

# LA INNOVACIÓN EDUCATIVA, UN APOYO PARA ASPIRANTES DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA

J. L. Macías Ponce<sup>1</sup>  
S. Contreras Bonilla<sup>2</sup>  
C. Pérez Córdova<sup>3</sup>  
Y. L. De Castilla Rosales<sup>4</sup>

## RESUMEN

La experiencia obtenida a lo largo de varios años de enseñanza en el ámbito de la ingeniería y el hecho de que algunos de los integrantes del cuerpo académico (CA-237) participan en procesos de acreditación de Programas Educativos de ingeniería en diferentes instituciones de enseñanza superior en el país, entendiendo que uno de los grandes problemas a los que se enfrentan los estudiantes al inicio de los estudios de cualquier ingeniería, son los grandes índices de reprobación en las asignaturas básicas del área de las matemáticas y física; por lo que durante un buen tiempo se han encaminado a buscar causas del porqué de ello, encontrando algunas de ellas y por lo cual presentan esta ponencia.

El grupo de docentes investigadores que presentan este trabajo se han dado a la tarea de desarrollar simuladores que ayuden al estudiante a trabajar interactivamente con conceptos y ejercicios a manera de juego lo que les permite entender y comprender con claridad las bases que se requieren para adentrarse en el aprendizaje de la ingeniería. Así, se presenta como resultado académico un libro conteniendo varios simuladores que son de mucha ayuda para el aspirante a estudios de ingeniería.

## ANTECEDENTES

Es conocido el bajo nivel de comprensión y aplicación de las asignaturas que forman el área de las matemáticas y física por los estudiantes de la mayoría de los países de Latinoamérica, dentro de los cuales se encuentra México. Reformas educativas con diversos nombres han pasado como justificación, sello o moda de cada administración pública y el problema prevalece. Existen varias causas que originan esta situación: sociales, políticas, económicas; pero hay una que reviste especial interés, por ser del ámbito del educador y estar en sus manos contribuir a resolverla: la metodológica.

Algunos de los docentes que forman parte del área básica de ingeniería, cuestionan por qué ese déficit de calidad de conocimientos académicos de los estudiantes que ingresan a estudiar alguna licenciatura en ingeniería, seguramente algunos responderían que el problema se presenta en la enseñanza del nivel medio superior y el nivel medio superior probablemente mencionarían que el problema lo heredan desde la secundaria, y así sucesivamente; lo que sí, es un hecho que el problema se tiene en el nivel superior y que se requiere subsanar.

La propuesta que se presenta en el presente trabajo es la elaboración de material didáctico con nuevos métodos y herramientas necesarios para lograr un aprendizaje acorde con un mundo dividido en países generadores de conocimiento, la cual consiste en la utilización de

---

<sup>1</sup> Docente Investigador. Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.  
joseluis.macias@correo.buap.mx

<sup>2</sup> Docente de la Facultad de Ingeniería, responsable del Aula Minerva. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.  
silvia.contreras@correo.buap.mx

<sup>3</sup> Docente y Coordinador. del Laboratorio de Simulación. Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. cesarperezcordova@hotmail.com

<sup>4</sup> Docente Investigador. Facultad de Administración de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.  
yatzuki@gmail.com

modelos de simulación para apoyar el proceso de aprendizaje en el aula, modelos desarrollados por alumnos bajo la guía de maestros.

La idea de los simuladores se sustenta en el estudio de las teorías del aprendizaje, donde Díaz y Hernández (2001), comenta que el proceso de enseñanza-aprendizaje se basa en diversas aportaciones de diferentes campos del saber y, además, involucran la actividad mental constructiva del alumno y la consideran como algo de mucha importancia, la idea principal es que el aprendizaje humano se construye, y que la mente de las personas elabora nuevos significados, tomando como base lo que ha aprendido con anterioridad. Existen tres principales modelos que fueron desarrollados por Piaget (Teoría evolutiva), Vygotsky (modelo sociocultural), y Ausubel (Aprendizaje significativo).

Atendiendo al modelo sociocultural de Vygotsky; Mazario (2003), estudioso del tema afirma que el aprendizaje está condicionado por la sociedad en la que nacemos y nos desarrollamos, es decir, el entorno de nuestras vidas es la parte fundamental de lo que aprendemos y, por tanto, el individuo es un tanto empírico en lo que aprende. La cultura juega un papel importante en el desarrollo de la inteligencia. De ahí que en cada cultura las maneras de aprender sean diferentes.

