

LA MODELIZACIÓN MATEMÁTICA Y SU CORRELACIÓN CON LA MATEMATIZACIÓN GEOLÓGICA PARA LA FORMACIÓN DE COMPETENCIAS PROFESIONALES EN INGENIERÍA GEOLÓGICA

Mathematical Modeling and its Correlation with Geological
Mathematization for the Development of Professional Competencies
in Geological Engineering

Flores Condarco, Cándido Jesús

Carrera de Ingeniería Geológica. Docente

jesusflorescondarco@gmail.com

La Paz - Bolivia

Resumen

El propósito de la investigación es “determinar la relación estadística entre la modelización matemática y la matematización geológica obteniendo dirección y grado del coeficiente de correlación, orientado a plantear una propuesta académica para la mejora en la formación de competencias profesionales de los estudiantes en la carrera de Ingeniería Geológica de la Universidad Mayor de San Andrés 2024-2025”. Se desarrolla según el paradigma positivista, con enfoque cuantitativo, el diseño es no experimental de tipo Correlacional y método hipotético-deductivo. El análisis de consistencia de la investigación se inicia con la elaboración de la matriz de consistencia para luego realizar la operacionalización de las variables y se elaboran los instrumentos tipo Likert: cuestionarios 1 que mide la actitud hacia la modelización matemática y el cuestionario 2 que mide la actitud hacia la matematización geológica. El análisis de tendencia se inicia con la obtención de información, mediante encuestas aplicadas a estudiantes y docentes a través de los Cuestionario 1 y Cuestionario 2, a partir de ello se realiza el análisis de correlación, mediante el programa estadístico SPSS 22, cuyos hallazgos son analizados e interpretados tomando en cuenta los objetivos planteados y las hipótesis de investigación. Los resultados de la investigación revelaron

que la correlación estadística entre las variables “modelización matemática” y la “matematización geológica” es de dirección positiva entre las variables, con grado bajo y moderado para los estudiantes, y moderado, alto y muy alto para los docentes.

Palabras clave: Modelización matemática, matematización geológica, coeficiente de correlación.

Abstract

The purpose of this research is to “Determine the statistical relationship between mathematical modeling and geological mathematization by obtaining the direction and degree of the correlation coefficient, aimed at proposing an academic framework to improve the professional skills of students in the Geological Engineering program at the Universidad Mayor de San Andrés during the 2024-2025 period.” The research is conducted according to the positivist paradigm, with a quantitative approach, and a non-experimental correlational design using a hypothetical-deductive method. The consistency analysis of the research begins with the construction of the consistency matrix, followed by the operationalization of the variables, and the Likert-type instruments are developed: questionnaire 1, which measures attitude towards mathematical modeling, and questionnaire 2, which measures attitude towards geological mathematization. The trend analysis begins with data collection through surveys applied to students and teachers using Questionnaire 1 and 2., from this, a correlation analysis using the statistical software SPSS 22. The findings are analyzed and interpreted considering the stated objectives and research hypotheses. The results revealed a positive statistical correlation between the variables “mathematical modeling” and “geological mathematization”, with a low to moderate degree of correlation for students, and moderate to high and to very high degrees for teachers.

Keywords: mathematical modeling, geological mathematization, correlation coefficient.

1. Introducción

En el ámbito de la formación universitaria los estudiantes de Ingeniería geológica preguntan para qué se estudia matemática y cómo se aplican esos conocimientos. Responder a estas preguntas, requiere tener conocimientos sólidos de los conceptos de la matemática y la capacidad para aplicar estos conocimientos en la resolución de problemas geológicos. Es importante orientar el proceso enseñanza aprendizaje en las diferentes asignaturas del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Geológica en la formación de competencias en los estudiantes en las áreas de la geología, basados en la adquisición de conocimientos (saber), la generación de habilidades, destrezas (saber hacer), actitudes y valores (saber ser), que inevitablemente se sustentan en conocimientos de la matemática expresados en modelos matemáticos relacionados con los conocimientos de la geología y software especializados.

La investigación que se desarrolla en el período 2024 y 2025, es la Correlación estadística de la modelización matemática con la matematización geológica orientada a la formación de competencias profesionales (objeto de estudio). El ámbito académico donde se desarrolla la investigación es la Carrera de Ingeniería Geológica dependiente de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Mayor de San Andrés.

