



DOI: <https://doi.org/10.23857/fipcaec.v9i1.947>

Instrumento estadístico para medir la congruencia pedagógica en el desarrollo de la instrucción y adquisición de conocimientos en el ámbito de las matemáticas

Statistical instrument to measure pedagogical congruence in the development of instruction and acquisition of knowledge in the field of mathematics

Instrumento estatístico para medir a congruência pedagógica no desenvolvimento da instrução e aquisição de conhecimentos na área da matemática

Nelson Salgado Reyes ¹
nsalgado@itsjapon.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8908-7613>

Correspondencia: nsalgado@itsjapon.edu.ec

* **Recepción:** 02/12/2023 * **Aceptación:** 10/01/2024 * **Publicación:** 19/02/2024

1. Instituto Superior Tecnológico Japón, Ecuador.



Resumen

El documento expone uno de los resultados principales derivados de la labor de contextualización pedagógica en el ámbito de las matemáticas, perteneciente al proyecto de investigación llevado a cabo por el Instituto Tecnológico Japón. Este proyecto se enfoca en la preparación para la gestión científico-pedagógica de los profesionales de la educación. El objetivo central es mejorar la simetría del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas con el propósito de lograr una educación equitativa, inclusiva y de alta calidad. Durante este estudio, se identificaron diversas deficiencias en el proceso mencionado, lo que llevó al desarrollo de una progresión diseñada para evaluar la simetría pedagógica. La finalidad era aplicar los conceptos esenciales de la teoría de probabilidades y estadísticas a los análisis descriptivos e inferenciales de datos, permitiendo así la obtención de conclusiones válidas y la toma de decisiones fundamentadas. Se propuso una alternativa para abordar la controversial conversión de progresiones ordinales a intervalos, basándose en el trabajo con componentes didácticos y utilizando un decálogo de indicadores como punto de partida. Se consideraron aspectos objetivos de la ciencia, tecnología y sociedad, integrados con la subjetividad, para adaptar la educación a las necesidades específicas de los estudiantes. Además, se detalló cómo sintetizar los datos en valores representativos durante la indagación empírica, teniendo en cuenta el impacto total de los resultados.

Palabras Claves: Simetría pedagógica; Matemática; Enseñanza-aprendizaje; Investigación educativa.

Abstract

The document presents one of the main results derived from the work of pedagogical contextualization in the field of mathematics, belonging to the research project carried out by the Japan Institute of Technology. This project focuses on the preparation for scientific-pedagogical management of education professionals. The central objective is to improve the symmetry of the mathematics teaching-learning process with the purpose of achieving equitable, inclusive and high-quality education. During this study, several deficiencies in the aforementioned process were identified, which led to the development of a progression designed to evaluate pedagogical symmetry. The purpose was to apply the essential concepts of probability theory and statistics to

descriptive and inferential analyzes of data, thus allowing valid conclusions to be obtained and informed decisions to be made. An alternative was proposed to address the controversial conversion of ordinal progressions to intervals, based on work with didactic components and using a decalogue of indicators as a starting point. Objective aspects of science, technology and society were considered, integrated with subjectivity, to adapt education to the specific needs of students. In addition, it was detailed how to synthesize the data into representative values during the empirical investigation, taking into account the total impact of the results.

Key Words: pedagogical symmetry; Math; Teaching-learning; Educational investigation.

