

# Propuesta didáctica para un curso de cálculo diferencial para ciencias económico administrativas centrado en el estudiante

Sara L. Marín Maldonado, I. Xóchitl Fuentes Uribe, Laura Plazola Zamora,  
Ana Torres Mata

[marinsara@hotmail.com](mailto:marinsara@hotmail.com); [mtra.xochitl.fuentes@gmail.com](mailto:mtra.xochitl.fuentes@gmail.com), [lpazola@gmail.com](mailto:lpazola@gmail.com),  
[anatorrescucaudg@gmail.com](mailto:anatorrescucaudg@gmail.com)

Universidad de Guadalajara  
México

**Resumen.** El estilo de vida de los estudiantes y de la sociedad en general ha cambiado mucho en los últimos años debido a diversos factores como la globalización y los cambios tecnológicos. Es de vital importancia cambiar nuestro discurso académico como profesores con el fin de que el estudiante adquiera un aprendizaje significativo. En este trabajo se discute acerca del producto final de un curso de cálculo diferencial a nivel licenciatura, implementada en el primer semestre del área común en el Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guadalajara. El curso está centrado en el estudiante y el concepto de función es el protagonista principal. En el producto final, el estudiante, por medio de la modelación matemática, construye funciones a partir de datos reales con el fin de obtener aprendizajes significativos.

**Palabras clave:** función, modelación, aprendizaje significativo, aprendizaje centrado en el estudiante.

**Abstract.** Students' lifestyle and society in general has changed a lot in the last few years because of many factors like globalization and the progress of technology. It's very important to change our academic speech as professors so that the student may acquire a significant learning. In this work we discuss about the final product from a differential calculus course at bachelor's degree, implemented in the first semester in the common area at the Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas of the University of Guadalajara. The course is focused in the student, and the concept of function is the main protagonist. In the final product, the student, by mathematic modeling, builds functions from real data with the purpose of obtaining significant learnings.

**Keywords:** function, modeling, significant learning, student centered learning.



## 1. Introducción

Es bien sabido para los profesores que imparten cálculo, que en general es una materia con un alto índice de reprobación. En nuestro campus aproximadamente el 50% de los estudiantes no aprueba la materia de Matemáticas I, que se imparte en el primer semestre en casi todas las carreras del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas. Así mismo, hay deserción en algunas carreras al no poder acreditarla, aún después de repetir el curso.

En nuestra labor como docentes a lo largo de casi dos décadas, hemos observado desde que éramos estudiantes y luego pasamos a ser profesoras, como el sistema educativo erróneamente se ha enfocado en que los estudiantes repliquen en tareas y exámenes, los mismos procedimientos, sin darle mucha importancia al desarrollo de habilidades, ni a obtener aprendizajes significativos.

El estudio del cálculo se vuelve confuso para el estudiante que no ha logrado desarrollar un pensamiento algebraico. Parece que el objetivo es memorizar procedimientos y reproducirlos. En muchos casos el estudiante tropieza con dificultades algebraicas que le impiden resolver el problema. Esto sucede en diversos temas del curso, consecuentemente, el estudio del cálculo se convierte para el estudiante en una tarea en extremo difícil y hasta frustrante por el frecuente retorno a temas del álgebra que debieron dominarse antes de iniciarse en el estudio del cálculo, y en los que, por el contrario, se suelen arrastrar serias deficiencias del bachillerato.

Por otra parte la pasividad del estudiante en los cursos de matemáticas, fomentada por los profesores que centran su clase en su propio discurso, no colabora con la autonomía del estudiante. Si queremos que este participe en su proceso de aprendizaje y se dé cuenta de que este es un proceso de corresponsabilidad, requerimos un cambio profundo de actitud por parte del profesor. El docente deberá intentar que los estudiantes descubran principios por sí mismos y estimularlos a que lo hagan para implicarse en un dialogo activo (Pimienta, 2008). Buscamos así un aprendizaje activo en el estudiante, en el cual, este se involucre buscando sus propios significados experimentando situaciones que hemos diseñado con el fin de que lo lleven a indagar hasta poder tener respuesta a sus interrogantes. El aprendizaje significativo ocurre entonces cuando el estudiante logra conectar una información nueva con lo que él conoce anteriormente. Así nuestra tarea será en todo momento darle sentido a los conceptos nuevos, evocando el entorno de nuestro estudiante (Moffett y Wagner 1992).