“La modelización matemática es una estrategia didáctica de aprendizaje de la matemática a través de los modelos matemáticos y la resolución de problemas encuadrados en contextos reales permitiendo la combinación de diferentes tareas según las necesidades de los estudiantes”. (Marcipar, 2009, p.1)

Según Suarez (2016): “La matematización es un proceso que diseña y desarrolla modelos conceptuales basados en leyes de la naturaleza en notación matemática y la concretización es el proceso de transferir un modelo matemático a la realidad”. (p.35)

La matematización geológica es la aplicación de métodos matemáticos para resolver problemas de la geología. Utiliza

herramientas como el cálculo, la estadística, el análisis de fractales y la modelación computacional para estudiar y comprender fenómenos geológicos complejos, desde la estructura de las rocas hasta los procesos tectónicos y la dinámica de fluidos

Pregunta de investigación

¿De qué manera se relacionan estadísticamente la modelización matemática y la matematización geológica para que el coeficiente de correlación tenga dirección positiva, grado moderado y alto, orientado a plantear una propuesta académica considerando que el 40% de los estudiantes presenta bajo rendimiento en matemática según informe académico 2023, para la formación de competencias profesionales de la carrera de Ingeniería Geológica de la Universidad Mayor de San Andrés 2024-2025?

Objetivo general

Determinar la relación estadística entre la modelización matemática y la matematización geológica obteniendo dirección y grado del coeficiente de correlación, orientado a una propuesta académica para la mejora en la formación de competencias profesionales de los estudiantes en la carrera de Ingeniería Geológica de la Universidad Mayor de San Andrés 2024-2025.

Objetivos específicos

- Identificar si existe una relación positiva entre la dimensión interacción con la realidad de la modelización matemática, con la dimensión identificación de un problema geológico de la matematización geológica.
- Establecer si la dimensión, matematización de situaciones o fenómenos provenientes de la realidad de la modelización matemática, se relaciona positivamente con la dimensión matematización de problemas geológicos.
- Valorar la relación entre, la dimensión desarrollo del modelo matemático de la modelización matemática, con la dimensión de concretización de la matematización geológica.

Hipótesis general

La modelización matemática se relaciona estadísticamente con la matematización geológica con coeficiente de correlación esperada de dirección positiva, grado moderado y alto que significa valores en el intervalo 0.40 – 0.79, orientado plantear una propuesta académica de mejora en la formación de competencias profesionales de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Geológica de la Universidad Mayor de San Andrés 2024-2025.

Hipótesis específicas

- Existe una relación positiva entre la dimensión interacción con la realidad de la modelización matemática, con la dimensión identificación de un problema geológico de la matematización geológica.
- La dimensión matematización de situaciones o fenómenos provenientes de la realidad de la modelización matemática, se relaciona positivamente con la dimensión matematización de problemas geológicos de la matematización geológica.
- La dimensión desarrollo del modelo matemático de la modelización matemática, se relaciona positivamente con la dimensión de concretización de la matematización geológica.

2. Materiales y Métodos

La investigación se desarrolla en el marco del paradigma positivista con enfoque cuantitativo donde el diseño es no experimental de tipo correlacional y método hipotético-deductivo.

En la investigación se considera el paradigma positivista, porque su característica pone énfasis en la observación empírica, es decir el conocimiento se basa en lo que se observa y experimenta objetivamente, y tiene como objetivo comprobar la hipótesis de investigación.

“El enfoque es cuantitativo porque es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente. En este enfoque se plantean hipótesis y se determinan variables”. (Hernández et al., 2010, p. 4)

El diseño de la investigación es no experimental. Según Hernández et al. (2010) “En un estudio no experimental se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. Las variables ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo ni se puede influir sobre ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos”. (p. 149)

El tipo de investigación es correlacional en el cual el investigador mide dos variables de las cuales se necesita tomar datos, los datos están ahí en el problema de investigación.

La población de estudio constituye 21 docentes y 400 estudiantes de la carrera de Ingeniería geológica; la muestra obtenida de la población estudiantil es de tipo probabilístico y constituido por 76 individuos y la de docentes el muestreo por bola de nieve conduce a 15 profesionales.

A través del proceso de operacionalización de las variables “modelización matemática” y “matematización geológica” y sus correspondientes dimensiones se determina los ítems de los Cuestionarios 1 y 2 tipo Likert, tal como se describe en la tabla 1. Los instrumentos fueron validados mediante la determinación del coeficiente del Alfa de Cronbach.

