

**Influencia del método heurístico de Polya como estrategia didáctica en la resolución de problemas de ecuaciones no lineales con matlab**

---

**Influence of the Polya heuristic method as a didactic strategy in solving nonlinear equation problems with matlab**

---

Wilber Antonio Figueroa Quispe  
wfigueroa@unaj.edu.pe - Universidad Nacional de Juliaca  
Beto Puma Huaman  
cb.puma@unaj.edu.pe - Universidad Nacional de Juliaca  
Cesar Augusto Angulo Calderón  
canguloc@unaj.edu.pe - Universidad Nacional de Juliaca  
Julio Machaca Yana  
j.machaca@unaj.edu.pe - Universidad Nacional de Juliaca

**Resumen**

El trabajo de investigación, "Matlab como estrategia didáctica en la resolución de problemas de ecuaciones no lineales en estudiantes de Ingeniería en Energías Renovables de la Universidad Nacional de Juliaca (UNAJ)". El objetivo es determinar en qué medida influye la aplicación del software matemático Matlab como estrategia didáctica en la resolución de problemas de ecuaciones no lineales en los estudiantes de Ingeniería en Energías Renovables de la UNAJ; la hipótesis de investigación planteada: La aplicación del software matemático Matlab como estrategia didáctica influye positivamente en la resolución de problemas de ecuaciones no lineales en los estudiantes de ingeniería en Energías Renovables. El diseño es pre experimental. La muestra estuvo conformado por 21 estudiantes, a quienes se le aplicó la pre test y post test, que permitió recoger la información y medir la variable resolución de problemas de ecuaciones no lineales de una variable. Los resultados fueron analizados en el nivel descriptivo e inferencial. En el nivel descriptivo, se han utilizado frecuencias y porcentajes para determinar el porcentaje de estudiantes que marcaron correctamente cada pregunta por etapa; en el nivel inferencial, se ha hecho uso de la estadística paramétrica y como tal se ha utilizado prueba T- student para muestras relacionadas. Como resultado final se llega a la conclusión que; el software matemático Matlab utilizado como estrategia didáctica influye significativamente en las etapas de planificación y ejecución de ecuaciones en los estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería en Energías Renovables de la UNAJ.

**Palabras claves:** *Ecuaciones no lineales, software Matlab, resolución de problemas de ecuaciones.*

## Abstract

The research work, "Matlab" as a Didactic Strategy to Solving Non-linear Equation Problems; addressed to Renewable Energy Engineering students at Juliaca National University (UNAJ)". The hypothesis of this work, was to determine to what extent the application of the Matlab mathematical software as a didactic strategy to solving problems on non-linear equations affects to students of Renewable Energy Engineering at UNAJ. The application of the Matlab Mathematical Software as a didactic strategy, influences positively on resolution to non-linear equation problems to the Renewable Energy Engineering students at UNAJ. The design was a pre-experimental one. The sample consisted of 21 students, to whom a pre-test and a post-test have been applied. It allowed collect information, and, measure the variable: Resolution to Non-linear one Unknown Equation Problem. The results have been analyzed at the descriptive and inferential levels. At the descriptive level, frequencies and percentages have been used to determine the percentage of students who correctly marked each question by stage; at the inferential level, parametric statistics have been used, so, a T-student test has been used for the inter-related samples. As a final result, it concluded that the Matlab's mathematical software used as a didactic strategy, significantly influences in the planning of stages as well as in the equation solving performance on the students of Renewable Energy Engineering at UNAJ.

**Keywords:** *Nonlinear equations, Matlab software, equations problem solving.*

### Introducción

El proceso enseñanza-aprendizaje se desarrolla en las aulas fundamentalmente, y en dicho proceso el docente desarrolla su asignatura en base al sílabo, programado que duran un semestre académico. Sin embargo, indicar que el desarrollo del curso, está orientada al fortalecimiento de competencias, capacidades y valores fundamentales para aprender; tales tendencias identifican los avances tecnológicos como un recurso capaz de acompañar el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que reclama una revolución tanto en la investigación, como en docencia universitaria, con el fin de aprovechar las potencialidades que nos ofrece la tecnología digital.

### Objetivos de la investigación

#### Objetivo general

Determinar en qué medida influye la aplicación del software matemático Matlab como estrategia didáctica en la resolución de problemas de ecuaciones no lineales en los estudiantes de Ingeniería en Energías Renovables de la Universidad Nacional de Juliaca, 2016.

