

## **LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y EL USO DE TÉCNICAS ESTADÍSTICAS EN EL CONTEXTO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

Raúl Báez Olazábal, Doris Prieto Valdés, Raul Báez Prieto, Edry García Cisneros  
Universidad de Camaguey. (Cuba)

[raul.baez@reduc.edu.cu](mailto:raul.baez@reduc.edu.cu), [doris.prieto@reduc.edu.cu](mailto:doris.prieto@reduc.edu.cu)

Campo de investigación: pensamiento relacionado con probabilidad, estadística, modelación matemática. Nivel: superior

Palabras clave: problemas, modelación matemática

### **Resumen**

El objetivo fundamental de la matemática es servir de instrumentos de modelación a diferentes situaciones que se presentan en otras disciplinas de la carrera o en el ejercicio profesional de sus graduados. Las heurísticas, las habilidades, la meta-cognición y las creencias todas ellas importantes. De los elementos de la estrategia didáctica que de ahí emerge se tienen los modelos matemáticos que es un concepto que debe dominar el egresado durante su vida profesional. G.Polya planteó: “¿Qué significa dominar las matemáticas? Significa poder resolver problemas, y no solo problemas tipos, sino también problemas que exigen pensamiento independiente, sentido común, originalidad, inventiva. “La atención se ha centrado en el proceso implicado en la resolución de problemas Se muestra un ejemplo de los resultados obtenidos de un estudio realizado entre el Departamento de Matemática y la facultad de Mecánica de la Universidad de Camaguey (Cuba).

La matemática es, sobre todo, saber hacer, es una ciencia en la que el método claramente predomina sobre el contenido. El objetivo fundamental de la matemática es servir de instrumentos de modelación a diferentes situaciones que se presentan en otras disciplinas de la carrera o en el ejercicio profesional de sus graduados Camarena.P.1995 G. Polya planteó. “¿Qué significa dominar las matemáticas. Significa poder resolver problemas, y no solo problemas tipos, sino también problemas que exigen pensamiento independiente, sentido común, originalidad, inventiva. Por ello se concede una gran importancia al estudio de las cuestiones, en buena parte colindantes con la psicología cognitiva, que se refieren a los procesos mentales de resolución de problemas“La atención se ha centrado en el proceso implicado en la resolución de problemas, se muestra un ejemplo de los resultados obtenidos de un estudio realizado entre el Departamento de Matemática y la facultad de Mecánica de la Universidad de Camaguey (Cuba).

La capacidad para, el álgebra, la estadística, la representación gráfica, la modelización, y por supuesto mucho más la de los ordenadores actuales, potencian claramente las posibilidades de la matemática elemental para las aplicaciones realistas que hasta ahora estaban vedadas en nuestros cursos por el exceso de tedioso cálculo simbólico y numérico que habría que efectuar a mano. La resolución de problemas contribuye al desarrollo intelectual que constituye en la actualidad una de las más importantes exigencias que la sociedad plantea a la escuela y al sistema educativo en general necesario para la asimilación de conocimientos por parte del estudiante y se presupone que el docente reconozca los niveles por el cual transcurre el pensamiento. La teoría de resolución de problemas incluye 4 elementos teóricos Las heurísticas, las habilidades, la meta-cognición y las creencias todas ellas importantes. De los elementos de la estrategia didáctica que de ahí emerge se tienen los modelos matemáticos que es un concepto que debe dominar el egresado durante su vida profesional

En la enseñanza de la Matemática la habilidad resolver problemas es considerada como un proceso que debe transcurrir por las etapas de orientación, ejecución y control. En tal sentido G. Polya considera cuatro etapas en la solución de los mismos:

- Comprensión del problema.

- Concebir un plan.
- Ejecución del plan.
- Visión retrospectiva.

.La atención se ha centrado en el proceso implicado en la resolución de problemas estadísticos (Chervany y otros, 1977; Stroup, 1984) y en la necesidad de fundamentar los cursos de estadística en la resolución de problemas (Garfield, 1981; Kempthorne, 1980). La aparición de herramientas tan poderosas como la calculadora y el ordenador actuales está comenzando a influir fuertemente en los intentos por orientar nuestra educación de datos reales, introduciendo los conceptos estadísticos conforme se van necesitando.

