la siguiente estructura:

$$COIN_{ij} = \gamma_{01} CMTe_C_j + \gamma_{10} CML_{ij} + \gamma_{11} CML_C_j * ST1_{ij} + u_{oj} + e_{ij} \quad (17)$$

Donde $\hat{\gamma}_{10}$ indica el cambio en las COIN promedio de los estudiantes por cada unidad de aumento en las CML controlando los efectos de las variables restantes, o la relación existente entre las CML y las COIN, controlando los efectos de las variables restantes; γ_{11} es el cambio en las competencias investigativas promedios de los estudiantes como consecuencia de las competencias de momento teórico de la maestría y; $\hat{\gamma}_{11}$ es la interacción cruzada entre Seminario de Trabajo Grado I y las Competencias de Momento Lógico centrada; u_{oj} es el efecto aleatorio de la *j*-ésima maestría sobre las medias y; e_{ij} es el error aleatorio del nivel 1. Estos errores se asumen con distribución normal e independiente con media cero y varianzas constantes ($\sigma_{u0}^2, \sigma_e^2$) respectivamente. (Ver tabla 7).

Tabla 7. Resumen de los resultados obtenidos en el Modelo CI.1 para el análisis multinivel de las competencias investigativas de los estudiantes de maestría de la UNET

Parámetros	Modelo CI.1 (reducido)	Modelo CI.1 (completo)
Fijos		
	2,5882***	2,1012
CML	(0,0195)	(8,8010)
CMTe_C	1,3376***	1,8710***
	(0,1524)	(0,1513)
ST1*CML_C	-1,0031***	-0,6090***
	(0,0841)	(0,1085)
Aleatorios		
PROMAE ($\sigma_u \theta$)	20,4416	929,4095*
	(15,1594)	(548,7744)
Residuos (σ_e)	46,3568***	32,6263***
	(4,6511)	(3,6330)
-2 log de la verosimilitud restringida	1.535,046	1.617,613

* $p < .10$; ** $p < .05$; *** $p < .01$

Al Modelo CI.1 se procedió a realizar un análisis excluyendo la variable CML del componente aleatorio (modelo reducido) e incluyendo dicha variable en el componente aleatorio (modelo completo), cuyos resultados se reseñan en la Tabla 7.

Al excluir la variable CML se observa que es significativa en el componente fijo, no así cuando se incluye como parte del componente aleatorio. Tanto la variable CMTe_C como la interacción ST1*CML_C son estadísticamente significativas en ambos modelos.

Haciendo una comparación de los dos modelos señalados en la Tabla 7, el modelo multinivel final queda estructurado de la siguiente manera:

$$COIN_{ij} = 1,3376 * \gamma_{01} + 2,5882 * \gamma_{10} - 1,0031 * \gamma_{11} + u_{oj} + e_{ij} \quad (18)$$

$$\hat{\sigma}_e^2 = 46,3568 \hat{\sigma}_{u0}^2 = 20,4416$$

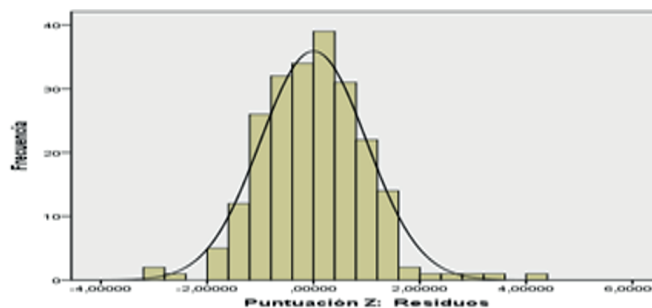
Donde γ_{01} es la pendiente de regresión de las competencias de momento teórico centrada, γ_{10} es la pendiente de regresión de las competencias de momento teórico y γ_{11} es la pendiente de regresión de la interacción de seminario de trabajo de grado I con las competencias de momento lógico centrada, sustituyendo estas variables en la ecuación 18 nos queda:

$$COIN_{ij} = 1,3376 * CMTe_{-} C_j + 2,5882 * CML_{ij} - 1,0031 * ST1_{ij} * CML_{-} C_j + u_{oj} + e_{ij}$$

