

Original Recibido: 15/07/2022 | Aceptado: 15/10/2022

La resolución de problemas de estimación aplicando modelos matemáticos de regresión lineal y tecnologías informáticas.

The resolution of problems of esteem by applying model mathematicians of lineal regression and information technologies

Raúl Recio Avilés. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba.

[\[rrecioa@udg.co.cu\]](mailto:rrecioa@udg.co.cu) 

Pedro A. López Tamayo. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba.

[\[plopezt@udg.co.cu\]](mailto:plopezt@udg.co.cu) 

Guillermo Bello Rodríguez. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba.

[\[gbellor@udg.co.cu\]](mailto:gbellor@udg.co.cu) 

María I. Machado Solano. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba.

[\[mmachados@udg.co.cu\]](mailto:mmachados@udg.co.cu) 

Resumen

En esta investigación, se utilizó el estudio de casos, para describir cómo orientar contenidos sobre los modelos de regresión lineal simple y múltiple, aplicados a la resolución de problemas de estimación de magnitudes con el uso de las tecnologías informáticas en la especialidad de Cultura Física y Deporte, en la solución de los problemas propuestos, se muestra como estimar el promedio de bateo de un pelotero a partir de una o más variables independientes, también se analizaron los procesos de validación del modelo y la interpretación de la solución.

Palabras clave: modelos; resolución de problemas; Métodos de caso; problemas.

Abstract.

In this investigation is show, the problem solving of magnitudes estimate, in the Physical culture and sports with the information-technology use in the problem solution, the proposed is



utilizes the case of study, in order to guide contents of the simple and multiple linear regression models are applied, it evidence as estimate the baseball player average to depart of one or more independent variable, also are analyzed the model validation and the solution process interpretation.

Keywords: models; solving problems; method of case; problems.

Introducción

La resolución de problemas desde hace algún tiempo constituye una temática recurrente en el ámbito de la enseñanza de la Matemática, debido a que para muchos investigadores constituye el centro de la enseñanza de la disciplina Matemática en diversas carreras; una de las estrategias fundamentales que se utiliza es la modelación matemática, que es una vía para la enseñanza y como método de investigación para las clases, lo que favorece la formación de profesionales.

Los problemas a resolver manifiestan dificultades que se presenta en el objeto de la profesión y que necesitan ser resuelto, para lo cual existe un resolutor (estudiante), en tal caso según Campistrous y Rizo (2013), Se denomina problema a toda situación en la que hay un planteamiento inicial y una exigencia que obliga a transformarlo. La vía para pasar de la situación o planteamiento inicial a la nueva situación exigida tiene que ser desconocida y la persona debe querer hacer la transformación, para este caso, también Mazario y otros. (2009), expresa que

“Un problema es una situación o dificultad prevista o espontánea, con algunos elementos desconocidos para el sujeto, pero capaz de provocar la realización de acciones sucesivas para darle solución” (p. 15)

En esta investigación, los problemas aparecen y se seleccionan de acuerdo con el objeto de la profesión y la realidad educativa de la carrera, en tal caso, los problemas se investigan en el contexto de la profesión, la contextualización se fundamenta en lo planteado por Addine (2007, p.3).



“Es un proceso lógico de desarrollo del profesional, que le permite ubicarse en las situaciones concretas de relevancia y actualidad en la asignatura, disciplina, en la sociedad, y que es usada como marco motivacional y conductor temático para la presentación, desarrollo y evaluación de los contenidos, con fines de aprendizaje, en estas dirección, revela los vínculos del método de la ciencia con el contenido de la misma y a su vez, reproduce los contenidos acerca de un objeto mediante la actividad teórica y su integración con la práctica”.

