

ESTIMACIÓN Y PREDICCIÓN DEL PRECIO DE LA GASOLINA EN MÉXICO A PARTIR DEL MODELO DE AJUSTE DE PRECIOS DE EVANS

ESTIMATION AND PREDICTION OF GASOLINE PRICE IN MEXICO FROM EVANS PRICE ADJUSTMENT MODEL

Carlos Daniel Prado Pérez

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (México)

cprado@itesm.mx

Resumen

Éste es un trabajo que suma a la propuesta matemática que se alinea a la visión del Modelo Educativo del Tecnológico de Monterrey. Forma parte de un conjunto de situaciones que se han preparado para cubrir gran parte de la formación matemática de los alumnos, probados con éxito en el Campus Estado de México. Todos éstos tienen la misma filosofía: proponer problemáticas de índole real de cuyas respuestas pudiese haber una valoración por parte de algún sector de la sociedad. El presente problema se inspiró por la controversia entre especialistas económicos quienes dirimían la posibilidad, a principios de 2018, de que la gasolina Magna en México pudiera llegar a un precio promedio de 20 pesos. La situación se propuso a principios de 2018, a fin de que los alumnos del segundo semestre de matemáticas, bajo el análisis del modelo de ajuste de precios de Evans, generaran una predicción fundamentada sobre la cuestión de si la gasolina Magna llegaría a 20 pesos al finalizar este año.

Palabras clave: competencias, predicción, precio, reto

Abstract

This work adds to mathematical proposition, which is aligned to the vision of the educational model at Tecnológico de Monterrey. It is a part of a set of situations that have been prepared to cover the mathematical training of students, these have been tested successfully at Campus State of Mexico. All these challenges have the same philosophy: propose situations of real context whose answers could be interesting by any sector of society. The controversy among economic specialists inspired the present challenge; at the beginning of 2018, they were deciding the possibility that Magna gasoline could reach an average price of 20 pesos in Mexico. This situation was proposed to the students of the second semester of mathematics at the beginning of 2018, in order to analyze the problem under the model of Evans price adjustment. They had to generate a prediction based on the question of whether gasoline Magna would reach 20 pesos at the end of this year.

Key words: Competencies, prediction, price, challenge

■ Introducción

Un elemento sustancial del modelo educativo del Tecnológico de Monterrey, es el que se refiere a RETO. Un reto es una actividad, tarea o situación que implica al estudiante un estímulo y un desafío. En la realidad y en la práctica, el contexto de este enfoque pedagógico parece razonable cuando un RETO se ubica en el segundo o tercer tercio de alguna carrera profesional, más aún si éste está vinculado con algún socio formador (empresa o gobierno, por ejemplo, que acompaña el proceso de ejecución del RETO). Sin embargo, para el primer tercio, en particular, en lo que toca a la formación matemática del tronco básico donde se trabaja con alumnos de primer ingreso con la consecuente inmadurez cognitiva y personal, la respuesta no siempre parece tan natural.

En lo académico, es consenso que todo estudiante universitario deba desarrollar una buena competencia matemática; ahora bien, ¿cómo hacerlo?, ¿cómo ante el enfoque de lo que un RETO entraña? Este trabajo reporta una posible respuesta y constituye una experiencia educativa más que conforma parte de una red amplia de situaciones de índole real. El objetivo de este tipo de actividades, es contribuir en el área matemática dentro del modelo educativo ya referido. Ahora bien, con el trasfondo de una situación real generada en México a partir de 2017 con la llamada “liberación de precios de los combustibles”, este trabajo es ejemplo de una situación didáctica que recurre a la aplicación de un modelo matemático, llamado: modelo de ajuste de precios de Evans, éste establece que “el precio de un bien cambia en el tiempo proporcionalmente con la escasez del mismo”.

■ Marco teórico

Este trabajo fue propuesto a estudiantes del segundo semestre de las licenciaturas en ingeniería, y gira en torno a un modelo matemático de ajuste (o predicción) de precios de Evans que permite estimar-pronosticar, a corto plazo, el precio de un bien si se conocen con cierta antelación: precio, demanda y oferta. La situación-problema que se propone aquí y que fue trabajada por los alumnos en el semestre enero-mayo de 2018, encuadra bien en el contexto del nuevo Modelo Educativo TEC 21. Al mismo tiempo, en el contexto de la matemática educativa pertenece a la llamada Teoría de las Situaciones Didácticas de Brousseau (Brousseau, 2000).