Pero, ¿cómo podemos pedirle al profesor que salga de este círculo sin fin, en el que todos estamos metidos? Desde nuestra perspectiva, el cambio en el aula es en estos momentos una necesidad y el momento adecuado es ahora, ya que el cambio tecnológico en el que está inmersa nuestra sociedad impulsa a afrontar este reto. El propósito de este trabajo es motivar a los profesores a implementar actividades centradas en el estudiante, con el fin de que estos adquieran aprendizajes significativos. Para ello comentaremos nuestra experiencia al haber creado un entorno de instrucción innovador en el curso de Matemáticas I, experiencia generada a lo largo de varios semestres. La propuesta que a continuación exponemos puede servir de ejemplo y guía al profesor para que así, él construya su propio curso, adecuado a su entorno social y de aprendizaje.

Para el desarrollo de este trabajo hemos estado estudiando el impacto que ha tenido en los estudiantes, el implementar diversas actividades desde el año 2009. El esquema propuesto es fruto de nuestras observaciones en aproximadamente 25 grupos a lo largo de este tiempo.

## 2. Marco Teórico

## Propuesta didáctica para un curso de cálculo diferencial para ciencias económico administrativas centrado en el estudiante

La actividad de aprendizaje propuesta en este trabajo se fundamenta en la investigación llevada a cabo por diversos investigadores de la matemática educativa, en la que se considera la creación de situaciones donde la matemática pueda ser percibida por el estudiante como una situación de exploración. En particular usamos la modelación matemática, con el fin de que los estudiantes desarrollen habilidades para traducir situaciones reales a problemas matemáticos (Blum y Borromeo, 2009). En efecto, en los últimos años se ha estudiado el reconocimiento de la modelación como una actividad necesaria para la reconstrucción de significados matemáticos. (Cordero y Suárez, 2005).

Villa, (2007), establece la diferencia entre modelización, como actividad científica y modelación como herramienta para construir conceptos matemáticos en el aula de clase. Un modelo matemático es un conjunto de símbolos y relaciones matemáticas que intentan explicar, predecir y solucionar algunos aspectos de un fenómeno o situación. Construir un modelo requiere del conocimiento del contexto y de la situación así como de las habilidades del modelador para describir, establecer y representar las relaciones existentes entre las cantidades. Así, la modelización puede ser considerada como herramienta de representación de situaciones o fenómenos del mundo real. La modelación es entonces una estrategia que posibilita el entendimiento de un concepto matemático inmerso en un contexto dotado de relaciones y significados que prepara al estudiante para ir desarrollando una actitud diferente y abordar los problemas de un contexto real.

Esta actitud es importante en nuestra perspectiva para conseguir que el estudiante perciba un sentido práctico en el estudio del cálculo.

Por otra parte el uso de las gráficas en la modelación aporta elementos importantes de construcción para las ideas de la variación que se desarrollan antes que el concepto de función (Suárez y Cordero 2010).

### 3. El objetivo del curso

Para poder crear un entorno de instrucción adecuado, nos concentramos en las siguientes preguntas, elaboradas desde la perspectiva del estudiante:

- ¿Cuál es el concepto principal del curso en torno al cual girará todo lo demás?
- ¿Para qué me sirve ese concepto en relación a mi entorno y relacionado con las áreas de conocimiento de mi carrera?
- Después de terminar el curso ¿qué sabré hacer, que sea práctico y resuelva alguna interrogante real?
- Y en base a estas preguntas, la pregunta principal: ¿Cuál es el objetivo del curso?

Para nosotros, el concepto principal del curso, es el concepto de función. Según señalan Cuevas y Pluinage (2017) el concepto de función real ha constituido un referente natural para la modelización de diversos fenómenos de las ciencias naturales y sociales, de ahí que este concepto constituye el día de hoy un concepto matemático básico y necesario para poder interactuar en nuestro entorno socio cultural.