Resumo

O documento apresenta um dos principais resultados derivados do trabalho de contextualização pedagógica no campo da matemática, pertencente ao projeto de pesquisa realizado pelo Japan Institute of Technology. Este projeto tem como foco a preparação para a gestão científico-pedagógica de profissionais da educação. O objetivo central é melhorar a simetria do processo de ensino-aprendizagem da matemática com o propósito de alcançar uma educação equitativa, inclusiva e de qualidade. Durante este estudo foram identificadas diversas deficiências no referido processo, o que levou ao desenvolvimento de uma progressão destinada a avaliar a simetria pedagógica. O objetivo era aplicar os conceitos essenciais da teoria das probabilidades e da estatística às análises descritivas e inferenciais dos dados, permitindo assim a obtenção de conclusões válidas e a tomada de decisões informadas. Foi proposta uma alternativa para abordar a polêmica conversão de progressões ordinais em intervalares, a partir do trabalho com componentes didáticos e utilizando como ponto de partida um decálogo de indicadores. Foram considerados aspectos objetivos da ciência, da tecnologia e da sociedade, integrados à subjetividade, para adequar a educação às necessidades específicas dos alunos. Além disso, foi detalhado como sintetizar os dados em valores representativos durante a investigação empírica, levando em consideração o impacto total dos resultados.

Palavras-chave: simetria pedagógica; Matemática; Ensino-aprendizagem; Investigação educacional.



Introducción

En la actualidad, se reconoce ampliamente la importancia de la estadística en el desarrollo de investigaciones, siendo cada vez más utilizada en la recopilación y análisis de datos relacionados con conjuntos extensos, donde la variabilidad y la incertidumbre son prominentes. A pesar de ser una ciencia fundamental para la toma de decisiones acertadas, su impacto en la formación de profesionales de la educación no ha sido tan fuerte como se requiere. Esto ha resultado en dificultades significativas para lograr una formación estadística básica que permita explicar adecuadamente las relaciones entre los datos en investigaciones científicas.

Las matemáticas, como ciencias fundamentales, contribuyen al fundamento científico de la formación de estudiantes y proporcionan conocimientos previos relevantes para los perfiles de salida de los planes de estudio (Rogers, y otros, 2009). Sin embargo, actualmente se tiende a estudiarlas de manera desvinculada de la realidad. Este enfoque presenta deficiencias notables en investigaciones sobre simetría pedagógica, como conclusiones basadas en datos no ocurridos en diferentes momentos, decisiones tomadas sobre hechos aislados y datos insuficientes, selección arbitraria de pruebas estadísticas y falta de simetría entre los objetivos de la investigación, los indicadores proporcionados por los datos estadísticos y la fiabilidad de los instrumentos de medición (Noor ul Amin & Hafsa, 2018).

Estas deficiencias revelan contradicciones en la relación entre las demandas de investigaciones científicas y las limitaciones en la formación profesional de los investigadores. Hay una creciente necesidad de utilizar la estadística en la investigación educativa para abordar eficazmente los problemas investigativos de la práctica profesional (Pal, 2019; Frey, 2018). Sin embargo, existen inconsistencias en la lógica consecuente del diseño de los modelos de investigación y la interpretación de los resultados.

El propósito de este trabajo es resaltar la utilidad de la estadística aplicada a las investigaciones educativas y proponer una progresión para medir la simetría pedagógica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Se busca aplicar los conceptos esenciales de la teoría de probabilidades y estadísticas para realizar análisis descriptivos e inferenciales de valores de datos, potenciando la investigación desde la interpretación y solución de problemas profesionales para llegar a conclusiones válidas y tomar decisiones razonables. A pesar de que las progresiones

ordinales son comunes en investigaciones educativas, con variables cualitativas y diversas progresiones como Thurstone (1931), Likert (1936) y Osgood (1952), se plantea la posibilidad de utilizar estadísticas paramétricas, siempre y cuando se cumplan los requisitos y se trabaje con muestras suficientemente grandes.

Metodología

Se realiza una investigación de alcance acumulativo a través de un diseño experimental, fundamentándose en los siguientes métodos de investigación:

- **Análisis-síntesis.** Se utilizó para examinar la bibliografía e integrar en un marco teórico los aspectos del tema, siguiendo una vía ascendente de lo abstracto a lo concreto.
- **Inducción-deducción.** Permitió abordar los problemas generales de la ciencia, especialmente en relación con los procesos didácticos aplicados a la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes del Instituto Tecnológico Japón.
- **Estudio de los productos del proceso pedagógico.** Facilitó la comprensión de la función de los procesos de actividad, comunicación y personalidad en la interacción entre el educando y el docente en el contexto de la enseñanza de las matemáticas.