Tabla 1. Variables y número de ítems por dimensión e indicador

| 0 | Variable 1 Modelización matemática | | Variable 2 Matematización geológica | | Cuestionario 1 Tipo Likert | Cuestionario 2 Tipo Likert |
|---|---|--|---|--|-------------------------------|-------------------------------|
| | Dimensión | Indicador | Dimensión | Indicador | Ítems | Ítems |
| 1 | Interacción con la realidad | Identifica un objeto o fenómeno natural o social | Identificación de un problema geológico | Genera y activa el conocimiento geológico | 1 | 1 |
| | | | | | 2 | 2 |
| 2 | Matematización de situaciones o fenómenos provenientes de la realidad | Modeliza una situación o fenómeno en notación matemática | Matematización de problemas geológicos. | Diseña y desarrolla modelos conceptuales geológicos en notación matemática | 3 | 3 |
| | | | | | 4 | 4 |
| 3 | Desarrollo del Modelo matemático | Resuelve el modelo matemático | Concretización | Transfiere un modelo matemático a la realidad del problema geológico | 5 | 5 |
| | | | | | 6 | 6 |
| | | | | | 7 | 7 |
| | | | | | 8 | 8 |
| | | | | | 9 | 9 |
| | | | | | 10 | 10 |

3. Resultados

En el diagnóstico del problema se obtiene la información de relación entre las variables modelización matemática y matematización geológica a través de encuestas a estudiantes y docentes mediante la aplicación de los cuestionarios 1 y 2. Para realizar el análisis y optimizar el tiempo se utiliza el paquete estadístico para Ciencias Sociales SPSS 22 (Quezada, 2014, p. 147), mediante el cual se calcula el coeficiente de correlación entre las variables modelización matemática y matematización geológica sin la influencia de variables extrañas. Se obtuvieron 8 resultados de correlación estadística de Spearman entre las variables y sus dimensiones, cuatro correspondiente a estudiantes y cuatro a docentes, tal como se muestra en la Tabla 4.

Los hallazgos más relevantes de estudiantes y docentes se refieren a la correlación Spearman entre la Variable 1: modelización matemática y la Variable 2: matematización geológica, que se muestran en las tablas 2 y 3 y Figuras 1 y 2

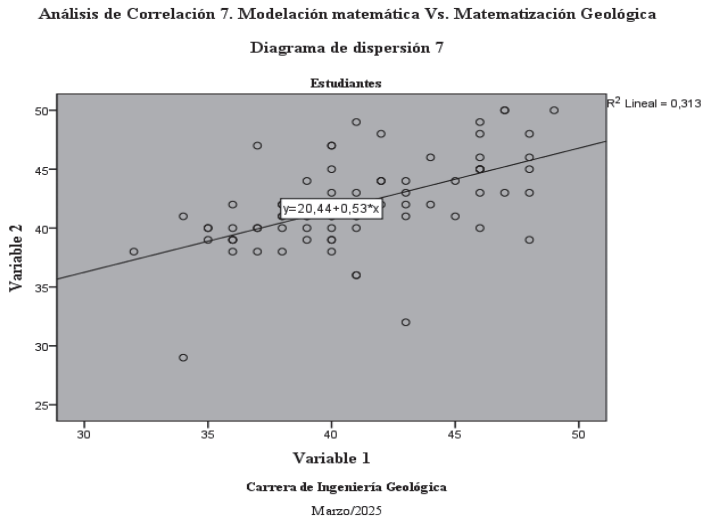
Tabla 2. Resultado o hallazgo 7 de la correlación de Spearman de estudiantes

| Correlaciones | | | | |
|-----------------|------------|-----------------------------|------------|------------|
| | | | Variable 1 | Variable 2 |
| Rho de Spearman | Variable 1 | Coefficiente de correlación | 1,000 | 0,588** |
| | | Sig. (bilateral) | . | 0,000 |
| | | N | 76 | 76 |
| | Variable 2 | Coefficiente de correlación | 0,588** | 1,000 |
| | | Sig. (bilateral) | 0,000 | . |
| | | N | 76 | 76 |

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Nota. Nivel de significancia El complemento al nivel de significancia es el nivel de confianza 0.99 (99%)

Figura 1. Diagrama de dispersión 7 del análisis de correlación 7. Estudiantes

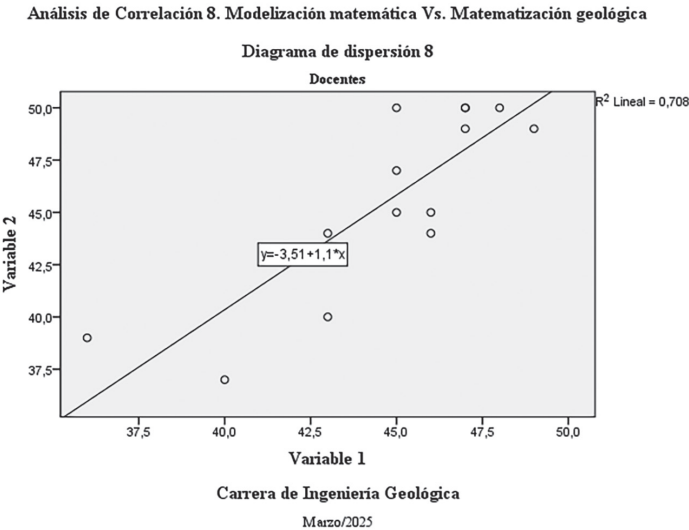


Nota. Variable 1: modelización matemática, Variable 2: matematización geológica

Tabla 3. Resultado o hallazgo 8 de la correlación de Spearman correspondiente a docentes