Intentado contestar las demás interrogantes, reconocemos que la modelación matemática se ha utilizado y se ha venido estudiando ampliamente en la Matemática Educativa (Kaiser, Blomhoj & Sriraman, 2006). De manera que este será nuestro punto de partida para construir el objetivo de nuestro curso. Como profesores, transmitimos al estudiante lo siguiente:

*El concepto de función será nuestro actor principal en este curso. Y me sirve para crear un modelo con datos de algún fenómeno real de mi interés. Cuando acabe el curso podré proponer una función descrita por alguna expresión, observando patrones en los datos. La función propuesta modela la situación de interés y me sirve para predecir datos en un futuro cercano.*

#### 4. ¿Cómo hago para que los estudiantes salgan del modelo pasivo y adopten el modelo activo?

24

Reconocemos que nuestros estudiantes vienen a nuestros cursos con una expectativa basada en sus experiencias en cursos anteriores. En algunos casos estos ya han trabajado en entornos virtuales o en cursos diseñados por competencias. Otros están acostumbrados a la pasividad habitual de muchos cursos típicos de matemáticas. En los primeros cursos en los que se intentó implementar esta metodología en ocasiones los estudiantes querían volver al esquema pasivo, argumentando no poder hacer las cosas. En el grupo que presentamos aquí los resultados, se hizo especial énfasis en que nuestro curso sería diferente. Además de las presentaciones por parte de los estudiantes y del profesor, se hace una presentación en diapositivas donde además de mostrar el objetivo del curso, el programa y la manera en que serán evaluados, se hace hincapié en cómo se trabajará en clase. En la figura 1 se ve la diapositiva en donde se expresa y se muestra por medio de una imagen la situación en que se verán cada día: los estudiantes interactuando entre sí y con el profesor. En nuestra experiencia, la diapositiva con la imagen mostrada al inicio del curso ha colaborado a que el curso se desarrolle bajo este nuevo esquema y sin ninguna petición por parte de los estudiantes de volver al esquema pasivo.



Figura 1. Diapositiva dentro de la presentación del primer día de clase

#### 5. Presentando a los estudiantes los modelos en matemáticas

Según Tan (2018), los problemas reales, no importando el campo del cual provengan, se analizan con el proceso llamado modelado matemático. Proporciona cuatro pasos en el proceso: formular, resolver, interpretar y probar. Cita además diversos ejemplos. Este planteamiento lo realiza el autor en el capítulo 2 en el que expone el tema de funciones y sus gráficas. Ahora bien, ¿Qué hacemos para que el estudiante pueda comprender esta lectura? ¿Qué podemos presentarle al alumno que sea conocido para él y que le permita conectar esto con el concepto de modelo matemático? Buscando contestar estas interrogantes encontramos la serie Numb3rs (Falacci y Heuton 2005). De manera que en nuestra primera sesión les presentamos el capítulo piloto de la primera temporada. Al inicio podemos escuchar:

## Propuesta didáctica para un curso de cálculo diferencial para ciencias económico administrativas centrado en el estudiante

*"Usamos los números todos los días, para predecir el tiempo, para decir la hora, al usar dinero. También las usamos para analizar el crimen, para buscar pautas para predecir comportamientos. Con los números podemos solucionar los misterios que se nos planteen."*

En este capítulo, Charlie un profesor de matemáticas ayuda a su hermano, que es un agente especial del FBI, a encontrar a un asesino utilizando un modelo matemático para identificar el punto de origen de este.

En los primeros grupos en los que se usaba esta serie, pudimos anotar los siguientes comentarios expresados después de ver el capítulo:

Profesor: Y bien, ¿qué les pareció lo que acabamos de ver?

Estudiante 1: A mí me pareció muy fantasioso... no creo que eso sea posible

Estudiante 2: Creo que esa serie la hizo alguien que le gustan mucho las matemáticas y se imagina muchas cosas.

Estudiante 3: Creo que si es posible algunas cosas pero no todo... si cae en lo irreal.

Con esto podíamos evidenciar, como en su estructura de pensamiento, las matemáticas estaban muy lejanas de los problemas reales.

Así que en los grupos que siguieron a esta experiencia se comenzó haciendo una presentación de la serie especificando que varios matemáticos trabajan como consultores para cada episodio. Que si bien los personajes que aparecen en la serie son ficticios, las matemáticas que aparecen en cada demostración son reales. Que la empresa Texas Instruments en asociación con el Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas, dirige un programa de recursos educativos basados en la serie. Y que la serie ganó en el 2005 el premio Carl Sagan para la comprensión pública de la ciencia.

