

## APRENDIZAJE POR EXPLORACIÓN EN INGENIERÍA

Félix Augusto César Pérez Córdova  
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
[cesarperezcordova@hotmail.com.mx](mailto:cesarperezcordova@hotmail.com.mx)  
José de la Luz Ramírez Mendoza  
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

### Resumen

Existe amplio consenso de que los métodos más apropiados para la enseñanza de la ingeniería son aquellos de la corriente constructivista. En educación básica, esta metodología se apoya en múltiples materiales didácticos existentes como regletas y bloques, con los que el alumno construye nociones de operaciones básicas, descubrir las fórmulas de superficie o volumen. En ingeniería, los conceptos a enseñar son sistemas complejos cuya comprensión requiere del dominio de nociones previas.

¿Cómo puede, el profesor de ingeniería, hacer que el estudiante manipule conceptos, para explorar cómo funciona un sistema físico, investigar cómo está construido y descubrir las variables involucradas y su significado? La respuesta está en la simulación, “proceso de diseñar un modelo de un sistema real y experimentar con él, con la finalidad de comprender su comportamiento”.

La mejor manera de lograrlo es a través de programas computacionales que no sólo funcionen correctamente, sino que tengan un diseño didáctico para permitir al alumno explorar.

**Palabras claves:** Educación, Constructivismo, Simulación, Tecnología.

### 1 Introducción

“Cada vez que enseñamos algo a un alumno le estamos robando la oportunidad de descubrirlo”. Esta frase del psicólogo suizo Jean Piaget, encierra toda una filosofía en torno a la manera de aprender y de enseñar. Cuántas veces el maestro se enfrenta a un grupo que no manifiestan interés, y a pesar de que hace su mejor esfuerzo no logra que los alumnos participen. Es posible que carezcan de los conocimientos previos requeridos, o que el conocimiento a aprender tenga un alto grado de dificultad; pero también puede ser, que el ambiente de aprendizaje no sea el más adecuado. Es preciso involucrar al estudiante en el proceso de adquisición de su conocimiento haciendo que él sea quien lo busque y no sólo lo reciba del profesor, así sea que éste último lo exponga con claridad y de manera ordenada.

### 2 Problemática

El problema al que se enfrentan muchos profesores de ingeniería consiste en que, al no lograr el interés de sus alumnos en un alto nivel, tampoco logra la comprensión plena de los conocimientos. Los síntomas de este problema pueden ser: falta de participación, desinterés por resolver otros casos, etc. Las causas pueden estar relacionadas con la insuficiencia de conocimientos previos o con la complejidad de la noción abordada, pero la más importante es que el alumno está jugando el papel de sujeto pasivo que sólo recibe información.

### 3 Objetivo

El objetivo de este proyecto es ofrecer una alternativa para aprender y enseñar los conocimientos básicos de la ingeniería a través de exploración libre o guiada que permita a los estudiantes descubrir y comprender los conceptos centrales de las nociones.

### 4 Hipótesis y alternativa

La hipótesis de este trabajo, no nueva por cierto, es que si se traslada al alumno el papel y la responsabilidad central de su aprendizaje, éste tomará la iniciativa y convertirá al conocimiento en un objeto de su interés y al profesor en un aliado que lo ayudará sólo cuando sea necesario. La alternativa consiste en que el alumno investigue las nociones, los fenómenos, los sistemas de su área; que no sólo resuelva problemas, sino que comprenda cómo funcionan y cómo están construidos ¿Cómo puede lograrse esta alternativa en el nivel de ingeniería? La propuesta es crear un ambiente de exploración a través de modelos de simulación que representen desde las nociones básicas de matemáticas hasta los sistemas de ingeniería, pasando por los fenómenos de física en que se basan.

El anterior, es un escenario típico constructivista. Hace poco, hubo en Barcelona un congreso al que asistieron educadores de todos los niveles y de todas las regiones de España. Cuando todos terminaron declarándose constructivistas, alguien dijo: “y ahora que todos somos constructivistas, ¿Qué vamos a hacer?” En un ambiente en el que ya comenzaba a fastidiar tantas menciones a esta corriente, alguien mencionó: “Dejemos de hablar tanto de constructivismo y propongamos soluciones concretas para el aula”.

### **5 Marco teórico**

Se exponen en este apartado los conceptos principales que fundamentan diversos aspectos metodológicos sobre simulación y aprendizaje por exploración.

Simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y experimentar con él, con la finalidad de comprender su comportamiento. En un principio, se diseñaron modelos físicos para la investigación en ingeniería; los inconvenientes de éstos son la dificultad para construirlos y el hecho de que no todos los aspectos de su comportamiento pueden ser escalables. Al surgir los modelos matemáticos se ampliaron las posibilidades de probar ya no sólo sistemas físicos sino incluso los mismos conceptos matemáticos, principalmente con fines educativos, con ayuda de las tecnologías computacionales. Una gran ventaja de éstos consiste en que pueden ser cambiadas sus características con gran facilidad, cosa muy complicada en el caso de los modelos físicos; sin embargo, tampoco es fácil construirlos. El Ministerio de Educación de España opina que la razón por la que se recurre muy poco a la simulación es el costo, la dificultad y la lentitud del desarrollo de este tipo de programas multimedia. A pesar de esto, el esfuerzo vale la pena, si es en beneficio de la enseñanza de la ingeniería.