En consecuencia, el contexto puede ser un problema profesional, que satisface los principios de la enseñanza problémica, y es el hilo conductor en el trabajo de solución de problemas la presentación y desarrollo de al menos un tema de la asignatura o la disciplina, estos se escogen por su relevancia contemporánea, novedad intelectual y su relación con la tecnología moderna y las cuestiones educacionales más actuales, este se enmarca en un período histórico y social de su actividad profesional, donde el profesor expone el significado social de los contenidos que trasmite y de los métodos y formas que usa dentro del conjunto de las relaciones sociales vigentes. Esto significa situar los hechos desde el punto de vista de su desarrollo histórico-clasista.

En el sentido de la resolución de problemas, Campistrous y Rizo (2013) expresan que es utilizar una estrategia de uno o varios procedimientos generalizados constituidos por esquemas de acciones cuyo contenido no es específico, sino generales, aplicables en situaciones de diferente contenido, que el sujeto utiliza para orientarse en situaciones en las que no tiene un procedimiento "ad hoc" y sobre la base de las cuales decide y controla el curso de la acción de búsqueda de la solución.

De acuerdo con lo anterior, se define la habilidad resolver problemas de Matemática: como el proceso que implica la realización de una secuencia o serie de acciones para la obtención de una respuesta adecuada a una dificultad con intención de resolverla, es decir, la satisfacción de las



exigencias (meta, objetivo) que conducen a la solución del problema matemático (Campistrous; Rizo, 2013).

En consideración a la solución de problemas, una de las estrategias que con más frecuencia se utiliza es el uso de la modelación Matemática, en tal sentido, se entiende por modelo matemático a un conjunto de relaciones funcionales que permiten describir las características de un sistema o proceso real en términos matemáticos (Roumieu, 2014). En tanto que la aplicación de la estrategia es el uso del método matemático para encontrar el modelo y con él la posible solución del problema se le llama modelación, según Camarena (2013) plantea, la modelación matemática puede entenderse como un proceso de obtención y validación de modelos con los cuales puede delimitarse un problema o fenómeno de la vida real, simplificarse o idealizarse; en ocasiones es posible resolverlo interpretando datos para finalmente validarlo y confrontarlo con resultados de la realidad (Blum y Leiss, 2007).

La complejidad de la modelación matemática y la solución de problemas del contexto profesional de la Cultura Física y el Deporte, fundamentan la importancia del trabajo, que propicia información para que los estudiantes desarrollen conocimientos prácticos para resolver problemas aplicando modelos de regresión lineal y tecnología informática.

En tal sentido, se manifiesta un problema científico, la necesidad de los estudiantes de aplicar modelos de regresión lineal a la solución de problemas con el uso de tecnología informática en el contexto profesional.

En los casos de estudio, se resuelven problemas llamados de estimación de magnitudes, en los que se necesitan ciertos datos observados para la búsqueda de un modelo de regresión lineal que permita la estimación de los valores buscados, para la realización de los cálculos se utiliza el método de los mínimos cuadrados en las variantes adecuadas y se utiliza como herramienta para la solución de los problemas el software Statgraphic versión 15. Los modelos lineales se clasifican



en:

a) Modelo de regresión simple, tiene la forma $Y = B_0 + B_1 * X$; donde B_0 es el intercepto de la recta con el eje de las Y, B_1 es la pendiente, X es la variable independiente, lo que indica que sus valores influyen en la variable dependiente Y.

Los cálculos para encontrar la solución se realizan a partir de tablas que facilitan el cálculo de sumas acumulativas que facilitan encontrar los valores de B_1 que es la pendiente y a partir de esta se obtiene B_0 , no se abundará en estrategias de cálculo por cuanto este trabajo persigue utilizar tecnología informática como un componente de la solución del problema. En este modelo se presentan tres alternativas posibles.