El matemático alemán Werner Jungk en las Conferencias sobre Metodología de la Enseñanza de la Matemática se refiere a cuatro etapas:

- Orientación hacia el problema
- Trabajo en el problema.
- Solución del problema.
- Consideraciones retrospectivas y perspectivas.

Por su parte Ballester, Sergio y otros (1994), coincide con las tres primeras etapas reflejadas anteriormente, considerando la última como “Evaluación de la solución y de la vía”. Alberto Labarrere Sarduy, hace también consideraciones similares dirigidas a la solución de problemas matemáticos en los escolares, puntualizando que en muchos casos, el maestro realiza en lugar del alumno el análisis del problema ejecutando las acciones mentales por lo que le entrega al alumno el producto terminado y la actividad de este último se circunscribe a la realización de las operaciones finales. (“Cómo enseñar a los alumnos de primaria a resolver problemas, p.25). Sobre esta base la actividad de aprendizaje del estudiante se caracteriza por insuficientes acciones de orientación hacia la actividad y el análisis limitado y superficial de las condiciones dadas.

El éxito del proceso de enseñanza- aprendizaje depende, en gran medida, de la calidad de la actividad mental lograda en el alumno y por ende de las diferentes acciones que va desarrollando en su actividad sistemática, sin embargo la práctica escolar ha demostrado que las orientaciones que tiene el docente para enfrentar el trabajo metodológico no precisa las acciones a realizar por parte del estudiante en su actividad de aprendizaje y si como debe transcurrir la actividad docente, lo que trae como consecuencia una ruptura de carácter psicológico, pedagógico y metodológico entre el acto de enseñar y el acto de aprender.

De lo anteriormente planteado se infiere la necesidad del vínculo entre los fundamentos psicológicos y didáctico-metodológicos asociados al trabajo con la habilidad “Resolver Problemas”, expresado en la siguiente tabla.

Fundamento psicológico	Fundamento didáctico-metodológico	
Fases según la Teoría de Galperin	Programa Heurístico General	Intención didáctica
1. Fase de motivación y orientación	Orientación hacia el problema	-Búsqueda del problema o motivación. -Planteamiento del problema. -Comprensión del problema.
2. Fase de realización	-Trabajo en el problema. Solución del problema.	-Precisión del problema. -Análisis del problema. -Búsqueda de la idea de la solución.

		-Realización del plan de solución. -Representación de la solución.
3. Fase de control	Evaluación de la solución y de la vía.	-Comprobación del problema. -Consideraciones retrospectivas y perspectivas.

Evaluación de la vía y de la solución: El alumno debe comprobar la solución en el modelo matemático, en el enunciado del problema y con la práctica; se realiza las consideraciones retrospectivas y perspectivas referentes a la utilidad de los métodos aplicados y a las consecuencias que se derivan de la solución con respecto al planteamiento de nuevos problemas.

En esta ponencia se presenta un ejemplo de cómo se lleva a cabo vinculación de la Matemática y la Estadística en la carrera de Ingeniería Mecánica Este contribuye a una mejor interpretación del conocimiento estadístico matemático por parte de los estudiantes de segundo año de ingeniería Mecánica. Estudio Estadístico de los Índices de productividad de cosechadoras y medios de transporte. Este trabajo se basa en la Determinación de la dependencia funcional .Específicamente de: 1.W1 vs Q, 2. Wt vs Q, 3.W07 vs Q. Q (cantidad de arroz cosechado), W1 (productividad por hora de tiempo limpio de trabajo), Wt (productividad por hora de turno sin fallos) y W07 (productividad por hora de tiempo de explotación Este contribuye a una mejor interpretación del conocimiento estadístico matemático por parte de los estudiantes de segundo año de ingeniería Mecánica.).Se utilizó el programa de computación S.P.S.S. 8.0 sobre Windows, ya que el mismo constituye una herramienta de avanzada que facilita el cálculo estadístico de cualquier información. El mismo nos permite trabajar con una base de datos amplia y de comprobar mediante el método de la regresión, y de explicar acorde a los resultados obtenidos de los coeficientes estadísticos explicados anteriormente, la dependencia funcional de los índices técnicos que estamos evaluando; además de observar gráficamente la variación que realiza la curva obtenida en comparación con las ajustadas. Para ello consideramos una serie de elementos provenientes de la Estadística Matemática entre los que destacamos: a) Ajuste de curvas. b) Coeficiente de correlación. c) Coeficiente de determinación. d). Prueba de significación.