Para la recopilación de la información se emplea un software como herramienta tecnológica que posibilita el procesamiento eficiente de grandes cantidades de datos generados. Este programa construye informes automáticamente después de la introducción de los datos correspondientes, lo que permite una rápida visualización del comportamiento general de cada indicador y componente relacionado.

Este diseño ofrece un sólido marco para evaluar la simetría pedagógica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, permitiendo la recopilación y análisis estadístico de dicho proceso. Además, la recopilación de datos contribuye a la toma de decisiones en la planificación del acto de enseñanza, proporcionando evidencia más robusta sobre la relación causal entre la metodología aplicada y los resultados observados.

Resultados y discusión

A continuación, se presenta el instrumento estadístico desarrollada para medir y analizar la congruencia pedagógica en el proceso de aprendizaje de las matemáticas, junto con los



procedimientos para evaluar tanto la simetría de cada miembro de la muestra como la simetría total del universo estudiado.

La simetría pedagógica se define mediante la articulación de las interacciones en el proceso, estableciendo relaciones relevantes y complementarias entre sus componentes (Bollen & Barb, 1981; Diestefano, 2002). Se busca una interconexión significativa que garantice la unidad del proceso, concibiéndolo como una entidad cohesionada con relaciones que crean armonía y otorgan un significado global comprensible para los agentes involucrados. La evaluación de seis componentes, junto con un conjunto de indicadores (tabla 1), se empleó para categorizar la simetría pedagógica.

En este sentido, se empleó una progresión ordinal en la que cada indicador representa una característica específica del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas y se midió mediante una progresión tipo Likert (1936) con un rango de 6 puntos (0-5). De esta manera, se expresó cualitativamente la calidad de la presencia de cada característica en el proceso, asignando valores como Nula (0), Mal (1), Regular (2), Bien (3), Muy Bien (4), y Excelente (5).

Componentes e indicadores para evaluar la simetría pedagógica

Objetivos

1. Fusiona lo instructivo, educativo y desarrollador.
2. Considera, junto a propósitos cognitivos, las intenciones de los dominios afectivo y psicomotor.
3. Toma en cuenta las indicaciones de documentos oficiales y las orientaciones de medios auxiliares.
4. Utiliza taxonomías de verbos para formular objetivos que indiquen las acciones de los estudiantes que evidenciarán el efecto del aprendizaje.
5. Planifica la descomposición en metas parciales y rutas para su logro.
6. Conceptualiza la unidad del contenido y su aplicación de acuerdo con la realidad contextual.
7. Estimula la participación activa de los estudiantes.
8. Diseña el trabajo activo, creativo y meta cognitivo del estudiante.
9. Fomenta acciones de investigación y comunicación de resultados.
10. Incentiva la valoración de la moral, la virtud, el deber, la felicidad y el buen vivir.

Contenidos

11. Identifica los posibles errores del sistema de conocimientos, así como las conexiones entre ellos, organizando las dificultades y potencialidades para la transformación.
12. Implementa sistemas de representación adecuados al sistema de habilidades, sus relaciones, limitaciones y potencialidades según la realidad de los involucrados.
13. Considera la realización de procesos relevantes en la actividad matemática, como la modelización, argumentación, establecimiento de conexiones y resolución de problemas.
14. Relaciona los significados con otros contenidos interdisciplinarios.
15. Atiende el entrelazamiento de directrices para la estructuración de la enseñanza.
16. Impulsa los campos de aplicaciones conforme al sistema de relaciones con el mundo para la solución de problemas de la vida en situaciones dadas en la realidad del contexto local.
17. Utiliza datos reales de la vida cotidiana respaldados en fuentes confiables de información.
18. Integra la interacción entre las Matemáticas y las situaciones que las impulsan, y su impacto.
19. Considera la formación de valores desde una educación ética y estética.
20. Incorpora nuevos conocimientos acorde al sistema de experiencias de la actividad creadora, de acuerdo con los recursos tecnológicos y la cultura de los involucrados.