#### Objetivos específicos.

Determinar en qué medida la aplicación del software matemático Matlab influye en la etapa de comprensión, planificación, ejecución y comprobación de ecuaciones en los estudiantes.

### Sustento teórico

#### Concepto de matlab

MatLab es un programa interactivo para computación numérica y visualización de datos. Entre sus prestaciones se encuentran el análisis numérico, cálculo matricial, programación, procesamiento de señales y gráficos. Es una herramienta de fácil uso para el usuario, contiene un HELP bastante extenso que ayuda a resolver los problemas que se presentan. (Morales, H., 2009)

### Solución de ecuaciones no lineales de una variable

#### Métodos cerrados

Los métodos cerrados o de intervalos, sobre raíces de ecuaciones se ocupan de métodos que aprovechan el hecho de la función cambia de signo en la vecindad de una raíz, porque se necesita de dos valores iniciales para la raíz.

#### Métodos Abiertos

Los métodos abiertos se basan en fórmulas que requieren únicamente de un solo valor de inicio X o que empiecen con un par de ellos, pero que no necesariamente encierran la raíz.

### Modelo de g. Pólya

Insigne matemático y educador George Pólya (1887-1985), propone una metodología en cuatro etapas para resolver problemas.

#### Etapa I: Comprensión del problema.

Es imposible resolver un problema del cual no se comprende el enunciado.

#### Etapa II: Concepción de un plan.

La segunda etapa no solamente está relacionada con los conocimientos y la esfera de lo racional, sino también con la imaginación y la creatividad, lo cual podría traducirse en un dibujo, un croquis u otra representación.

#### Etapa III: Ejecución del plan.

La tercera etapa es de carácter más técnico. Si el plan está bien concebido, su realización es factible y se posee los conocimientos y el entrenamiento necesarios, debería ser posible llevarlo a cabo sin contratiempos.

**Etapa IV: Comprobar el resultado**

La cuarta etapa consiste en comprobar los pasos realizados y verificar su corrección y dar visión retrospectiva puede conducir a nuevos resultados que generalicen, amplíen o fortalezcan el que acabamos de hallar.

**Hipótesis General**

La aplicación del software matemático Matlab como estrategia didáctica influye positivamente en la resolución de problemas de ecuaciones no lineales en los estudiantes.

**Hipótesis Específicas**

La aplicación del software matemático Matlab influye positivamente en la etapa de comprensión, planificación, ejecución y comprobación de ecuaciones en los estudiantes.

**Materiales y métodos**

**Tipo de Investigación**

Es de tipo experimental tal como señala (Eyssautier, 2006), con utilización de métodos particulares para métodos matemáticos, y los métodos específicos estadísticos.

**Metodo y Diseño de la Investigación**

El diseño utilizado en el trabajo de investigación responde al siguiente esquema:

G O1 X O2

Donde:

G= Grupo experimental

O1=Primera medición a los sujetos del grupo (Pre-prueba)

O2=Medición final a los sujetos del grupo (Post prueba)

X= Tratamiento, estímulo o condición experimental (Software matemático Matlab)

El trabajo de investigación se enmarca en el diseño pre-experimental, en la modalidad de pre test y post test con un solo grupo.

**Población y Muestra de la Investigación**

**Población y Muestra**

La población estuvo constituida por el total de los estudiantes de la escuela profesional de ingeniería en Energías Renovables de la Universidad Nacional de Juliaca, en un número de 215 estudiantes y muestra 21 estudiantes seleccionados al azar.

**Resultados y discusión**

**Análisis Descriptivo**

Para una mejor visualización, comprensión e interpretación de los indicadores estadísticos, se procedió a su grafica respectiva, además para la interpretación descriptiva del nivel frecuencia de las dimensiones, indicadores y variables se ha considerado la tabla de valorización porcentual:

Tabla 1.  
*Interpretación de Frecuencias.*

%	NIVEL
81 – 100	Muy alto
61 – 80	Alto
41 – 60	Regular
21 – 40	Bajo
0 – 20	Muy bajo

Tabla 2.  
*Interpretación De Puntajes*

NOTA	NIVEL
18 – 20	Logro Destacado
14 – 17	Logro Previsto
11 – 13	En Progreso
0.0 – 10	En inicio