El reto se planteó bajo el contexto de una situación real que se vive en México a partir de enero de 2017, a saber, el gobierno federal tomó la decisión de liberar los precios de los combustibles: gasolinas Magna, Premium, Diésel y gas LP dejando que los precios se regulen por la oferta, la demanda, los precios internacionales y el tipo de cambio. Bajo estas nuevas circunstancias, la Secretaría de Hacienda, otrora organismo único regulador de precios de estos combustibles, quedaría paulatinamente al margen de estas determinaciones salvo por el hecho de amortiguar, a través de ciertos estímulos en determinadas regiones del País (como en la frontera norte con Estados Unidos), las fluctuaciones abruptas que pudieran tener los precios de estos combustibles. Esta liberación de precios se vive ya a plenitud en 2018 con las implicaciones que, particularmente sobre la inflación nacional, ha tenido esta disposición. En efecto, la inflación en México en el año 2017 llegó a su punto máximo en los últimos 17 años llegando a una tasa del 6.77 % explicada en buena medida, de acuerdo con los especialistas, al aumento de precios de los combustibles (Miguel, 2018).

Para obtener una predicción sobre los precios de la gasolina (Magna fue el caso más representativo de estudio) a lo largo de 2018, se propuso a los alumnos un modelo matemático basado sobre dos pilares: el modelo de ajuste de precios de Evans, que se traduce en una ecuación diferencial de primer orden, y el ajuste por regresión lineal de la oferta y demanda utilizando la información generada por la Paraestatal PEMEX, hasta hace dos años, la única distribuidora de todo tipo de combustibles en México. Este RETO (al igual que otros del mismo tipo) se rige por los siguientes principios:

- a) Exigen la interacción entre los alumnos y un contexto real.
- b) Requieren de trabajo en equipo para que por la comunicación entre alumnos se desarrolle el lenguaje propio de la disciplina como parte del aprendizaje.
- c) La validación de los procesos y de la solución mediante la presentación oral de las ideas discutidas, si es posible ante un grupo de expertos. Caso contrario, contrastando con opiniones de los especialistas sobre el tema que comprenda el reto.
- d) De ser pertinente, la incorporación de aspectos de índole social como la ética y/o la ciudadanía, o alguna problemática socioeconómica como la presente.
- e) Finalmente, en el conjunto de retos propuestos para la formación profesional, se ha añadido un elemento más: el uso de la tecnología.

Cabe decir que el planteamiento y solución de un problema como éste tiene sentido en el contexto de una educación basada en competencias en la que la planeación general de toda una institución esté al tanto de la administración de un proceso complejo que va más allá de la cátedra tradicional. Las intenciones educativas detrás de este tipo de situaciones están vinculadas, entre otras cosas, con posibilitar a los alumnos a que aprendan a través de experiencias concretas, vinculadas a su realidad inmediata y actualizadas en materia educativa. En la misma línea de ideas se dota a los alumnos con las competencias que requieren en su formación profesional y que la industria o diferentes organismos les exigen al momento de su inserción en los puestos de trabajo profesional.

El presente trabajo tuvo una duración de 5 semanas entre la asignación y la solución entregada. Los estudiantes tuvieron que precisar el modelo matemático de Evans a partir de su descripción teórica (Draper y Klingman, 1967). Obtener información de PEMEX (Petróleos Mexicanos, 2018) sobre la oferta y demanda del combustible elegido y a partir de esta información, por regresión lineal, determinar sendas expresiones para la oferta y la demanda en términos del precio a lo largo del año 2017, año en el que inició la transición al nuevo modelo económico de precios de los combustibles en México. Cabe decir que este modelo hubiese podido ser resuelto directamente a partir de los datos hallados utilizando métodos numéricos o, se hubiese podido aplicar de manera más adecuada un ajuste de regresión no lineal (lo que hubiese mejorado la predicción); sin embargo, los alumnos que trabajaron en el reto no contaban con los conocimientos y/o habilidades suficientes como para abordar una solución que incorporara más allá de lo que aquí se presenta.