### Metodología de trabajo

La utilización de coeficientes de correlación para analizar la relación lineal entre las variables. El reconocimiento de que el mundo en que vivimos nos presenta muchas situaciones que nos llevan a la necesidad de hacer ajustes a curvas.

La obtención de los modelos matemáticos, a partir de su ecuación general.

Metodología para el uso del programa SPSS. 1.Entrada de datos: para introducir los datos en la computadora, primeramente se definen las variables a analizar y luego se especifican los lugares decimales con los cuales se trabajarán. En este caso se definieron como variables: Q (cantidad de arroz cosechado), W1 (productividad por hora de tiempo limpio de trabajo), Wt (productividad por hora de turno sin fallos) y W07 (productividad por hora de tiempo de explotación), y se fijaron 2 lugares decimales que satisfacen los requerimientos de cálculos.

2. Análisis estadístico. Para el análisis estadístico de este conjunto de datos se especifican en cada caso las variables dependientes y las independientes, así como los tipos de curvas de aproximación que se van a ajustar, este ajuste se realiza mediante el método de los mínimos cuadrados ya explicados con anterioridad. Las variables dependientes son en este caso:1.W1 2.Wt 3.W07. La variable independiente es: 1.Q

Los tipos de curvas de aproximación son los siguientes: 1. Lineal 2. Cuadrática 3. Cúbica 4. Logarítmica 5. Exponencial 6. Potencial.

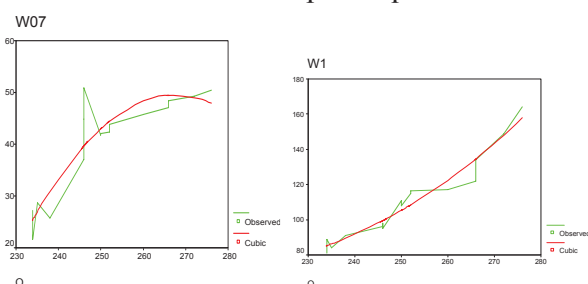
### Análisis de los resultados.

Con el procesamiento estadístico de los datos en el programa S.P.S.S 8.0 sobre Windows se obtienen un conjunto de resultados de coeficientes que nos permiten evaluar la dependencia funcional de los parámetros analizados.

Para mayor facilidad del análisis de estos valores se realiza para cada U.B.P.C por separado. Granja "Jesús Suárez Gayol".

Para analizar la relación  $W1=f(Q)$  se observan el valor que toma el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), del cual podemos decir que es muy bueno ( $R^2 > 0,90$ ) y del valor de significancia = 0, lo que indica que el valor de la variable independiente (Q) predice totalmente el que pueda tomar la variable dependiente (W1).

Como modelo representativo escogemos la curva de mejor ajuste, la cual será la cúbica por tener mayor valor de  $R^2$  ( $R^2=0,927$ ), lo que demuestra que un 92,7% del valor de Q influye en el resultado que tendrá la productividad (W1). En el gráfico se puede apreciar que la pendiente es positiva, por tanto, a medida que el arroz cosechado aumenta también lo hace la productividad por hora de tiempo limpio de trabajo, la inestabilidad de esta curva es producto de la influencia que realiza la variación del tiempo en que la cosechadora esta produciendo.



La ecuación de esta dependencia funcional y su gráfico son los siguientes:

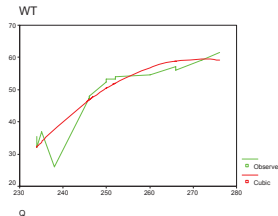
$$W1=227,822 + 0,0120*Q + 4,0*Q^3 \quad W07= - 1493,8 + 11,5455*Q - 0,0216*Q^3$$

En la dependencia de  $W07=f(Q)$  se observa que los valores de  $R^2$  no son tan elevados como el anterior, pero si denotan buen ajuste, además de ser igual a cero su significancia.