Métodos

21. Favorece la actividad reflexiva y la regulación meta cognitiva, el análisis de los significados y formas de representación de los contenidos, promoviendo comunicación, interacción y crítica.
22. Integra el desarrollo cognitivo (curiosidad, pensamiento crítico, creatividad, resolución de problemas, toma de decisiones) con el desarrollo emocional (confianza, autonomía, autoestima) y el desarrollo social (competencia social, comprensión empática).
23. Integra las funciones Pedagógicas del proceso de enseñanza-aprendizaje para la asimilación.
24. Concibe las situaciones típicas de la enseñanza de las Matemáticas.
25. Facilita la inclusión de los alumnos en la dinámica de la clase y no la exclusión.
26. Atiende la distribución del tiempo en función de los contenidos nucleares del tema, su grado de dificultad y los resultados del diagnóstico.
27. Estimula que los estudiantes se enseñen unos a otros.



28. Potencia el tránsito progresivo de dependencia a independencia, autorregulación y creatividad.
29. Sistematiza continuamente conocimientos, habilidades y modos de la actividad mental, tratando además de que se integre el saber de los estudiantes.
30. Incentiva la actitud productiva y creativa en el proceso de aprendizaje.

Medios de enseñanza-aprendizaje

31. Utiliza los recursos didácticos en correspondencia con el desarrollo tecnológico disponible.
32. Aprovecha el potencial de la conectividad en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
33. Potencia el reconocimiento de modelos, la búsqueda de patrones, la generalización, la abstracción, la comprobación, la refutación, la argumentación, y el planteamiento de conjeturas.
34. Estimula estrategias cognitivas y meta cognitivas,
35. en su orientación para la investigación. 35. Estimula el uso pedagógico de tecnologías de Informática y Comunicación para colaboración, al adquirir conocimientos y racionalizar trabajo de cálculo, y también con fines heurísticos.
36. Emplea la bibliografía como recurso para que los estudiantes aprendan por ellos mismos.
37. Usa recursos audiovisuales y sistemas de aplicación portadores de contenido planificado.
38. Emplea materiales comunes de la vida cotidiana donde pueden apreciar Matemáticas en acción.
39. Desarrolla habilidades para la búsqueda de información, la interpretación de diversas fuentes, la selección crítica, el trabajo cooperado y la argumentación.
40. Involucra a estudiantes en la selección, confección o utilización de los medios que utilizan.

Formas de organización

41. Presenta configuración sistémica con carácter contextualizado, diversificado e integrador.
42. Propicia una participación activa de los estudiantes, con orientación activo transformadora.
43. Fomenta un equilibrio entre la actividad colectiva e individual.
44. Utiliza varias formas que activan la colaboración en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
45. Estimula la auto-preparación de los estudiantes en el trabajo independiente sin la presencia del profesor, ya sea individual o colectiva.

46. Amplía los espacios de formación más allá de las aulas en colaboración escuela-familia-comunidad para experimentar Matemáticas en diferentes contextos en los que estas se exponen.
47. Emplea la tutoría o acompañamiento para estimular la reflexión y la creación.
48. Crea espacios de consulta y acción productiva conjunta.
49. Implementa clubes de ciencias, sociedades científicas, círculos de interés, proyectos u otras formas que estimulan la investigación.
50. Involucra a agentes que emplean las Matemáticas para la producción y los servicios en talleres, empresas, fábricas, industrias u otras agencias.