**Comparación de Puntajes de la Aplicación del Pre Test y Post Test**

Tabla3.  
*Comparación de puntajes de resolución de problemas de ecuaciones (pre test y post test).*

Dimensiones	Puntajes obtenido según pre test	Puntajes obtenidos según pos test
Comprensión	13.54	15.56
Planificación	8.89	13.65
Ejecución	0.74	14.50
Comprobación	9.84	13.97
Resolución de problemas	8.25	14.42

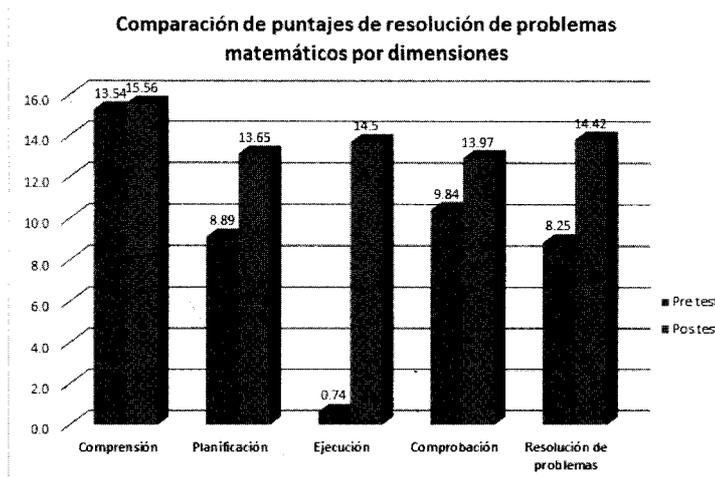


Figura 1. Comparación de puntajes de resolución de problemas (pre test y post test).

La tabla 3 y figura 1, en el pre test y post test, la etapa de comprensión incremento de un 13.54 a un 15.56 puntos, la etapa de planificación se incrementó de 8.89 a un 13.65 puntos, la etapa de ejecución se aumentó sustancial de 0.74 a un 14.50 puntos, y la etapa de comprobación incremento de 9.84 a un 13.97 puntos. Estos datos son confirmados en resolución de problema donde existe una mejora en el nivel alcanzado (8.25 a 14.42 puntos) por los estudiantes.

Demostrándose de esta forma que con la influencia de la aplicación de software matemático Matlab en las sesiones de aprendizaje se mejora de manera sustancial la resolución de problemas de ecuaciones no lineales.

### Análisis Inferencial

Para comparar grupos, se hizo uso de la prueba T para muestras relacionadas, debido a que las mismas, están en un nivel nominal "es una prueba estadística para evaluar si dos grupos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias en una variable" (Hernández, et. al 2010).

### Contrastación de la Hipótesis General

En cuanto a la efectividad de la aplicación del software matemático Matlab en el nivel de resolución de problemas de ecuaciones no lineales en los estudiantes. En la tabla 4 y tabla 5 se observa un incremento, en el nivel de resolución de problemas ( $t(20) = 19.387, p < 0.05$ ) entre los puntajes de pre test ( $\mu_1 = 11.90$ ) y post test ( $\mu_1 = 21.76$ ), lo cual implica que, la aplicación del software matemático Matlab influye significativamente en la resolución de problemas de ecuaciones en los estudiantes.

Tabla 4.  
Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	PostTest	21.76	21	6.164	1.345
	PreTest	11.90	21	7.536	1.644

En la tabla 4 y tabla 5 se describen las mediciones a comparar y la correlación entre las mismas.

Tabla 5.  
Prueba de muestras emparejadas

		Media	Desviación estándar	Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)	
				Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	Post Test - Pre Test	9.857	2.330	.508	8.797	10.918	19.387	20	0.000

## Contrastación de las Hipótesis Específicas

### Etapa I: Comprensión.

En cuanto a la efectividad de la aplicación del software matemático Matlab en la etapa de comprensión de ecuaciones no lineales en los estudiantes. En la tabla 6, tabla 7 y tabla 8 se observa un pequeño incremento en la etapa de comprensión ( $t(20) = 1.431$ ,  $p > 0.05$ ) entre los puntajes de pre test ( $\mu_1 = 6.10$ ) y post test ( $\mu_2 = 7.00$ ), lo cual implica que, la aplicación del software matemático Matlab influye significativamente en la en la etapa de comprensión de ecuaciones no lineales en los estudiantes.