La curva mejor ajustada es la cúbica con un valor de  $R^2=0,826$ , es decir, que un 82,6 % del valor de Q influye en W07, su inestabilidad (ver gráfico) indica que no solamente este índice de productividad depende de Q, sino que varios factores inciden en el valor de W07 los cuales pueden ser: el tiempo auxiliar, es aquel en que la cosechadora realiza los procesos de viraje, el tiempo de mantenimiento que se le hace a la máquina antes de comenzar a cosechar, el tiempo que se pueda perder a causa de cualquier posible fallo que ocurra, ya sea, de tipo técnico (rotura de algún órgano de trabajo) ó tecnológico (atoro en los órganos debido a la maleza en el campo y a la humedad del suelo), el tiempo que pierde el operario realizando sus necesidades personales y el tiempo en que la combinada se traslada en vacío a otro campo o cuando realiza la descarga. La pendiente positiva de la curva denota el aumento relativo de los valores, es decir que estén correlacionados positivamente. La ecuación que representa el mejor ajuste y su variación curvilínea se pueden ver a continuación:  $W07= - 1493,8 + 11,5455*Q - 0,0216*Q^3$

De la función  $W t= f(Q)$ , observando los valores de  $R^2$  comprobamos que las curvas que mejor se ajustan son la cuadrática y la cúbica con un valor de  $R^2 =0,877$  y con una significancia de 0. De estas escogemos la cúbica como representativa de la relación, de  $R^2$  se

deduce que un 87,7 % del valor de arroz cosechado influye en el resultado final del índice de productividad por hora de tiempo sin fallo. El valor positivo de la pendiente demuestra que a medida que aumenta Q aumenta Wt, y su inestabilidad en la curva de que no solo influye la cantidad de arroz cosechado en su productividad, sino que existen otros factores. La ecuación que identifica la curva cúbica y la variación de su gráfico son:  $Wt = -1353,9 + 10,4041*Q - 0,0191*Q^3$



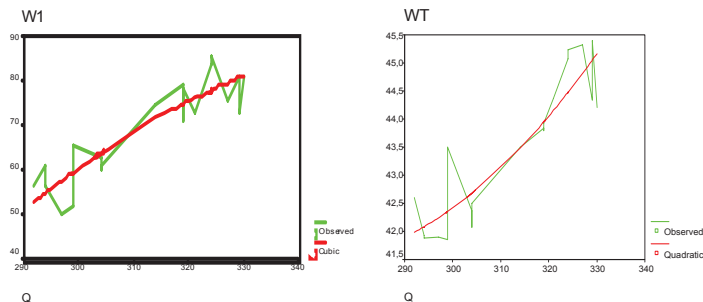
U.B.P.C "Armando Diéguez Pupo".

En la dependencia funcional de  $W1 = f(Q)$  los valores de  $R^2$  son  $> 0,807$ , con una significancia igual a 0. La curva que mejor se ajusta es la cúbica con un  $R^2 = 0,807$ , esto significa que un 80,7 % del valor de Q incide en el de W1, y su pendiente positiva indica que a medida que aumenta el arroz cosechado también lo hace la productividad por hora de tiempo limpio de trabajo (W1), influyendo en ello el tiempo en que la máquina permanece en explotación. La ecuación de la curva cuadrática y su gráfico se ven a continuación:

$$W1 = -560,49 + 2,6688*Q - 7*10^{-6}*Q^3$$

Para la relación de la función  $W07 = f(Q)$ , los valores de  $R^2$  no son buenos, aunque todas las curvas son significativas ( $sig = 0$ ). De las curvas la de mejor ajuste es la cuadrática con un  $R^2 = 0,779$ , lo que expresa un 77,9 % del valor de Q que influye en W07, con una pendiente positiva (ver gráfico) que demuestra una correlación positiva de los parámetros de arroz cosechado y la productividad por hora de tiempo de explotación. La curva de los datos experimentales presenta inestabilidades en su pendiente.