■ Metodología

Como se ha indicado, dado el contexto de liberación de precio de los combustibles y ante el alza notoria de su precio a partir de enero de 2017, se especuló por parte de los especialistas que el precio de la gasolina Magna llegara a 20 pesos, a finales del 2018. El modelo de ajuste de precios de Evans se apoya en el principio de que la tasa de variación en el precio de un bien es proporcional a la escasez, definida como la diferencia entre la demanda y la oferta. Por lo tanto, este principio se traduce en la siguiente ecuación diferencial:

$$\frac{dp}{dt} = k(D(p) - O(p))$$

Donde p es el precio del bien, en este caso, del litro de gasolina Magna, t es el tiempo, $D(p)$ y $O(p)$, demanda y oferta respectivamente, ambas dependientes, como es sabido, del precio p del bien; k es la constante de proporcionalidad. Resolver la ecuación diferencial no es difícil en principio, pues recurriendo a separación de variables, ésta puede ser escrita en la forma:

$$\frac{dp}{D(p) - O(p)} = k dt$$

Si se conocen sendas expresiones para la demanda y oferta (en función del precio del bien), lo que seguiría es realizar un proceso de integración y hacer el cálculo de los parámetros de ajuste (k , y la constante de integración). El punto es que estas referidas expresiones para $D(p)$; $O(p)$, deberían obtenerse de datos reales confiables, preferentemente de una fuente gubernamental. La fuente a la que los equipos recurrieron fue el anuario de PEMEX (Indicadores Petroleros, 2018). Obtener información no fue tan simple como parecía a simple vista. La siguiente tabla contiene información sobre el precio por litro y la demanda, en barriles diarios y en litros diarios.

Mes	Precio por litro (en pesos)	Ventas de gasolina Magna en litros	Venta de gasolina Magna en barriles
Enero	15.99	95646.75968	601.6
Febrero	15.99	101036.4292	635.5
Marzo	15.87	104565.9472	657.7
Abril	16.50	101131.8215	636.1
Mayo	16.42	106457.8961	669.6
Junio	16.22	107634.4021	677.0
Julio	16.25	104152.5802	655.1
Agosto	16.43	108063.6678	679.7
Septiembre	16.63	105631.1621	664.4
Octubre	16.71	104025.3904	654.3
Noviembre	16.76	107904.6805	678.7

Tabla 1: Demanda contra precio. Gasolina Magna (Indicadores Petroleros, 2018)

La información sobre oferta no se publica de manera directa. En primer lugar, se debe obtener como la suma entre producción interna e importación. Además, PEMEX ofrece información sobre oferta considerando ambas gasolinas: Magna y Premium. Fue necesario buscar información en la Comisión Reguladora de Energía (Precios de gasolinas y diésel, 2017) para determinar qué porcentaje correspondía a gasolina Magna dentro de la oferta total de gasolinas. La gasolina Magna representa el 81.5% del total.

Mes	Precio por litro (en pesos)	Oferta total de gasolinas (miles de barriles diarios)	Oferta de gasolina Magna (en miles de barriles diarios)	Oferta de gasolina Magna (en litros) 81.5% del total de la oferta
Enero	15.99	861.3	701.9595	111602.6456
Febrero	15.99	838	682.97	108583.5563
Marzo	15.87	839.3	684.0295	108752.0033
Abril	16.50	767.3	625.3495	99422.62856
Mayo	16.42	837.5	682.5625	108518.769
Junio	16.22	813.1	662.6765	105357.1475
Julio	16.25	834.5	680.1175	108130.045

Agosto	16.43	843.4	687.371	109283.2594
Septiembre	16.63	788.9	642.9535	102221.441
Octubre	16.71	774.6	631.299	100368.5235
Noviembre	16.76	823.1	670.8265	106652.894

Tabla 2: Oferta contra precio. Gasolina Magna (Precios de gasolinas y diésel, 2017)

Una vez que se contó con la información anterior, fue fácil elaborar sendos gráficos que permitieron obtener una idea más clara del tipo de función que ajustaría los datos para la demanda y para la oferta. Estos gráficos aparecen en las siguientes Figuras 1 y 2.