Tabla 6.

*Estadísticas de muestras emparejadas*

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Post Test	7.00	21	1.304	0.285
	Pre Test	6.10	21	3.506	0.765

Tabla 7.

*Correlaciones de muestras emparejadas*

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Post Test & Pre Test	21	0.613	0.003

Tabla 8.

*Prueba de muestras emparejadas*

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior			
Par 1	Post Test - Pre Test Comprensión	0.905	2.897	0.632	-0.414 2.223	1.431	20	0.168

### Etapa II: Concepción de un plan.

En cuanto a la efectividad de la aplicación del software matemático Matlab en la etapa de planificación de ecuaciones no lineales en los estudiantes. En la tabla 9, tabla 10 y tabla 11, se observa un incremento, en la etapa de planificación ( $t(20) = 6.057$ ,  $p < 0.05$ ) entre los puntajes de pre test ( $\mu_1 = 4.00$ ) y post test ( $\mu_2 = 6.14$ ), lo cual implica que, la aplicación del software matemático Matlab influye significativamente en la en la etapa de planificación de ecuaciones no lineales en los estudiantes.

Tabla 9.

*Estadísticas de muestras emparejadas*

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Post Test Planificación	6.14	21	1.682	0.367
	Pre Test Planificación	4.00	21	2.387	0.521

Tabla 10.

*Correlaciones de muestras emparejadas*

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Post Test & Pre Test Planificación	21	0.735	0.000

Tabla 11.

*Prueba de muestras emparejadas*

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior			
Par 1	Post Test - Pre Test Planificación	2.143	1.621	0.354	1.405 2.881	6.057	20	0.000

### Etapa III: Ejecución

En cuanto a la efectividad de la aplicación del software matemático Matlab en la etapa de ejecución de ecuaciones no lineales en los estudiantes. En la tabla 12, tabla 13 y tabla 14, se observa un incremento un incremento en la etapa de ejecución ( $t(20) = 9.695$ ,  $p < 0.05$ ) entre los puntajes de pre test ( $\mu_1 = 0.33$ ) y post test ( $\mu_2 = 6.52$ ), lo cual implica que, la aplicación del software matemático Matlab influye significativamente en la en la etapa de ejecución de ecuaciones no lineales en los estudiantes.

Tabla 12.  
Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Post Test Ejecución	6.52	21	2.822	0.616
	Pre Test Ejecución	0.33	21	1.528	0.333

Tabla 13.  
Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Post Test & Pre Test Ejecución	21	0.201	0.382

Tabla 14.  
Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Post Test - Pre Test Ejecución	6.190	2.926	0.639	4.859	7.522	9.695	20	0.000

#### Etapa IV: Comprobación

En cuanto a la efectividad de la aplicación del software matemático Matlab en la etapa de comprobación de ecuaciones no lineales en los estudiantes. En la tabla 15, tabla 16 y tabla 17, se observa un incremento un incremento en la etapa de ejecución ( $t(20) = 9.695$   $p < 0.05$ ) entre los puntajes de pre test ( $\mu_1 = 0.33$ ) y post test ( $\mu_2 = 6.52$ ), lo cual implica que, la aplicación del software matemático Matlab influye significativamente en la en la etapa de comprobación de ecuaciones no lineales en los estudiantes.

Tabla 15.  
Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Post Test Comprobación	2.10	21	1.221	0.266
	Pre Test Comprobación	1.48	21	1.250	0.273

Tabla 16.  
Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Post Test & Pre Test Compression	21	0.854	0.000

Tabla 17.  
Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Post Test - Pre Test Comprobación	0.619	0.669	0.146	0.315	0.924	4.240	20	0.000

## Conclusiones

La aplicación del software matemático Matlab influye significativamente en la resolución de problemas de ecuaciones en los estudiantes, a un nivel del 95% de significancia, prueba de ello es que hubo un incremento significativo en el nivel de resolución de problemas ( $t(20)=19.387$ ,  $p < 0.05$ ) entre los puntajes de pre test ( $\mu_1 = 11.90$ ) y post test ( $\mu_2 = 21.76$ ), tal como lo indica la tabla 4 y tabla 5.