- 1) Pendiente positiva, la ecuación es $Y = B_0 + B_1 * X$, el gráfico es una línea recta que corta eje y en B_0 .
- 2) Pendiente igual a cero; La ecuación es $Y = B_0$, la recta corta eje Y en B_0 y es paralela al eje x.
- 3) Pendiente negativa, la ecuación es $Y = B_0 - B_1 * X$, la recta corta el eje y en B_0 y en $X=x_0$

Un paso importante es la validación del modelo, que permite valorar la aceptación o rechazo del mismo teniendo en cuenta los valores que toman el Coeficiente de correlación, el de determinación (R-cuadrada), R-cuadrado (ajustado para g.l.), Error estándar del estimado, Error absoluto medio y el Estadístico Durbin-Watson; también se utiliza el análisis de varianza, que influye decisivamente en el rechazo o aceptación del modelo, debido a que toma en cuenta la suma de cuadrados totales y que porcentaje de este influye en los errores y que porcentaje de este es explicado por la ecuación de regresión, es importante destacar que un modelo significativo, la suma de cuadrados explicada por la regresión es mucho mayor que los términos del error o residual, otro aspecto importante



del trabajo con modelo es la interpretación de los resultados considerando el contexto, aspecto este, que ejerce una decisiva influencia en la comprensión de la solución del problema.

b) Modelo de regresión múltiple tiene la forma $Y = B_0 + B_1 X + B_2 X + \dots + B_n X$, para construir el modelo se calculan de varias formas los coeficientes del modelo y el intercepto con el eje Y, no se abundará en los aspectos que requiere el cálculo debido a lo apuntado anteriormente.

Los conocimientos para aplicar modelos incluyen el estudio de estrategias asociadas en cada caso a la validación e interpretación del modelo, se explica este contenido en el momento preciso de su uso, de forma que el lector pueda razonar adecuadamente su aplicación práctica, en tal sentido es un fundamento epistemológico esencial la filosofía marxista y la teoría del conocimiento de Lenin y su postulado sobre la universalidad del conocimiento práctico.

Para los autores, el caso son aquellas situaciones que merecen interés de investigación, el método de los casos, consiste en presentar situaciones problemáticas de la vida real para su estudio, análisis y solución, de esta manera, con la información que se presentan se pretende entrenar a los estudiantes en la generación de soluciones.

La presentación del caso es una relación escrita que describe una situación acaecida en la profesión de una persona o empresa. Su aplicación como estrategia de aprendizaje y solución del problema, reside en que proporciona datos concretos sobre una situación problemática que permite un entrenamiento de los estudiantes mediante la reflexión, el análisis y la discusión en grupo, las posibles soluciones al problema que se presenta. En este estudio se busca la solución y la decisión a la problemática presentada.

Los casos ayudan a conocer, pero también constituyen conocimientos por sí mismos. Tienen valor como estrategia para construir conocimiento y, como señala Eisner (1998), si se



aprende algo acerca de un caso que desconocíamos, no solo habremos alcanzado una mayor conciencia de la cualidad o del rasgo de ese caso concreto, sino que también habremos aprendido a buscar esa cualidad y ese rasgo en otros casos. De modo que la transferencia del conocimiento producido por el estudio de un caso estará sujeta a procesos de contextualización, pero la aplicabilidad es fundamentalmente del orden de la pregunta, del cuestionamiento.

En tal sentido, este trabajo tiene como objetivo, presentar casos sobre los resultados de una investigación sobre la aplicación de la regresión lineal en la solución de problemas en el contexto de la profesión de la Cultura Física y el Deporte. Para cumplimentar el objetivo se propone la diferenciación de dos casos de estudio, estos se construyen según el criterio del tipo de modelo lineal que se utiliza para la solución del problema, que permite utilizar variados conocimientos prácticos y estrategias fundamentales para la solución de problemas de estimación de magnitudes o de valores.

En relación con los elementos instruccionales que el diseñador educativo o el docente requiere tomar en cuenta para plantear un caso con fines de la enseñanza, este autor distingue tres momentos fundamentales, preparación y diseño del caso, de la discusión y solución del problema y de interpretación y toma de decisiones.