Por otro lado, Piaget (2003) plantea que el aprendizaje es evolutivo y que el aprendizaje es una reestructuración de estructuras cognitivas. Las personas asimilan lo que están aprendiendo interpretándolo bajo el prisma de los conocimientos previos que tienen en sus estructuras cognitivas. De esta manera, es posible mantener, ampliar y modificar la estructura cognitiva con lo que un docente sabría cuando la persona está aprendiendo

Ausubel (1983) mantiene que el conocimiento se va formando, apoyándose en aprendizajes previos, y aclara que significativo debe entenderse como algo opuesto a memorístico. En palabras del propio Ausubel “el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe”. El aprendizaje adquiere significado si se relaciona con el conocimiento previo, y el alumno construye sus propios esquemas de conocimiento.

## METODOLOGÍA

La metodología que se siguió para presentar el trabajo que se muestra en esta ponencia se realizó de la siguiente manera:

**Detección de necesidades.** Con el apoyo de docentes de la facultad se obtuvo información de las áreas más difíciles de entender por los alumnos de ingeniería, realizando este trabajo durante dos periodos consecutivos, una vez obtenida esta información se dio a la tarea de clasificarla y analizarla con lo cual se definieron los temas que debían tener un simulador como apoyo a su enseñanza y aprendizaje

**Alumnos desarrolladores.** Uno de los integrantes del CA se dio a la tarea de seleccionar alumnos de semestres superiores de las diferentes ingenierías que se imparten en la facultad y una vez seleccionados dieron a la tarea de aprender programación y de manera conjunta fueron desarrollando los programas de los temas que se presentan en el libro que la presente ponencia contempla.

**Pruebas de los simuladores.** Conforme los simuladores iban terminándose, se acordó con el coordinador del área de ingeniería básica para poner en práctica éstos y se seleccionaron algunos grupos, donde se estuvo trabajando con los alumnos, encontrando que les resultaba atractivo, además de divertido, pues la clase se volvía más amena y el resultado sobre la aceptación del programa mostró un mejor nivel de aprendizaje.

Como todo lo que se muestra diferente a lo que se está acostumbrado, hubo también opiniones que manifestaron su desacuerdo con esta nueva forma de tratar de enseñar más fácilmente y aunque se solicitó a los docentes usar los simuladores como apoyo, hubo muy poca respuesta para ello.

**Continuación del trabajo.** La inquietud de quienes presentan este trabajo, al ver la poca respuesta de los docentes, se los llevó a analizar esta situación encontrando que el lugar más propio para trabajar con los simuladores desarrolladores era en la Enseñanza media superior, por lo que se decidieron a investigar necesidades de enseñanza en este nivel, para lo cual se trabajó con una muestra de estudiantes de diferentes preparatorias del sistema, encontrando que los temas que se presentan en el libro fueron los más destacados por los alumnos de bachillerato.

De aquí que el libro comentado está dirigido a la Enseñanza media superior, y se pretende que con el apoyo que este documento puede brindar, el alumno llegue al nivel superior con mejores herramientas para su formación como ingeniero.

## RESULTADOS

El resultado obtenido de todo este trabajo es un conjunto de simuladores que se han desarrollado a largo de más de tres años y que una vez probados y seleccionados por mismos alumnos de nivel medio superior y en congruencia con la opinión de varios docentes, es un libro que se propone para llevar como apoyo durante el proceso de enseñanza del nivel medio superior y que lleva por nombre:

### I-SIMULADORES EN TEMAS BÁSICOS DE MATEMÁTICAS PARA NIVEL MEDIO SUPERIOR

El libro abarca los temas

Fracciones

Razones y proporciones

Exponentes

Funciones y ecuaciones

Aplicación de funciones

Asimismo, contiene diez simuladores que permiten mediante la interacción, que el estudiante no solo entienda el concepto, sino que lo asimile correctamente con lo cual su introducción en el área de cálculo tanto diferencial como integral sea más fácil y se logre reducir los índices de reprobación que en esta signaturas normalmente se presenta.

En seguida se presenta a manera de ejemplo uno de los simuladores que están contenidos en este libro y que es una muestra de innovación educativa al pretender enseñar de manera interactiva temas que por muchos años han sido parte de las causas de reprobación y posteriormente, deserción de los estudiantes de ingeniería.