La aplicación del software matemático Matlab influye significativamente en la etapa de comprensión indica un incremento significativo en la etapa de comprensión ( $t(20)=1.431$ ,  $p > 0.05$ ) entre los puntajes de pre test ( $\mu_1 = 6.10$ ) y post test ( $\mu_2 = 7.00$ ) tal como lo indica la tabla 6 y tabla 7. La etapa de planificación indica un incremento significativo ( $t(20)=6.057$ ,  $p < 0.05$ ) entre los puntajes de pre test ( $\mu_1 = 4.00$ ) y post test ( $\mu_2 = 6.14$ ), tal como lo indica la tabla 9 y tabla 10.

La etapa de ejecución, indica un incremento significativo en la etapa de ejecución ( $t(20)=9.695$ ,  $p < 0.05$ ) entre los puntajes de pre test ( $\mu_1 = 0.33$ ) y post test ( $\mu_2 = 6.52$ ), tal como lo indica la tabla 12 y tabla 13.

La etapa de comprobación, a un nivel del 95% de significancia, indica un incremento no significativo en esta etapa de comprobación ( $t(20)=4.240$ ,  $p > 0.05$ ) entre los puntajes de pre test ( $\mu_1 = 1.48$ ) y post test ( $\mu_2 = 2.10$ ), tal como lo indica la tabla 15 y tabla 16.

## Referencias bibliográficas

- Arbaiza-Fermini, L. (2016). *Cómo elaborar una tesis de grado*. Lima - Perú: Universidad ESAN.
- Arévalo-Pacheco, G. J., & Guerrero-García, H. (2014). Turismo de salud por medio del aprovechamiento de aguas termales Caso de la Ruta de la Salud Michoacán. *Economía y Sociedad*, XVIII(31), 121–143. Disponible en: <http://132.248.9.34/hevila/Economiaysociedad/2014/no31/6.pdf>
- Arias, F., Caraballo, A., & Matos, R. (2011). El turismo de salud: Conceptualización, historia, desarrollo y estado actual del mercado global. *Clio Amaerica*, 6(11), 72–98. Disponible en: <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/clioamerica/article/view/440/419>
- Balcázar, P., Gonzáles-Arratia, N. I., Gurrola, G. M., & Moysén, A. (2013). *Investigación cualitativa*. Mexico: Universidad Autonoma del Estado de México.
- Barriga-Castro, A. M., Farías-Villarraga, M. L., Ruiz-Barreto, Á. L., Sánchez-Victoria, A. J., & Jiménez-Barbosa, W. G. (2011). Turismo en salud: una tendencia mundial que se abre paso en Colombia. *Ciencia y Tecnología Para La Salud Visual y Ocular*, 9(1), 125–137. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5599286.pdf>
- Barrionuevo, Y. A. (2014). *La Explotación de las aguas minero termales con fines turísticos*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/2717>
- Gracia-Hernández, M. (2016). El turismo de salud en el estado de Hidalgo, México. Propuestas para consolidarlo. *El Periplo Sustentable*, (30), 157–179. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/eps/n30/1870-9036-eps-30-00157.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Huamani-Huaccán, A. (2001). *Aguas termales y minerales en el suroriente del Perú (Dptos. Apurímac, Cusco, Madre de Dios y Puno)*. Lima - Perú: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Disponible en: [http://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/ingemmet/337/485/D024-Boletin-Aguas\\_termales\\_minerales\\_suroriente\\_Peru.pdf](http://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/ingemmet/337/485/D024-Boletin-Aguas_termales_minerales_suroriente_Peru.pdf)
- Kogan, L. (2004). El lugar de las cosas salvajes: paradigmas teóricos, diseños de investigación y herramientas. *Espacio Abierto*, 13(1), 39–50.
- Ortiz, C., & Arévalo, G. (2016). Turismo termal en la Ruta de la Salud, en Michoacán: potencial de desarrollo regional. *Región y Sociedad*, 28(65), 149–186. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/regsoc/v28n65/1870-3925-regsoc-28-65-00149.pdf>
- Toscana-Aparicio, A. (2017). Balneario El Géiser: una experiencia de turismo comunitario en México. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 26(2), 279–293. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/59189/html>
- Tourism Leisure & sports. (2012). *Estrategia de Turismo Termal de Perú*. Lima - Perú. Disponible en: <https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/turismo/consultorias/estudiosConsultorias/PeruEstrategiaTurismoTermal-InformeFinal.pdf>