Estos son algunos de los comentarios que hemos encontrado en los últimos grupos:

Estudiante 1: Que interesante, jamás me imagine que las matemáticas podían servir para algo así.

Estudiante 2: Me gustó mucho como el matemático resolvió el problema, supongo que existe gente que puede crear algo así.

Estudiante 3: Me sorprendió como el matemático pudo resolver algo tan complicado como encontrar a un asesino serial, usando matemáticas.

A continuación se propone la siguiente actividad:

Una vez visto el capítulo de la serie:

- Realiza un ensayo mencionando los elementos de las matemáticas que observaste en el capítulo de la serie y qué fue lo que más llamó tu atención.
- Investiga y menciona otra aplicación no convencional de las matemáticas, puede ser en el ámbito social, médico, científico, ambiental u otro.
- En equipo, revisa la aportación de dos de tus compañeros y observa si hay coincidencias o divergencias con lo que tú mencionaste y coméntales tus experiencias y puntos de vista sobre el tema.

De manera que a partir de aquí las palabras *modelo matemático* y *función* han sido puestas en un contexto motivado por el programa visto. En la siguiente sesión se hace una exposición del concepto de función y sus representaciones como conjuntos de pares ordenados, en tablas, y

gráficas. Se sugiere la lectura del libro de Tan y se plantea el inicio de las entregas de lo que será el producto final del curso.

## 6. El producto final del curso

El curso tiene entonces un hilo conductor, este es, que el estudiante pueda a partir de datos reales de una situación de su interés, formular un modelo matemático proponiendo una función. En el Anexo 1 podemos ver las instrucciones divididas en etapas de entrega.

Hay sesiones de retroalimentación donde se exponen los avances de algunos estudiantes. En este espacio, el profesor fomenta el dialogo entre estudiantes y el apoyo entre iguales. Las entregas son acumulativas: en cada entrega el estudiante corrige lo que tenga que ser corregido y se agrega lo que se pide en la actual. Los temas que se estudian a continuación tienen siempre un *por qué* y un *para qué* en la percepción del estudiante. El resto del curso consiste en actividades diseñadas para trabajar en equipo, prácticas exploratorias con calculadoras graficadoras o aplicaciones, y exposiciones breves por parte del profesor que sirven para lograr nuestro objetivo principal: adquirir los conocimientos necesarios para proponer un modelo matemático del tema elegido por el estudiante. Los conceptos de límite, continuidad, derivada, máximos y mínimos complementan así el curso.

## 7. El uso de Facebook como medio de comunicación para la entrega del producto final

Desde el inicio del curso se crea un grupo privado en Facebook. Desde ahí, se dan algunos avisos y se comparten documentos como prácticas o ejercicios. Cuando llega el momento de las entregas del producto final, los estudiantes suben ahí sus trabajos.

Como mencionamos en un trabajo anterior, el uso de la red social Facebook como medio de comunicación durante el curso fue más eficiente que el uso de la plataforma Moodle que se usó en los primeros grupos. En general los estudiantes se sienten más cómodos trabajando en Facebook. También se observó más motivación de entregar el trabajo. Si se pedía el trabajo el jueves para ser entregado el lunes, a partir del jueves ya empezaban los estudiantes a subir sus trabajos y a interactuar, cosa que en Moodle no sucedía (Marín y Plazola 2016).

La retroalimentación fue más efectiva cuando todos los estudiantes podían ver los comentarios que el profesor hacía a cada trabajo. Se mejoró notablemente tanto la cantidad de entregas del producto final como la calidad de los mismos. Usar Facebook ayudó a que el profesor pudiera comunicarse mejor con el estudiante, dándole una retroalimentación asertiva tanto en tiempo como en forma, lo cual dio pie a que el estudiante pudiera corregir a tiempo su modelo matemático. También mejoró la interacción entre los estudiantes ya que se ayudaron entre ellos al encontrar similitudes en procedimientos al realizar su producto final, formando así una auténtica comunidad de aprendizaje.