### **Función**

En matemáticas, se dice que una magnitud o cantidad es función de otra si el valor de la primera depende del valor de la segunda. Por ejemplo, el área  $A$  de un círculo es función de su radio  $r$  (el valor del área es proporcional al cuadrado del radio,  $A = \pi \cdot r^2$ ).

Del mismo modo, la duración  $T$  de un viaje en tren entre dos ciudades separadas por una distancia  $d$  de 150 km depende de la velocidad  $v$  a la que se desplace el tren (la duración es inversamente proporcional a la velocidad,  $T = d / v$ ).

A la primera magnitud (el área  $A$ , la duración  $T$ ) se la denomina variable dependiente, y la cantidad de la que depende (el radio  $r$ , la velocidad  $v$ ) es la independiente.

Una característica de las funciones es que a cada valor de la variable independiente corresponde sólo un valor de la variable dependiente. Por ejemplo, a  $r = 2$  corresponde  $A = 3.1416 (2^2) = 12.5664$ , no puede corresponderle otro valor. En el segundo ejemplo  $T = e/v$ ;  $T = 150/v$ , para una velocidad de 100 Km/h, el tiempo sería de 1.5 horas y no otro más.

### **Relación entre ecuación y función**

Estas dos, están íntimamente ligadas. Se verá primero con ecuaciones de primer grado y después, de segundo grado.

### **Ecuaciones y Funciones de primer grado**

A partir de una ecuación se puede obtener una función que ayude a resolverla, por ejemplo:

La ecuación  $5x - 6 = 2 + x$  (1)

Puede convertirse en  $5x - 6 - 2 - x = 0$  (2)

$$4x - 8 = 0 \quad (3)$$

El primer miembro es una función en  $x$ , por tanto, puede escribirse como

$$F(x) = 4x - 8 \quad (4)$$

Entonces, la ecuación puede escribirse como

$$F(x) = 0 \quad (5)$$

Si se encuentra un valor de  $x$  que cumple que la función  $F(x) = 0$ , está cumpliendo la ecuación (3) y, por tanto, la ecuación (1) pues ambas son la misma. Por tanto, es la solución.

Es muy fácil transformar una ecuación de cualquier grado en una función, moviendo todos los términos al primer miembro y dejando el segundo miembro en 0. El primer miembro será  $F(x)$ .

Teniendo la función, el problema se reduce a encontrar el valor de  $x$  que la hace cero. Se muestra un programa que permite no sólo hallar el (los) cero(s) de la función, sino experimentar y comprender su comportamiento y significado. Se comenzará con la función que proviene de una ecuación de primer grado. Se escribe  $Y$  en lugar de  $F(x)$ . La Figura 1 muestra la pantalla inicial del programa, donde se podrán establecer las condiciones de la función.

Descripción del uso del simulador

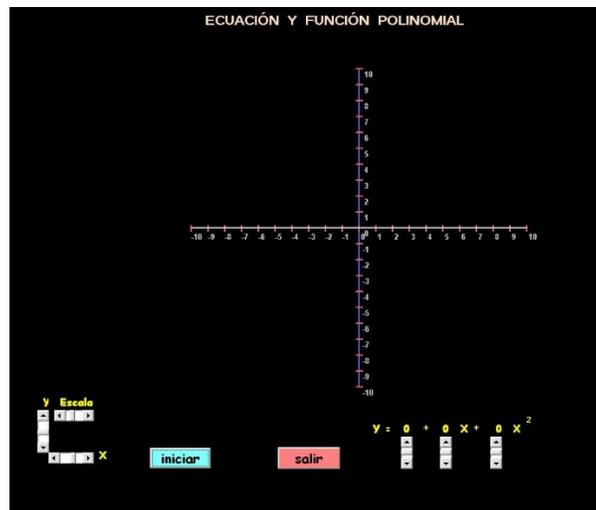


Figura 1. Pantalla inicial  
Elaboración propia

Esta es la pantalla inicial del programa “Ecuación y Función Polinomial” (EYFP-1). Se muestra un sistema de ejes cartesianos. En la parte inferior derecha aparece la función

$F(x) = a_0 + a_1 X + a_2 X^2$ ; expresada inicialmente como  $Y = 0 + 0 X + 0 X^2$  y representada por una línea recta horizontal sobre el eje de las  $X$ , ya que, a cualquier valor de  $X$ , corresponde un valor de  $Y = 0$ ; ( $F(X) = 0$ ).