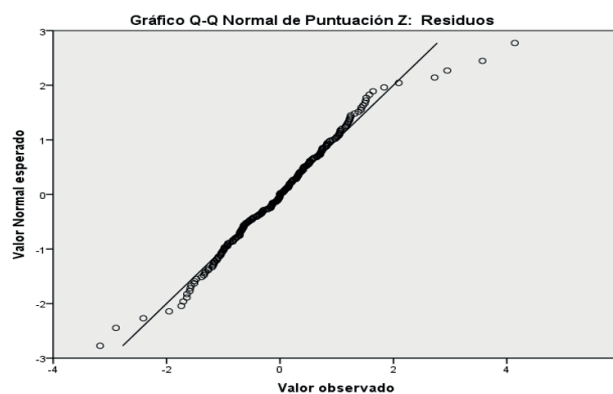
En la Figura 1 se expone los gráficos que permiten verificar los supuestos de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza del modelo lineal multinivel definitivo (Modelo CI.1)

De acuerdo con los gráficos se observa que los residuos tienden distribuirse normalmente, puesto que los datos del histograma muestran una forma de campana, donde la media tiende a cero y una desviación estándar igual a cero, además en el gráfico Q-Q se aprecia que los valores de

los residuos tienden a alinearse completamente sobre la recta. Además, Respecto a la prueba de homogeneidad de las varianzas de los residuos se observa en el gráfico que si se exceptúa algún residuo atípico que está por encima de 4 los residuos no presentan estructura definida respecto de los valores predichos por el modelo por lo que no se debe rechazar la hipótesis de homocedasticidad.



Histograma de residuos estandarizados



Q-Q normal de residuos estandarizados

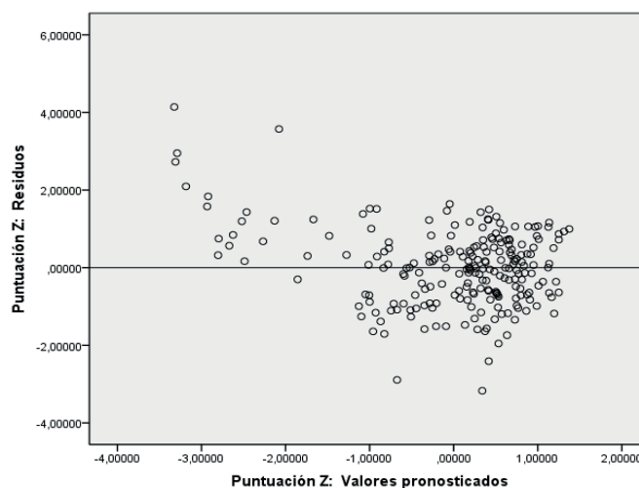


Diagrama de dispersión de los pronósticos tipificados y los residuos estandarizados

Figura 1. Gráficos de normalidad y homogeneidad del modelo CI.1

Como último paso es evaluar la calidad del modelo propuesto a través del Coeficiente de determinación R^2 para conocer cuanta varianza de la maestría y del estudiante es explicada por el modelo. De esta forma, se puede estimar el coeficiente de determinación para el nivel 1 (estudiantes), R_1^2 , y para el nivel 2 (maestría), R_2^2 , con la siguiente fórmula:

$$R^2 = 1 - \frac{\overline{\text{var}(final)}}{\text{var}(nulo)}$$

Donde $\text{var}(final)$ representa la varianza residual en el modelo cuyo poder explicativo se puede evaluar a través de R^2 y $\text{var}(nulo)$ es la varianza del modelo nulo. Aplicando la fórmula para cada nivel se puede afirmar que el ajuste del modelo es bueno, porque el coeficiente de determinación R^2 para el nivel de estudiantes es 0,907 con el que se estaría explicando el 90,7% de la variabilidad observada en las competencias investigativas y, el de la maestría es 0,752 con el cual se estaría explicando el 75,2% de la variabilidad observada en las competencias investigativas. Por lo tanto, el modelo CI.1 es adecuado para describir la relación existente entre las variables predictoras seleccionadas con las competencias investigativas de los estudiantes de maestría de la UNET.