## 8. Resultados

A continuación presentaremos las observaciones realizadas en el último grupo en el que se implementó la realización del producto final, correspondiente al calendario escolar 2017 B. El grupo tenía originalmente 45 estudiantes de los cuales, siguiendo la normativa vigente en el Departamento de Métodos Cuantitativos, 11 alumnos tomaron la opción de darse de baja de la materia e inscribirse al curso de nivelación. De los 34 estudiantes restantes 5 dejaron de asistir. Con lo cual nos centraremos en los 29 restantes.



## Propuesta didáctica para un curso de cálculo diferencial para ciencias económico administrativas centrado en el estudiante

Los 29 estudiantes realizaron la primera entrega, dos de ellos con un día de retraso, 20 de los trabajos cumplían con todos los requisitos. Los otros 9 se pusieron al corriente en la segunda entrega, 4 de estos cambiaron de tema. La entrega final junto con la exposición de su trabajo, la llevaron a cabo satisfactoriamente los 29 estudiantes obteniendo el puntaje máximo. A continuación proporcionamos una lista de algunos de los temas de sus productos finales:

- Crecimiento demográfico mundial
- Demanda de ingreso a la licenciatura en la UNAM del 2000 al 2017
- Población de Guatemala
- Usuarios de Internet en Bogotá Colombia
- Crecimiento Demográfico en Jalisco
- Población infantil con acceso a Internet
- Migrantes a México
- Divorcios en México
- Ventas de iPhone en millones de unidades
- Abortos de madres adolescentes
- Accidentes de trabajo
- Número de suscriptores a Netflix

La mayoría de los estudiantes usaron Excel para realizar el trabajo. Algunos usaron la herramienta incluida en el software para proponer la función, la gran mayoría uso cálculos en papel y lápiz para calcular la función propuesta y Excel para realizar la gráfica. Dos estudiantes comentaron haber generado la función a ensayo y error comenzando la propuesta intuitivamente. En las figuras 2 y 3 vemos parte de un producto final elaborado por una alumna.

DATOS REALES						
Indicadores seleccionados de la población nacida en otro país residente en México, 1950 a 2010						
Año	1950	1970	1990	2000	2010	
Población nacida en otro país residente en México	106,015	192,208	340,824	492,617	961,121	

Cifras correspondientes a las siguientes fechas censales: 6 de junio (1950); 28 de enero (1970); 12 de marzo (1990); 14 de febrero (2000); y 12 de junio (2010)

Fuente: INEGI, *Censos de Población y Vivienda, 1950, 1970, 1990, 2000 y 2010.*

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/Default.aspx?t=mdemo63&s=est&c=23634>