Bajo cada coeficiente está un deslizador (“scroll”) que permite cambiar su valor. En el extremo inferior izquierdo hay 3 deslizadores que permiten mover horizontal o verticalmente la gráfica, o modificar su escala.

A continuación, en la Figura 2 se graficará la función  $F(x) = 4x - 8$ , para encontrar un valor de  $X$  que la haga 0.

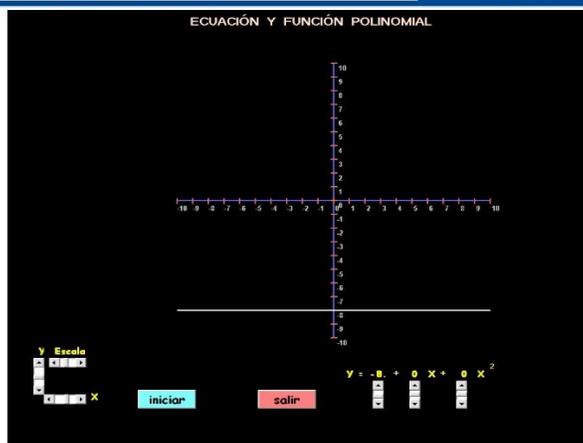


Figura 2. Representación básica  
Elaboración propia

Primero, con ayuda del “scroll” izquierdo, se asigna -8 al coeficiente a 0. La función ahora está representada por una línea recta horizontal que cruza al eje Y en -8. En seguida, en la Figura 3 se verá una nueva recta con un valor adicional asignado a X.

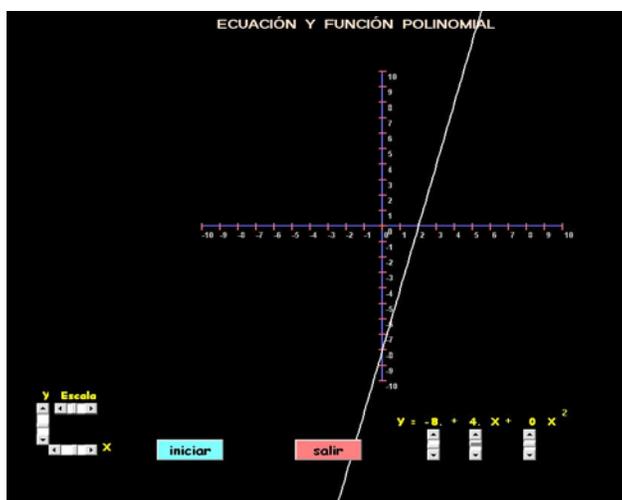


Figura 3. Función expresada  
Elaboración propia

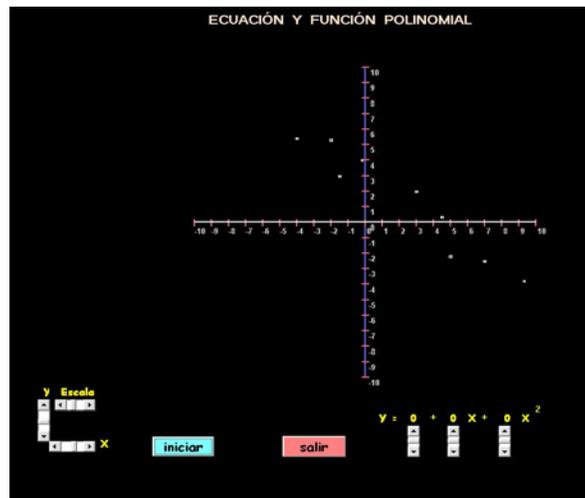
Ahora, de igual manera, se asigna 4 al coeficiente de X. Al moverlo se modifica la pendiente de la recta sin dejar de cruzar el punto (0, -8). Se puede apreciar ahora que se ha dibujado la función. Al valor  $X = 2$  corresponde  $F(X) = 0$ , y por tanto dicho valor de X es la solución de la ecuación  $5X - 6 = 2 + X$ .

De esta manera, a través de una función se ha resuelto una ecuación.

El estudiante puede plantearse cuantas ecuaciones de primer grado quiera y resolverlas convirtiéndolas a funciones.

Existe un método de predicción muy divulgado en distintas disciplinas como sociales, ingeniería, política, medicina etc. Es el método llamado de Aproximación por Mínimos Cuadrados, que a partir de un conjunto de observaciones permite establecer una función cuya gráfica tiene la característica de que la suma de las distancias de todas las observaciones a la gráfica es la mínima, y sólo hay una función que cumple esta condición.