La estructura del aprendizaje basado en casos consta entre otros, de los siguientes procesos.

- a) Generación de preguntas que guían el estudio.
- b) Investigación, construcción y formulación del problema.
- c) Aplicación de herramientas para obtener la solución.
- d) Validación e interpretación de la solución.
- e) Toma de decisiones.
- f) Interpretación del modelo si procede.
- g) Debatir el proceso de solución y toma de decisiones para complementar la



comprensión.

h) Evaluación del caso.

Materiales y métodos.

En esta investigación se revisaron estudios, publicaciones y sitios web en los que se incluyen datos referidos a la Cultura Física y el Deporte, que permiten recopilar datos e informaciones utilizados en esta investigación, la completitud de la información revisada sobre estos problemas permite su selección. Las muestras la forman una selección aleatoria de datos sobre la ofensiva mediante una selección de las series nacionales del atleta Carlos Benítez del equipo de Granma.

Para el estudio y comprensión de los casos de estudio es necesario se les facilite a los estudiantes un grupo de interrogantes que le sirvan de guía para la comprensión y análisis de las diversas situaciones que conforman los casos, una breve propuesta para estos casos serían las siguientes preguntas.

Para comprender cada uno de los casos, se responde las siguientes presuntas.

1. ¿En qué consiste la situación que describe el problema?
2. ¿Es significativo el modelo obtenido? ¿Porqué?
3. Interprete los resultados del modelo.
4. Analice la decisión tomada, en qué se fundamenta.
5. ¿Cómo apoya el resultado obtenido la decisión tomada?

En las técnicas de investigación utilizadas, se aplica la revisión de documentos y sitios web para obtener datos e informaciones necesarias para la formulación del problema, este se conforma por el texto que describe las relaciones que se establecen entre los datos y las informaciones, en estos casos, las variables independientes son los hit, dobles y otros parámetros y la dependiente es



el promedio de bateo.

Análisis y discusión de los resultados

Para obtener los resultados se utiliza el software Stadgraphis versión XV.

Estudio del primer caso.

Se tienen los promedios de bateo y los hits de Carlos Benítez en sus primeras 8 series nacionales, construya un modelo de regresión lineal simple que permita estimar el promedio de bateo a partir de conectar 80 Hits. Los datos que se tienen son los que se exponen en tabla 1.

Variables	1 SN	2 SN	3 SN	4 SN	5 SN	6 SN	7 SN	8 SN
Promedio	2 6 2	2 4 5	2 4 6	2 0 2	2 9 7	3 4 0	2 6 4	2 9 1
Hit	2 7	6 4	4 8	2 0	2 7	9 8	7 8	7 7

Tabla 1. Promedio de bateo de Carlos Benítez en sus primeras ocho series nacionales.

Un análisis de los resultados iniciales de este pelotero permite enjuiciar que estos no son buenos, tienen grandes fluctuaciones entre cantidad de Hit y los promedios con tendencias alternas.

Procedimiento de solución.

Luego de captados los datos en el software seleccionado se procede a realizar el cálculo para ello se utiliza la opción de menú //relacionar/un factor/ regresión simple. En este modelo la variable independiente son los Hits y la dependiente son los promedios.

Los resultados obtenidos son los siguientes.

Regresión Simple - Prom vs. Hit

Variable dependiente: Prom

Variable independiente: Hit

Lineal: $Y = B_0 + B_1 * X$



Coefficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	218,831	27,4775	7,96401	0,0002
Pendiente	0,925625	0,449644	2,05857	0,0852

Análisis de Varianza



Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	4956,37	1	4956,37	4,24	0,0852
Residuo	7017,5	6	1169,58		
Total (Corr.)	11973,9	7			

Coeficiente de Correlación = 0,643376
 R-cuadrada = 41,3932 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 31,6254 por ciento
 Error estándar del est. = 34,1992
 Error absoluto medio = 25,6766
 Estadístico Durbin-Watson = 2,01379 (P=0,4399)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0304925

Tabla 2. Resultados del primer caso.