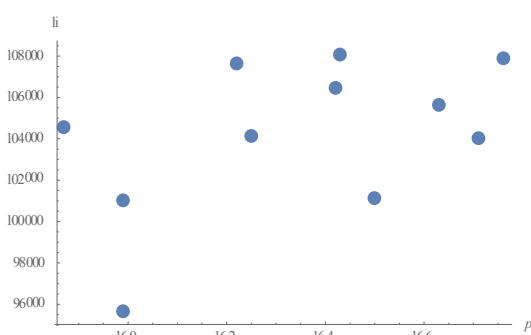


Figura 1. Demanda contra precio

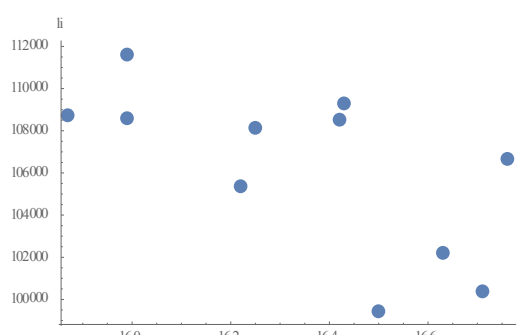


Figura 2. Oferta contra precio

Como puede apreciarse la variabilidad de los datos es considerable. De aquí que un ajuste de tipo lineal parece por mucho un mal ajuste. No obstante, como se ha indicado, dado el nivel de competencia matemática de los participantes de este reto, se propuso un ajuste de tipo lineal. Las gráficas de estos ajustes (lineales), colocadas sobre las anteriores gráficas de puntos acentúan lo que se ha indicado.

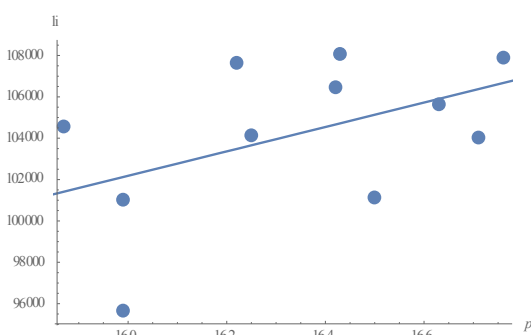


Figura 3. Ajuste. Demanda contra precio

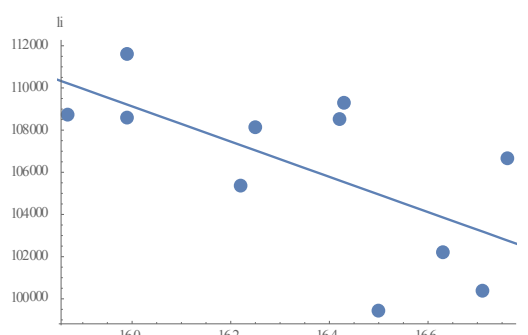


Figura 2. Ajuste. Oferta contra precio

Este RETO fue buena razón para utilizar tecnología. Aunque se motivó y se dio un breve taller sobre el software Mathematica, la mayoría prefirió utilizar Excel. Como quiera que sea, y bajo las limitaciones que ya se han señalado, se encontró que las fórmulas de ajuste lineal para las funciones de demanda y oferta son, respectivamente:

$$D(p) = 7739.925 + 5902.606 p$$

$$O(p) = 242920.34 - 8361.967 p$$

En consecuencia, la escasez es:

$$D(p) - O(p) = -235180.415 + 14264.573 p$$

El reto se asignó para que fuera trabajado por cinco semanas. Los alumnos tardaron aproximadamente dos semanas en hallar y comprender el tipo de información que requerían. Más tarde, su trabajo se concentró en la solución e interpretación de resultados. A la par, se fueron desarrollando los conocimientos teóricos que los alumnos requerían para resolver el RETO. La solución que mostraron conlleva las siguientes ideas:

Al colocar la escasez en la ecuación diferencial de variables separables, se determina:

$$\frac{dp}{-235180.415 + 14264.573 p} = k dt$$

Por lo tanto, al integrar, se obtiene:

$$0.00007010374290618697 \ln(-235180.415 + 14264.5736 p) = kt + C$$

Para hallar las constantes k y C , se consideró (arbitrariamente) que $t = 0$ correspondiera al mes de diciembre de 2017 (mes en el que no se reportó información en el anuario de PEMEX). De esta forma, por ejemplo, $t = 1$ significaría enero de 2018. Se tomaron los últimos dos datos históricos, correspondientes a octubre y noviembre de 2017. Para la variable t , esto significaría: $t = -2$ y $t = -1$, respectivamente. Para estos tiempos, el precio de la gasolina fue de: 16.71 y 16.76, respectivamente. Con estos valores, se obtuvo:

$$k = 0.000014183566157794226, C = 0.0005937417625861285$$

Al sustituir estos valores y despejar la función de precio, se halló que:

$$p(t) = 16.487 + 0.334187e^{0.211629t}$$

■ Resultados

En las conclusiones se indicarán las asociadas a la didáctica utilizada, sus pros y contras. En el presente apartado se insistirá aún en los resultados que sobre el precio promedio de la gasolina Magna se logró pronosticar (lamentablemente, la realidad ha superado el pronóstico). Se presenta en la siguiente tabla un comparativo entre pronóstico y realidad:

Mes	Pronóstico (pesos/litro)	Real (pesos/litro)
Enero	16.90	16.90
Febrero	17.00	17.48
Marzo	17.12	17.54
Abril	17.27	18.26
Mayo	17.45	18.40

Junio	17.68	18.50
Julio	17.96	¿?
Agosto	18.30	¿?
Septiembre	18.73	¿?
Octubre	19.26	¿?
Noviembre	19.92	¿?
Diciembre	20.72	¿?

Tabla 3. Pronóstico versus costo registrado para la gasolina Magna, 2018

Con todo y que el pronóstico se ha mantenido por debajo de los precios reales, se aprecia inmediatamente una conclusión: en efecto, la gasolina Magna llegará a 20 pesos, aproximadamente en el último tercio del año (si la tendencia sigue como hasta ahora y la política no interviene en este asunto económico).

■ Conclusiones

Grosso modo pueden señalarse algunas virtudes de este tipo de didáctica. Tal vez lo más sobresaliente radique en la combinación de conocimientos y habilidades de pensamiento para resolver la situación propuesta, así como el uso de la tecnología, la motivación y el nivel de significancia que logra una aplicación de la matemática como ésta. Fue complicado desarrollar aspectos propios del curso y a la par dar los elementos básicos del software. Bastante se dejó a los estudiantes para auto aprendizaje, pero los menos avisados tuvieron dificultades para conjugar teoría, software y aplicación. Del análisis de esta situación y de los resultados obtenidos en este trabajo, tal vez una de las conclusiones más importantes sea que los alumnos lograron comprender el valor de esta herramienta a la que llamamos ecuación diferencial, un instrumento natural para investigar en muchos campos de la ciencia y la ingeniería. Los resultados obtenidos en la predicción se contrastaron con los valores reales del precio de la gasolina. La valoración positiva que se hizo hacia este reto por parte de los alumnos proviene del comparativo contra la realidad, un comparativo que generó a lo largo del resto del semestre una experiencia muy gratificante para los estudiantes.

■ Referencias bibliográficas

- Brousseau, G. (2000). Educación y Didáctica de las Matemáticas. *Educación Matemática 12 (1)*, 5-38.
- Draper, J., y Klingman, J. (1967). *Mathematical Analysis with Business and Economic Applications*. New York: Harper & Row.
- Indicadores Petroleros. (sf). Recuperado el 29 de enero de 2018 de http://www.pemex.com/ri/Publicaciones/Indicadores%20Petroleros/eprocscrudo_esp.pdf
- Miguel, R. (2018). *México despidió el 2017 con la inflación más alta en 17 años*. Recuperado el 09 de enero de 2018 de <http://www.eluniversal.com.mx/cartera/economia/mexico-despidio-el-2017-con-la-inflacion-mas-alta-en-17-anos>.
- Precios de gasolinas y diésel. (sf). Recuperado el 01 de enero de 2017 de <https://www.gob.mx/cre/articulos/precios-vigentes-de-gasolinas-y-diesel?idiom=es>