En las Figuras 4 y 5 se observa un ejemplo del método antes mencionado, y con el simulador es posible encontrar un resultado que permita establecer una tendencia con el comportamiento de los datos presentados



*Figura 4.* Función expresada por puntos  
Elaboración propia

En la gráfica anterior se observan varios puntos representativos de observaciones (X, Y) de un fenómeno. Aplicando el método de Mínimos Cuadrados se puede determinar una recta calculando los coeficientes  $a_0$  y  $a_1$ , que corresponden a la intercepción con el eje Y, y a la pendiente de la recta respectivamente. Sin embargo, aplicando la observación y el criterio se puede dibujar una recta aproximada asignando valores a dichos coeficientes con ayuda de los scrolls. Esto sirve como una solución rápida, previa a la calculada, y a verificar que no exista un error importante en el procedimiento de cálculo.

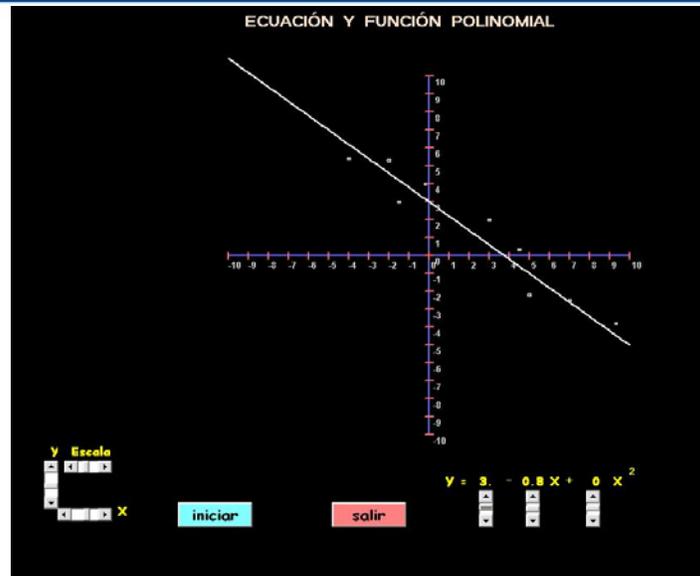


Figura 5. Función recta  
Elaboración propia

En la gráfica superior se muestra una recta inmediata, muy parecida a la que se obtendrá con el método mencionado. Esto ayuda a obtener valores futuros, Y o F(X) correspondientes a valores de X más grandes que el mayor observado.

Un ejemplo de aplicación es la predicción del crecimiento de una población, consumo de agua potable, extinción de una enfermedad, calentamiento global, etcétera.

## CONCLUSIÓN

La conclusión más relevante que se tiene por parte de quienes escriben el presente trabajo, es que la necesidad de mejorar la enseñanza de la ingeniería puede satisfacerse mediante el uso de simuladores. Los simuladores que se presentan en el libro son resultado de varios procesos de investigación y desarrollo, así como una forma de innovar dentro del ámbito de la educación

Una muestra de ello, este libro que aquí se presenta y que actualmente, está en estudio en las preparatorias del BUAP para ver la posibilidad de usarlo como un texto para mejorar la calidad de egreso de los estudiantes de preparatoria que desean ingresar a las escuelas de ingeniería. Adicionalmente, se está trabajando en la elaboración de un segundo libro bajo el mismo esquema, pero esta vez, en el área de física mismo que se pretende presentar este año a las escuelas preparatorias con la pretensión de que también en esta área se mejore el nivel de conocimientos que los estudiantes de ingeniería requieren para iniciar sus estudios sin tropiezos.

Los autores de este trabajo están convencidos que la innovación educativa en cualquier forma que se desarrolle es una herramienta favorable para mejorar tanto el conocimiento que se puede adquirir por un estudiante, como para desarrollar competencias en el ámbito de la ingeniería.

**BIBLIOGRAFÍA**

Ausubel, D., Novak, H. y Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.

Díaz, F. y Hernández, G. (2001). *Constructivismo y Aprendizaje significativo*. México: McGraw Hill.

Mazarío, I. y Mazarío, A. (2003). *El Constructivismo: paradigma de la escuela contemporánea*. Cuba: Universidad de Matanzas.

Piaget, J. (2003). *Aprendizaje y desarrollo*. México: Ediciones UNAM Facultad de Psicología.