El planteamiento del modelo.

La salida (tabla 2) muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre las variables Prom e Hit. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Prom} = 218,831 + 0,925625 * \text{Hit}$$

Validación del modelo.

La validación se hace en base a las hipótesis.

H₀: el modelo es significativo.

H₁: el modelo no es significativo

Es provechosos revisar la significación de los coeficientes del modelo, aplicando las pruebas parciales, para este caso en la pendiente, el valor P es mayor que 0,05, indicativo de que el posible modelo de mejor ajuste es $Y = B_0$ y no $Y = B_0 + B_1 * x$ como pudiera suponerse, por lo cual, este no es significativo, según hipótesis se acepta H₀, se verá entonces que ocurre más adelante.

Se comienza con el análisis del coeficiente de correlación, que es igual a 0,643376, indicando una relación directa y moderadamente fuerte entre las variables. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 41,3932% de la variabilidad en Prom. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 34,1992. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Pronósticos del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 25,6766 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para



determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una auto correlación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%.

Aunque se aprecian carencias en los parámetros estadísticos anteriormente analizados, el valor-P en la tabla ANOVA es una prueba que permite tomar una decisión con mayor certeza, de acuerdo con esta prueba, el valor de P es mayor que 0,05, lo que indica que no hay una relación estadísticamente significativa entre Prom e Hit con un nivel de confianza del 95,0% o más.

En tal sentido, y considerando los resultados anteriores se considera que el modelo anterior es riesgoso su uso por cuanto la variable Prom puede ser aminorada.

Las acciones encaminadas a la interpretación del modelo, es un reencuentro con la información del problema, en este caso se analiza que el promedio cuando los hits son ceros se obtiene 318,83 y cuando los hits se incrementan en una unidad el promedio se incrementa en 0,92 unidades.

Para comprender mejor la problemática de esta situación, se analiza el gráfico. En él se muestra la dispersión de los puntos con respecto al modelo de recta propuesta.

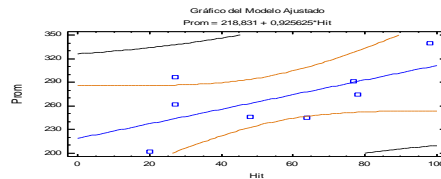


Gráfico 1. Valores que conforman el modelo.

Muchas veces es importante analizar posibles causas, en este caso (gráfico 1), el software indica posibles causas, una de ellas, es el análisis de datos atípicos, que se observa en la siguiente tabla. Los datos atípicos son aquellos que en una muestra determinada sus observaciones se alejan significativamente de las características que tienen el conjunto en general.



			Predicciones		Residuos
Fila	X	Y	Y	Residuos	Studentizados
5	27,0	297,0	243,823	53,1768	2,44

Tabla 3. Residuos atípicos.

La tabla de residuos atípicos presenta todas las observaciones que tienen residuos Estudentizados mayores a 2, en valor absoluto. Los residuos estudentizados miden cuántas desviaciones estándar se desvía cada valor observado de Prom del modelo ajustado, utilizando todos los datos excepto esa observación. En este caso, hay un residuo estudentizado mayor que 2, pero ninguno mayor que 3. Con este valor se pueden tomar diversas decisiones que no son objetos de estudio en este trabajo.

En los modelos lineales se pueden hacer modificaciones en busca de mejores ajustes para esto se puede eliminar la variable no significativa en el modelo, aunque en este caso lo recomendable es rechazar el modelo para hacer predicciones porque se obtendría $y = b_0$.