Figura 2. Datos del trabajo de una estudiante

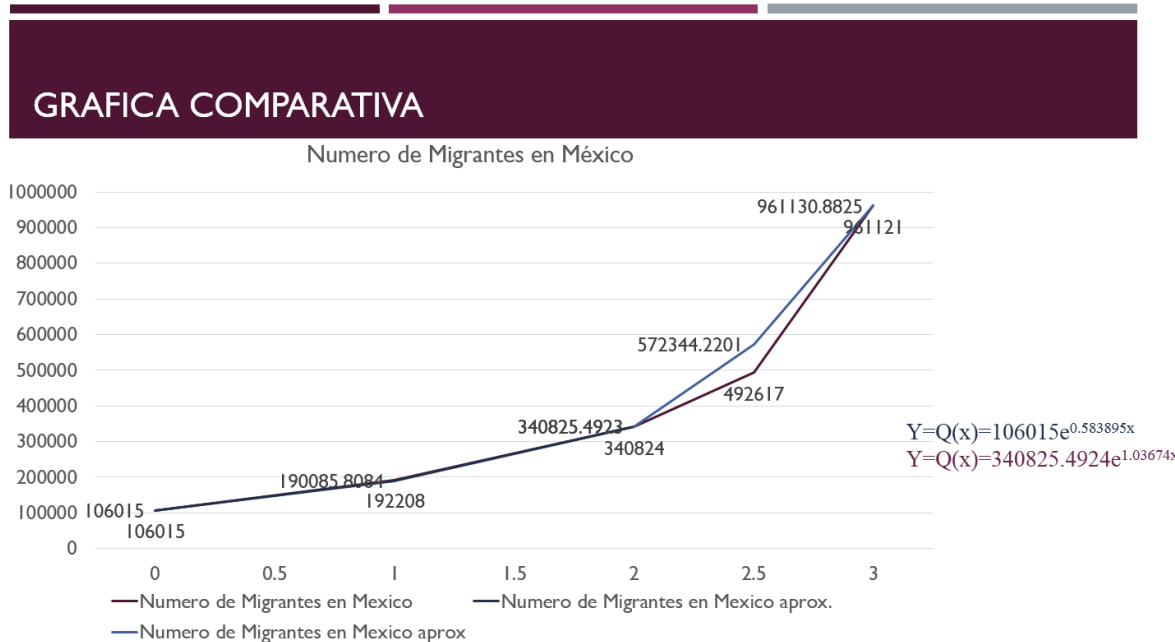


Figura 3. La gráfica de la función propuesta y los datos reales

## 9. Conclusiones

Desde nuestro punto de vista, tanto diseñar un curso, como diseñar actividades de aprendizaje es una labor que está en continuo cambio. Comenzamos este estudio usando calculadoras graficadoras, en la actualidad muchos estudiantes realizan las gráficas, en clase, en alguna aplicación descargada en su teléfono. Consideramos que el papel del profesor ha de cambiar a ese mismo ritmo acelerado. Hemos propuesto aquí, una actividad de aprendizaje, que está centrado en el estudiante, donde como profesores, dejamos el confort de los mismos ejemplos, y ejercicios y volteamos hacia los intereses de los estudiantes, nos sentamos con ellos y les ayudamos a que ellos mismos propongan un modelo.

Nuestra propuesta hace posible que los estudiantes desarrollen habilidades requeridas para el proceso de modelación. Durante el proceso los estudiantes han participado tanto en un aprendizaje grupal como individual, se han implicado en su propio proceso de enseñanza aprendizaje y han desarrollado habilidades técnicas y sociales que le permitirán participar de una manera más eficiente en nuestra sociedad. Los resultados son satisfactorios y los compartimos esperando que sirvan a otros profesores, a sabiendas de los retos que conlleva nuestra labor, al tomar decisiones relativas a tiempos de clase, diseño de actividades, estrategias de evaluación y uso de tecnología. Por otra parte consideramos que el trabajo continúa y la propuesta elaborada seguirá evolucionando en los años venideros.

## Anexo 1

### Elaboración del producto final

**Entrega 1.** Ahora que ya reconoces los elementos básicos de la función, busca un fenómeno que sea de tu interés, donde identifiques que existe una relación funcional entre los elementos involucrados y que tenga datos para su estudio, estarás trabajando con él durante todo el curso. Es importante que observes que los datos, tengan una tendencia y no cambios bruscos, ya que



## Propuesta didáctica para un curso de cálculo diferencial para ciencias económico administrativas centrado en el estudiante

queremos que el conjunto de datos se puedan modelar con los tipos de funciones que estaremos viendo en clase. Aquí te dejamos un ejemplo donde un estudiante como tú encontró una relación funcional (se agrega un archivo de algún trabajo elaborado por un estudiante de cursos anteriores).

Enseguida:

- 1.1. Elabora una tabla de datos numéricos a partir de fuentes de información confiables sobre el fenómeno de tu interés. Recuerda mencionar la fuente consultada de donde obtuviste los datos.
- 1.2. Ahora, identifica la variable dependiente e independiente en el fenómeno y expresa su relación en notación funcional.
- 1.3. Grafica en el plano cartesiano, los datos de la tabla.

**Entrega 2.** Ahora que ya conoces las funciones lineales, cuadráticas, exponenciales, logarítmicas y seccionadas, en esta entrega te pedimos que observes la gráfica de los datos reales con el fin de que observes que forma tiene.

Enseguida:

- 2.1 Menciona qué tipo de función describe mejor el fenómeno estudiado y justifica tu respuesta.
- 2.2 Propón una expresión para la función que tenga valores cercanos a los datos reales. Recuerda que puedes usar una función seccionada.
- 2.3 Elabora una gráfica donde puedas comparar los datos reales con los datos generados por tu propuesta de función.

**Entrega 3.** En esta entrega, complementarás tu propuesta de modelo, retoma los conocimientos adquiridos en torno al concepto de derivada de la función.

Enseguida:

- 3.1 Escribe una introducción sobre la situación real que estás estudiando en la cual describas, brevemente, el contexto y la relevancia del mismo (máximo una cuartilla).
- 3.2 Calcula la derivada de la función que propones y da una interpretación de la misma en referencia a los datos reales.