4. Conclusiones

Se pudo verificar la fortaleza del uso de los modelos multinivel para el análisis de datos con estructura jerárquica ya que ofrecen distintas ventajas respecto a los modelos de regresión lineal tradicionales, como por ejemplo brindan resultados más realistas porque modelan cada nivel de jerarquía, no requieren la hipótesis de independencia entre las medidas de la variable resultado y también dan estimaciones más precisas.

Al utilizar modelos de regresión clásicos para evaluar las competencias investigativas en los estudiantes de maestrías necesariamente se tendría que recurrir a varias ecuaciones, una por maestría, por tal motivo conviene analizar los datos a través

de modelos de regresión más complejos como es el caso de modelos multinivel que permite a cada maestría tener su propia ecuación porque se agrupa a los estudiantes en maestría se elimina el hecho de considerar que todos presentan las mismas condiciones en cuanto a competencias investigativas, sin embargo, no es así, porque los estudiantes de una misma maestría son dependientes, no así entre maestría.

Como parte de las recomendaciones que surgen del presente estudio es extender la investigación a otros programas de cuarto nivel de diferentes universidades, donde podrían hacerse comparaciones entre una y otra universidad para la obtención de un modelo multinivel generalizado. Igualmente se podría replicar esta investigación no solo utilizando los estudiantes, sino también a los docentes, toda vez que existen una gamma de perfiles que de alguna manera pudieran estar influyendo en la adquisición de competencias investigativas.

5. Referencias

- Aitkin, M., Anderson, D. y Hinde, J. (1981). Statistical modelling of data on teaching styles (with discussion). *Journal of the Royal Statistical Society, Serie A*, 144, 148-161.
- Álvarez, V., Orozco, O. y Gutiérrez, A. (2011). La formación de competencias investigativas profesionales, una mirada desde las ciencias pedagógicas. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 3(24).
- Beltrán, S. (2006). *Competencias investigativas*. España: Ariel.
- Bennett, N. (1976). *Teaching styles and pupil progress*. London: Open Books.
- Castro, A. (2003). *Aprendizaje de la investigación en estudiantes universitarios*. Caracas. Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez.

- Gutiérrez, V. y Toledo, M. (2012). Influencia de la intimidación (bullying) y la relación profesor - estudiante sobre el rendimiento en PISA 2009: un estudio multinivel. Fondo de Investigación y Desarrollo En Educación – FONIDE. Departamento de Estudios y Desarrollo.
- Hernández, C., Prada, R. y Ramírez, P. (2017). Análisis de las competencias investigativas en docentes del Sistema Educativo Colombiano. (Comps.) Enfoque Basado en Competencias: Modernización de la Educación y diseño Curricular, Publisher: Corporación Centro Internacional de Marketing Territorial para la Educación y el Desarrollo. Corporación CIMTED, pp.158-176
- Murillo, F. (2008). Los modelos multinivel como herramienta para la investigación educativa. *Revista Internacional de Investigación en Educación*, 1, 45-62.
- Pérez, V. (2013). Los modelos multinivel en el análisis de factores de riesgo de sibilancias recurrentes en lactantes. Enfoques frecuentista y bayesiano. Tesis doctoral no publicada, Universidad de Murcia, España.
- Zambrano, J. (2012). Análisis multinivel del rendimiento escolar en matemáticas para grado cuarto de educación básica primaria en Colombia. Trabajo de maestría no publicado, Universidad del Valle, Colombia.