Evaluación

51. Plantea secuencias de ejercicios, problemas y actividades que atienden al desarrollo integral de los estudiantes en situaciones de recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear.
52. Potencia el desarrollo hacia niveles superiores de desempeño con tareas más complejas adaptadas a las diferencias individuales, incluyendo actividades de ampliación y refuerzo.
53. Integra lo cuantitativo y cualitativo, el proceso y el resultado.
54. Propone la autoevaluación para promover la actividad meta cognitiva de los estudiantes en función de ponerlos en condiciones de desarrollarse por sí mismos.
55. Promueve la discusión de alternativas y procedimientos para la solución de tareas docentes.
56. Brinda apoyo emocional en favor de actitudes, motivaciones, sentimientos y autoconfianza.
57. Estimula la reflexión sobre el impacto de las Matemáticas en el desarrollo local y global
58. Incorpora momentos de evaluación oral en favor de la argumentación en situaciones de igualdad desde una dialéctica de comunicación y actividad.
59. Presenta una variedad de tareas que reflejan prioridades y desafíos al realizar investigaciones.
60. Compromete a los estudiantes en la producción de soluciones, si es posible en colaboración.

La consideración inicial se centró en la simetría pedagógica para cada integrante de la muestra. Para lograrlo, se procuró evaluar cada indicador desde diversas perspectivas, aplicando varios métodos, técnicas e instrumentos (M_n) para comparar los resultados. Como resultado de este enfoque, la medición del estado de cada indicador se basó en el promedio de las puntuaciones obtenidas mediante la progresión Likert utilizada en cada uno de ellos (Tabla 1). En consecuencia, se calcularon los promedios de las evaluaciones de cada indicador ($I_i = \bar{x}(M_{1,i}; M_{n,i})$), que



posteriormente se emplearon para obtener la evaluación de cada componente y la simetría pedagógica para cada individuo muestreado

$$\left(\frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} I_i\right).$$

Tabla 1. Evaluación de la simetría pedagógica en la enseñanza de las matemáticas para cada integrante de la muestra.

Objetivos	Contenido	Formas	Métodos	Medios	Evaluación
$\frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} I_i$	$\frac{1}{10} \sum_{i=11}^{20} I_i$	$\frac{1}{10} \sum_{i=21}^{30} I_i$	$\frac{1}{10} \sum_{i=31}^{40} I_i$	$\frac{1}{10} \sum_{i=41}^{50} I_i$	$\frac{1}{10} \sum_{i=51}^{60} I_i$
$\frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} I_i$					

Como se puede notar, la

determinación total de la variable utilizada para evaluar la simetría pedagógica se basa en los promedios de las mediciones de sus indicadores, en lugar de depender del promedio de las evaluaciones obtenidas mediante la aplicación de todos los métodos, técnicas o instrumentos empleados. Esta elección se realiza para prevenir posibles errores al evitar que el peso de cada uno de ellos influya debido a las diferencias en las cantidades utilizadas para medir cada indicador, las cuales suelen ser notablemente diversas. La evaluación de la simetría pedagógica para la muestra en su conjunto (tabla 2) fue abordada en una fase posterior. Para esto, se calculó utilizando los promedios previamente determinados de los indicadores correspondientes a cada integrante de la muestra. En este contexto, el promedio general de cada indicador para la muestra ($IG_i = \bar{x}(I_{1,i}; I_{n,i})$) es el que proporcionó las conclusiones generales sobre la simetría pedagógica ($CD = \bar{x}(I_{1,1}; I_{n,60})$).