**Entrega 4.** ¡Enhorabuena! Tu constancia y esfuerzo en cada actividad, así como tu disposición para aprender las matemáticas de una forma diferente, te han permitido llegar al final de este curso. Estamos por finalizar la elaboración del producto final del curso. Observa en la gráfica de los datos si hay alguna tendencia.

Enseguida:

- 4.1 Plantea una interrogante de tipo predictiva que sea posible responder usando la función que propones.
- 4.2 Comenta: ¿Cuáles fueron las dificultades que afrontaste en el proceso del modelado matemático? ¿Qué experiencias positivas y enriquecedoras experimentaste al aplicar las matemáticas para describir la realidad?

4.3 Elabora una presentación en Power Point con tu trabajo. Puedes incluir algunas imágenes alusivas al tema ¡hecha a volar tu creatividad!

## Referencias

- Blum, W. y Borromeo, R. (2009). Mathematical Modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1): 45-58.
- Cantor, R. & Montiel, G. (2001). *Funciones: visualización y pensamiento matemático*. (1ª ed.) México: Pearson Educación.
- Cordero, F., & Flores, R. (2007). El uso de las gráficas en el discurso matemático escolar: Un estudio socioepistemológico en el nivel básico a través de los libros de texto. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 10(1), 07-38.
- Cordero, F. (2008). El uso de las gráficas en el discurso del cálculo escolar. Una visión socio epistemológica. En R. Cantoral, O. Covian, R. M. Farfan, J. Lezama & A. Romo (ed.), *Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: Un reporte Iberoamericano* (pp. 285-309). México: Díaz de Santos-Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Cordero, F., & Suárez, L. (2005). Modelación en matemática educativa.
- Cuevas, A. & Pluvinaige, F. (2017). Revisitando la noción de función real. *El Cálculo y su Enseñanza, Enseñanza de las Ciencias y la Matemática*, 8: 31-48.
- Devlin, K. & Lorde, G. (2007). *The Numbers behind Numb3rs: Solving Crime with Mathematics*. USA: PLUME, Penguin Group.
- Scott, T. & Scott, R. (Productores) & Falacci, N. & Heuton, C. (Creadores). (2005). *Numb3rs*. [serie de televisión]. EU.:Paramount.
- Kaiser, G., Blomhoj, M. & Sriraman, B. (2006). "Towards a Didactical Theory for Mathematical Modelling". *ZDM*, 38(2), 82-85.
- Llorens, F. & Capdeferro, N. (2011, julio). Posibilidades de la plataforma Facebook para el aprendizaje colaborativo en línea [artículo en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC UOC)*, 8(2):31-45. Recuperado el 12 de marzo de 2018, de <http://www.raco.cat/index.php/RUSC/article/viewFile/254138/340973>
- Marín, S., Plazola, L. & Torres, A. (2016). Una experiencia educativa: el uso de Facebook en la clase de matemáticas. *Tlamati Sabiduria*, 7 (3):160-162.
- Moffett, J. & Wagner, B. J. (1992). *Student-centered language arts, K-12*. Portsmouth, NH: Boynton/Cook Publishers Heinemann.
- Pimienta, J. (2008). *Constructivismo: Estrategias para aprender a aprender*. México: Pearson Educación.
- Rodríguez, M. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. *Revista Electrónica d'Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa*, 3 (1): 29-50. Recuperado el 28 de febrero de 2018, de <file:///C:/Users/COMP/Downloads/Dialnet-LaTeoriaDelAprendizajeSignificativo-3634413.pdf>
- Suárez Téllez, L., & Cordero Osorio, F. (2010). Modelación–graficación, una categoría para la matemática escolar. Resultados de un estudio socioepistemológico. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 13(4).
- Trigueros Gaisman, M. (2009). El uso de la modelación en la enseñanza de las matemáticas. *Innovación educativa*, 9(46).
- Tan, S. (2018). *Matemáticas aplicadas a los negocios, las ciencias sociales y de la vida*. México: Cengage Learning.
- Villa-Ochoa, J. A. (2007). La modelación como proceso en el aula de matemáticas: un marco de referencia y un ejemplo. *Tecno Lógicas*, (19).