| Correlaciones | | | | |
|---|------------|-----------------------------|------------|------------|
| | | | Variable 1 | Variable 2 |
| Rho de Spearman | Variable 1 | Coefficiente de correlación | 1,000 | 0,819** |
| | | Sig. (bilateral) | . | 0,000 |
| | | N | 15 | 15 |
| | Variable 2 | Coefficiente de correlación | 0,819** | 1,000 |
| | | Sig. (bilateral) | 0,000 | . |
| | | N | 15 | 15 |
| **. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas). | | | | |

Figura 2. Diagrama de dispersión 8 de análisis de correlación 8. Docentes



Nota. Variable 1: modelización matemática, Variable 2: matematización geológica

Los resultados que se obtienen del análisis correlacional se muestran en la siguiente tabla

Tabla 4. *Dirección, grado de relación y nivel de confianza*

| Resultado | Estamento | Dirección y grado de relación | Nivel de confianza |
|------------|-------------|--|--------------------|
| Hallazgo 1 | Estudiantes | Rho = +0.246 Relación positiva baja | 95% |
| Hallazgo 2 | Docentes | Rho = +0.634 Relación positiva alta | 95% |
| Hallazgo 3 | Estudiantes | Rho = +0.483 Relación positiva moderada | 99% |
| Hallazgo 4 | Docentes | Rho = +0.542 Relación positiva moderada | 95% |
| Hallazgo 5 | Estudiantes | Rho = +0.530 Relación positiva moderada | 99% |
| Hallazgo 6 | Docentes | Rho = +0.553 Relación positiva moderada | 95% |
| Hallazgo 7 | Estudiantes | Rho = +0.588 Relación positiva moderada | 99% |
| Hallazgo 8 | Docentes | Rho = +0.819 Relación positiva muy alta | 99% |

4. Discusión

De acuerdo a los hallazgos y tomando en cuenta los conceptos sobre correlación estadística entre dos variables según Martínez Ortega et al. (2009) se tienen las siguientes interpretaciones:

- La correlación positiva baja (Rho = +0,246) con un nivel de confianza de 95%, que se da para los estudiantes entre la dimensión “interacción con la realidad” de la modelización matemática con la dimensión “identificación de un problema geológico” de la matematización geológica indica que existe una relación débil entre ambas variables, es decir ambas tienden a aumentar o disminuir en la misma dirección, pero su asociación no es fuerte. Para los docentes la correlación positiva alta (Rho = +0.634), con un nivel de confianza

del 95%, indica que la relación entre la “interacción con la realidad” de la modelización matemática es fuerte y directa con la “identificación de un problema geológico” de la matematización geológica.

- La correlación positiva moderada para docentes ($Rho = +0.542$) con nivel de confianza del 95% y estudiantes ($Rho = +0.483$) y con un nivel de confianza de 99% entre la dimensión “Matematización de situaciones o fenómenos provenientes de la realidad” de la modelización matemática y la dimensión “Matematización de problemas geológicos” de la matematización geológica, significa que existe una relación entre las dos variables de tal manera que a medida que aumenta el aprendizaje de la matemática a través de situaciones o fenómenos provenientes de la realidad, también tiende a aumentar el aprendizaje de la geología mediante la matematización de problemas geológicos y viceversa.
- La correlación positiva moderada para estudiantes ($Rho = +0.530$) con un nivel de confianza del 99% y docentes ($Rho = +0.553$) con un nivel de confianza de 95%, entre la dimensión “Desarrollo del Modelo matemático” de la modelización matemática y la dimensión “Concretización” de la matematización geológica, indica que existe una relación entre las dos variables de manera tal que a medida que aumenta el aprendizaje de la matemática a través del desarrollo y resolución de modelos matemáticos, también aumenta el aprendizaje de conceptos geológicos a través de la concretización, que significa transferir modelos matemáticos para la resolución de problemas geológicos.
- Finalmente la correlación entre la variable “modelización matemática” y “la matematización geológica” es positiva y moderada para los estudiantes ($Rho = +0.588$) con un nivel de confianza de 99% , lo que significa que existe una relación entre dos variables donde a medida que aumenta el aprendizaje de la matemática a través de la modelización matemática también aumenta el aprendizaje de la geología a través de la matematización geológica, destacando que para

los estudiantes esta relación no es muy fuerte ni muy débil se encuentra en un nivel intermedio. En cambio, para los docentes la correlación entre las dos variables es directamente positiva muy alta ($Rho = +0.819$) con un nivel de confianza de 99%, que indica una relación fuerte y predecible entre la modelización matemática y la matematización geológica.