Si es necesario realizar el pronóstico, a pesar de los problemas analizados, como muchas veces ocurre en la práctica de los pronósticos, entonces se evalúa el modelo para $\text{Hit} = 80$ y se obtiene:

$$\text{Prom}_{\text{Hit}=80} = 218,831 + 0,925625*(80) = 292.91.$$

Esta solución particular se interpreta, para 80 hit se estimaría un promedio de 293, también pudiera interpretarse que para batear 293 debe dar como mínimo 80 hit, es importante recordar que, en primera instancia, el promedio de bateo depende de la relación veces al bate y Hit.

El segundo caso.

Este consiste en construir un modelo de regresión lineal múltiple para analizar el efecto que tienen los dobles, los triples y los jonrones en el promedio de bateo del jugador Carlos Benítez, para esto se toman los resultados de las últimas diez series nacionales en que ha participado este pelotero, no se tienen en cuenta los resultados de los play off.



VARIABLES	1 SN	2 SN	3 SN	4 SN	5 SN	6 SN	7 SN	8 SN	9 SN	10 SN
Dobles	7	5	10	19	5	7	7	6	19	9
Triiples	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jonrones	5	3	8	8	12	5	4	5	6	7
Prom	322	243	273	312	352	389	359	308	347	346

Tabla 4. Datos de las variables independientes Dobles, Triples y Jonrones, y la dependiente el promedio (Prom).

En el análisis de los datos, se observó que en esta muestra de resultados de las series nacionales no ha conectado triples, por lo que no procede incluir en el modelo los triples como variables.

Para la utilización del software se realizan los siguientes pasos.

- Captar los datos en el software.
- Escoger la opción de menú //relacionar/varios factores/ regresión múltiple
- Análisis de los resultados

Los resultados obtenidos son los siguientes.

Regresión Múltiple - Prom

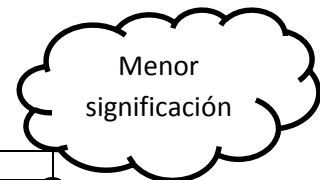
Variable dependiente: Prom

Variables independientes:

Dobles

Jonrones

	Estimación	Error Estándar	Estadístico T	Valor-P
CONSTANTE	303,828	47,6005	6,38289	0,0004
Dobles	0,232196	3,06869	0,0756661	0,9418
Jonrones	3,02999	6,28868	0,481817	0,6446



Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	593,238	2	296,619	0,13	0,8818
Residuo	16207,7	7	2315,38		
Total (Corr.)	16800,9	9			

R-cuadrada = 3,53099 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 0,0 por ciento



Error estándar del est. = 48,1184
Error absoluto medio = 32,2643
Estadístico Durbin-Watson = 0,975862 (P=0,0384)
Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,501022

Tabla 5. Resultados del caso 2.

Análisis de los resultados.

La validación se hace en base a las hipótesis.

H₀: el modelo es significativo.

H₁: el modelo no es significativo.

La salida en tabla 5 muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre Prom y 2 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Prom} = 303,828 + 0,232196 * \text{Dobles} + 3,02999 * \text{Jonrones}$$

Validación del modelo.

El análisis de las tablas de los coeficientes (tabla 3) indica que el modelo puede ser transformado eliminando la variable Dobles por cuanto esta no influye significativamente en los resultados de Prom cuando está presente La variable Jonrones.

El estadístico R-Cuadrada (tabla 5) indica que el modelo así ajustado explica 3,53099% de la variabilidad en Prom. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 0,0%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 48,1184. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 32,2643 es el valor promedio de los residuos.

El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, hay indicación de una posible correlación serial con un nivel de



confianza del 95,0%. Grafique los residuos versus el número de fila para ver si hay algún patrón que pueda detectarse.

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA (tabla 3) es mayor o igual que 0,05, no existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%. Al considerar las hipótesis planteadas se acepta H_0 , ya que el modelo no es significativo.

Para determinar si el modelo puede simplificarse, note que el valor-P más alto de las variables independientes es 0,9418, que corresponde a Dobles. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0,05, ese término no es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95,0% o mayor. Consecuentemente, debería considerarse eliminar Dobles del modelo.