Tabla 2. Evaluación global de la simetría pedagógica en la enseñanza de las matemáticas para la muestra

Objetivos	Contenidos	Formas	Métodos	Medios	Evaluación
$\bar{x}(I_{1,1}; I_{n,10})$	$\bar{x}(I_{1,11}; I_{n,20})$	$\bar{x}(I_{1,21}; I_{n,30})$	$\bar{x}(I_{1,31}; I_{n,40})$	$\bar{x}(I_{1,41}; I_{n,50})$	$\bar{x}(I_{1,51}; I_{n,60})$
))))))
$\bar{x}(I_{1,1}; I_{n,60})$					

Como se puede observar, el cálculo total de la variable para evaluar la simetría en la muestra en su conjunto difiere del cálculo individual de la simetría para cada miembro. En este último caso, se realiza considerando el promedio de las evaluaciones obtenidas por cada miembro de la muestra, no los promedios generales de sus indicadores. Este enfoque pondera el impacto de cada individuo muestreado. Las categorías utilizadas para medir la simetría Pedagógica, que varían desde la excelencia hasta niveles inferiores, son: excelente (E: $4 < \bar{x} \leq 5$), bien (B: $3 < \bar{x} \leq 4$), regular (R: $2 < \bar{x} \leq 3$) y mal (M: $\bar{x} \leq 2$).

El software empleado desempeñó un papel crucial en procesar los grandes volúmenes de datos recopilados para la aplicación de la progresión, asumiendo un supuesto de continuidad ajustado a una curva normal debido a su amplia amplitud. Este software, diseñado para aplicar la progresión de simetría pedagógica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, permite al usuario introducir datos y reflexionar sobre su comportamiento, facilitando la comparación, valoración y generalización rápida de los resultados.

La síntesis de los datos con el software no se limita a las medias aritméticas, sino que considera medidas de dispersión, como la desviación estándar, para comprender la variabilidad de los datos y evaluar riesgos en la toma de decisiones. La aplicación de la progresión en diversas carreras del Instituto Tecnológico Japón revela un progreso positivo a lo largo de cinco años, destacando que el componente más beneficiado fue el de los objetivos. Esto indica una comprensión más profunda de la necesidad de una simetría pedagógica por parte de los muestreados. Además, se observó un avance significativo en el indicador que se refiere a la integración de las matemáticas con situaciones del mundo real y su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Conclusiones

La originalidad de esta investigación reside en la presentación de una progresión de simetría pedagógica. El objetivo es descubrir patrones interesantes, modelos predictivos y relaciones ocultas en los datos, permitiendo la obtención de conclusiones válidas y la toma de decisiones fundamentadas. En esencia, se aborda la investigación sobre el diseño, desarrollo y evaluación de este proceso, considerando las relaciones entre los participantes según sus niveles actuales y potenciales de desarrollo. Esto impulsa actividades coherentes que fomentan la colaboración en un proceso que fortalece la identificación mental y afectiva de los sujetos.



Se impulsa la simetría en el proceso didáctico, guiando el procesamiento de datos relacionados con los objetivos, la selección y organización de los contenidos, así como los métodos, medios, formas de organización y evaluación. Esto se realiza con el propósito de investigar la red de relaciones en la educación, tanto antes, durante y después de los involucrados.

Referencias

- Bollen, K., & Barb, K. (1981). Pearson and coarsely categorized measures. *American Sociological Review*.
- Diestefano, C. (2002). The impact of categorization with confirmatory factor analysis structural Equation modeling . *Multidisciplinary Journal*.
- Frey, B. B. (2018). *The SAGE Encyclopedia of Educational Research, Measurement, and Evaluation*. SAGE Reference.
- Liker, R. (1936). A Method for measuring the sales influence of a radio program . *Journal of Applied Psychology*.
- Noor ul Amin, S., & Hafsa, J. (2018). *Educational Measurement and Evaluation*. Evincepub Publishing.
- Osgood, C. (1952). *The Nature and measurement of meaning*. México: Trillas.
- Pal, K. (2019). *Educational Measurement and Evaluation*. USI PUBLICATIONS.
- Rogers, P. L., Berg, G. A., Boettecher, J. V., Howard, C., Justice, L., & Schenk, K. (2009). *Encyclopedia of distance learning*. Information Science Reference.
- Trurstone, L. (1931). The measurement of social attitudes. *The journal of Abnormal and Social Psychology*.

©2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).