5. Conclusiones

En la investigación de tipo correlacional se establecen las siguientes conclusiones:

- Los resultados de la investigación revelaron que la correlación estadística entre las variables “modelización matemática” y la “matematización geológica” es de dirección positiva, es decir a mejor aprendizaje de la matemática a través de modelos matemáticos mejor es el aprendizaje de la geología. La modelización matemática como estrategia didáctica de aprendizaje de la matemática aporta positivamente en el proceso de la matematización de problemas de la geología y la concretización al transferir modelos matemáticos a la realidad.
- Los hallazgos obtenidos constituyen indicadores para autoridades y docentes a objeto de planificar el desarrollo curricular de las asignaturas, basados en la relación de la matemática, la estadística, la geología y modelos computacionales orientados a la adquisición de conocimientos (Saber) la formación de habilidades, destrezas (Saber hacer), actitudes y valores (Saber ser), orientados a la formación de competencias profesionales en geología.
- Se plantea una propuesta académica basada en el fortalecimiento del proceso enseñanza aprendizaje de la geología, con sustento en los modelos matemáticos y Software especializados que facilitan la resolución de problemas de la geología en sus áreas como la geotecnia, hidrogeología, geología de minas, geología estructural, geofísica y otros. Debido al gran número de datos y cálculos

necesarios para las interpolaciones, son usados softwares como R, Python, S-Gems, QGIS, Arcmap, logas, etc. los que deben ser actualizados mediante cursos o talleres.

Referencias

- Barbieri, R. y Garelik, C. (2021). La matemática y las geociencias. Material didáctico para la enseñanza de la matemática aplicada a las ciencias de la tierra. Rio Negro, Argentina: Editorial UNRN.
- Coa, R.E y Obregón, J.V. (2020). Modelación Matemática como Estrategia Didáctica: Una Perspectiva Procedimental de Formación Académica y Científica. Revista Tecnológica Educativa Docentes 2.0. Universidad César Vallejo, y Universidad Norbert Wiener, Perú.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, M. (2014). Metodología de la Investigación (6ta Ed.). México, D.F., México: McGraw-hill/ Interamericana Editores, S.A.de c.v.
- Marcipar, S. (2009) Modelización: una forma de encontrar el sentido de la matemática. Universidad Nacional del Litoral. [https://www.unl.edu.ar/noticias/leer/5974/Modelizacion_ una_forma_de_encontrar_el_sentido_de_la_matematica.html](https://www.unl.edu.ar/noticias/leer/5974/Modelizacion_una_forma_de_encontrar_el_sentido_de_la_matematica.html).
- Martínez Ortega, R.M., Tuya Pendás, L.C., Martínez Ortega M., Pérez Abreu, A., Cánovas, A.M. (2009) El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman
- Caracterización. Revista Habanera de Ciencias Médicas, Vol. 8, núm. 2, abril, junio, 2009 Universidad de ciencias médicas de la Habana Ciudad de la Habana, Cuba. [https://www. redalyc.org/pdf/1804/180414044017.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/1804/180414044017.pdf)
- Periañez, A. (2021). Los tres saberes en el aprendizaje por competencias. [https:// es.linkedin.com/pulse/los-3-saberes-en-el-aprendizaje-por-competencias-%C3%A1ngela](https://es.linkedin.com/pulse/los-3-saberes-en-el-aprendizaje-por-competencias-%C3%A1ngela)
- Quezada, L.N. (2014) Estadística con SPSS 22. Lima, Perú: Empresa Editora Macro. E.I.R.L.
- Suarez Burgoa, L.O. (2016) Matematización de la Geología. Universidad Nacional De Colombia. Boletín de Ciencias de la Tierra. SciELO Colombia- Scientific Electronic Library online. <http://www.scielo.org.co/pdf/bcdt/n41/n41a03.pdf>

Fecha de recepción: 27 de octubre de 2025

Fecha de aceptación: 28 de noviembre de 2025