$$W07 = 98,7490 + 0,696*Q + 0,0016*Q^2 \quad Wt = 111,364 + 0,5220*Q + 0,001*Q$$



La ecuación de la curva que da sus características funcionales y su gráfico representativo sería: Las curvas ajustadas de  $Wt = f(Q)$  presentan valores de  $R^2 > 0,80$ , por lo que son aceptables los ajustes, además de tener significancia igual a 0. La mejor curva ajustada es la cuadrática con un  $R^2 = 0,820$ , lo que indica un 82 % de influencia de Q en la productividad (Wt), su pendiente al ser positiva demuestra una dependencia funcional creciente entre ambos parámetros. La ecuación de la curva y su variación gráfica se pueden ver a continuación:  $Wt = 111,364 + 0,5220*Q + 0,001*Q^2$

Este trabajo posibilita: 1-Que se pueda medir la eficiencia. 2-Permiten tomar decisiones en cuanto a alternativas en los procesos de producción. 3-Perfeccionar la aplicación de los métodos matemáticos y técnicas estadísticas en el desarrollo de trabajos científicos estudiantiles y trabajos de diploma.

Sin lugar a dudas la relación reflejada anteriormente y el carácter heurístico del proceso de solución de problemas permite al estudiante adoptar una posición activa en el aprendizaje, esto supone insertarse en la elaboración de la información, en su remodelación, planteándose interrogantes, diferentes vías de solución, argumentando sus puntos de vistas, etc. La utilización de procedimientos heurísticos conduce, por parte del alumno, a la producción de nuevos conocimientos, asegura los niveles de autorregulación con lo cual se eleva su nivel de conciencia, el control valorativo de sus propias acciones de aprendizaje, garantizando un desempeño activo y reflexivo y por consiguiente la asimilación de conocimientos, desarrollo de hábitos y habilidades, así como la formación de valores.

### **Recomendaciones**

Crear un banco de problemas relacionados con temáticas de la especialidad que requieran de la aplicación de los métodos matemáticos y técnicas estadísticas.

### **Referencias bibliográficas**

- Ballester.Sergio y otros (1992). *Metodología de la enseñanza de la Matemática*. Tomo I. La Habana. Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
- Camarena, P. (1995). *La enseñanza de las matemáticas en el contexto de las ingenierías*. XXVIII 2000. Clasificación de los modelos matemáticos en la Ingeniería Taller de enseñanza de las Matemática para Ingeniería y Arquitectura.
- Chervany y otros. (1977). *Dificultades en el aprendizaje de conceptos básicos de resolución de problemas estadísticos...*
- De Guzmán., M. (1996). El papel del matemático en la Educación Matemática. Conferencia Plenaria ICME-8. Sevilla. *Actas del 8vo Congreso Internacional de Educación Matemática* (p. 47-63).
- Galperin. P. Y. (nf). *La Teoría de la Actividad*. A. N. Leontiev. ... Departamento de Psicología y Pedagogía. CEPES. Universidad de la Habana.
- Galperin. Y. (1993). [www.ups.edu.pe/descargas/Docentes/Antonio/revista/02/2/189402206.pdf](http://www.ups.edu.pe/descargas/Docentes/Antonio/revista/02/2/189402206.pdf)
- Garfield.Joan, Ahlgren Andrew (1981).*Dificultades en el aprendizaje de conceptos básicos de probabilidad y estadística. Implicaciones para la Investigación*. Universidad de Minnesota Traducción de Enrique Salazar. 1995 Universidad de Almería. España
- Ortiz A. (nf). *Sistema de objetivos y contenidos de la disciplina proyecto de Ingeniería Mecánica*. Tesis de Maestría en Ciencias de la Educación.
- Kemphorne,(1980). [ued.uniandes.edu.co/servidor/em/recinf/traduccion/](http://ued.uniandes.edu.co/servidor/em/recinf/traduccion/).
- Labarrere Sarduy, A.F. (1987). *Bases psicopedagógicas de la enseñanza de la solución de problemas matemáticos en la escuela primaria*. La Habana: Ed. Pueblo y Educación.
- Stroup,(1984). La necesidad de fundamentar los cursos de estadística en la resolución de problemas.
- Werner Jungk. (1989). *Conferencias sobre Metodología de la Enseñanza de la Matemática 2* (Primera Parte). La Habana: Editorial Pueblo y Educación.