La interpretación se expresa de la siguiente forma, cuando las variables dobles y Jonrones son ceros, el promedio es 303,83, cuando dobles es cero y Jonrones se incrementa en uno entonces Prom se incrementa en $303,83 + 3,03$, cuando Jonrones es cero, entonces Prom se incrementa en $303,83 + 0,23$ teniendo Jonrones un mayor impacto sobre el promedio.

		<i>Y</i>		<i>Residuo</i>
<i>Fila</i>	<i>Y</i>	<i>Predicha</i>	<i>Residuo</i>	<i>Estudentizado</i>
2	243,0	314,079	-71,0794	-2,27

Tabla 6. Residuos atípicos.

La tabla de residuos atípicos muestra todas las observaciones que tienen residuos estudentizados mayores a 2, en valor absoluto. Los residuos estudentizados miden cuántas desviaciones estándar se desvía cada valor observado de Prom del modelo ajustado, utilizando todos los datos excepto esa observación. En este caso, hay un residuo estudentizado mayor que 2, pero ninguno mayor que 3.

Si se transformara el modelo, entonces se elimina la variable Dobles que es la sugerida por el sistema por su menor significación.



En la orientación para el trabajo independiente se puede indicar a los estudiantes la realización de la transformación del modelo eliminando la variable menos significativa y analizar los procesos con el nuevo modelo.

También es necesario precisar la búsqueda de ejemplos con modelos significativos que facilite la interpretación, en ella es factible analizar el valor de y cuando las variables independientes son ceros y cuanto se incrementa y cuando las variables independientes se incrementan en uno, también son objetos de interpretaciones situaciones particulares que alcanzan los resultados del modelo de acuerdo a los valores de las variables independientes.

Conclusiones.

El estudio de casos permitió presentar a los estudiantes un grupo de casos relacionados que posibilitan organizar la información en partes relacionadas posibilitando su estudio y aprendizaje, para los profesores posibilita una forma de organizar el contenido, considerando las especificidades de cada uno de los problemas y procedimientos de solución.

Los contenidos del análisis de regresión lineal, posibilitaron el estudio de los modelos lineales que se fundamentan en el uso de las funciones lineales y que se dividen en regresión lineal simple y regresión múltiple.

En los casos de estudio propuestos se analizó la importancia del uso de las tecnologías informáticas para la solución de problemas aplicando modelos matemáticos y cómo es posible a partir de los resultados obtenidos se valida, interpreta y analiza la utilidad del modelo matemático en la solución de problemas.

En los casos de estudio también se aprecia el conjunto de pasos y de procedimientos que se aplican para resolver problemas de estimación de magnitudes.



Referencias Bibliográficas

Addine, F y otros (2007). Didáctica, Teoría y práctica, editorial Pueblo y Educación, La Habana.

Blum, W; Leiss, D. (2007). How do students and teachers deal with mathematical modelling problems, En C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, & S. Khan, (2006), Mathematical modelling (ICTMA 12): Education, engineering and economics (pp. 222-231). Chichester: Horwood Publishing.

Camarena, P. (2013). A 30 años de la teoría educativa “Matemática en el Contexto de las Ciencias”, Innovación Educativa, 13(62), 17-44.

Campistrous, L; Rizo, C. (2013). La resolución de problemas en la escuela, VII CIBEM, 16 al 20 de septiembre de 2013, Montevideo, Uruguay.

Mazario y otros. (2009). Reflexiones sobre un tema probélico; la resolución de problemas, En: Estrategias de aprendizaje en la nueva universidad. -- Ciudad de La Habana: Editorial Universitaria, 2009. -- ISBN 978-959-16-0676-1. -- 56 pág.

Roumieu, S. (2014). La importancia de las funciones en la formulación de modelos matemáticos utilizando tecnología: implementación del modelo 1 a 1, Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, ISBN: 978-84-7666-210-6 – Artículo 874, Buenos Aires Argentina.