Las matemáticas son el descubrimiento de relaciones y la expresión de dichas relaciones en forma simbólica (o abstracta). Ésta no es una definición estática, implica acción por parte del que aprende. Cuando un estudiante, de manera individual o colectiva, se enfrenta a un problema matemático o físico, se encuentra ante una oportunidad de realizar por sí mismo un aprendizaje por exploración y descubrimiento, y cabría decirlo: más profundo. El aprendizaje por descubrimiento depende de que un alumno establezca conexiones y advierta relaciones sin que las señale el profesor. Existe también un momento en el que el profesor quizá necesitará intervenir para introducir el lenguaje apropiado o para contribuir a aclarar el pensamiento e introducir el simbolismo<sup>[2]</sup>. El descubrimiento puede ser fortuito, libre y exploratorio, guiado, dirigido y programado. De éstos, el fortuito no puede ser planificado; el descubrimiento programado es contradictorio con la exploración. Las modalidades de libre exploratorio y guiado son las que han dado mejores resultados. Todos estos se consideran superiores al aprendizaje expositivo y sobre todo al memorístico.

### **6 Propuesta**

La propuesta esta dividida en dos partes.

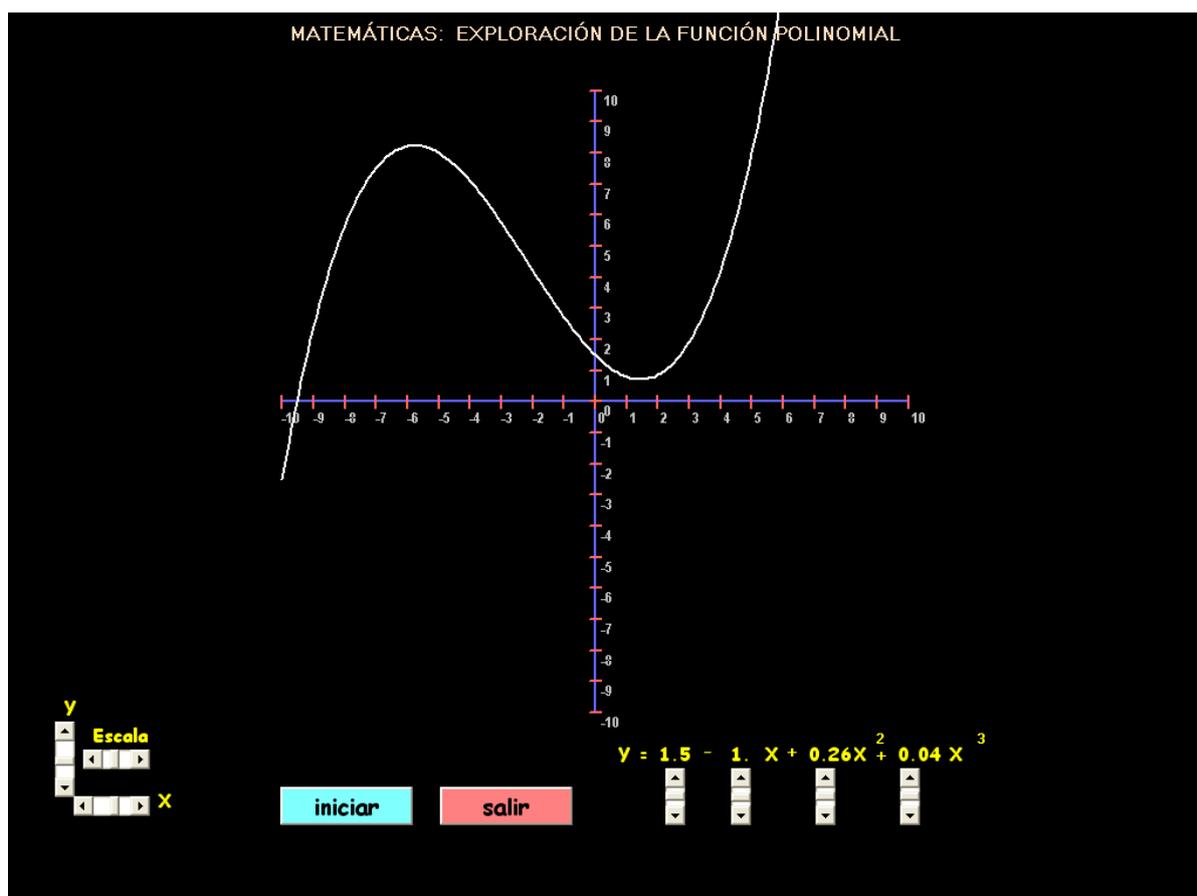
La primera consiste en formar un grupo integrado por alumnos interesados en el proyecto, apoyados por profesores expertos en programación, simulación y metodología constructivista, que elaboren modelos, cuyo diseño esté orientado a que, a través de la exploración y descubrimiento, los estudiantes logren un alto grado de comprensión de los conceptos, fenómenos y sistemas centrales de la ingeniería comenzando por las materias básicas.

La segunda parte consiste en la implantación paulatina y cuidadosa en el aula, de un estilo de enseñanza basado en la exploración y apoyada por los modelos desarrollados.

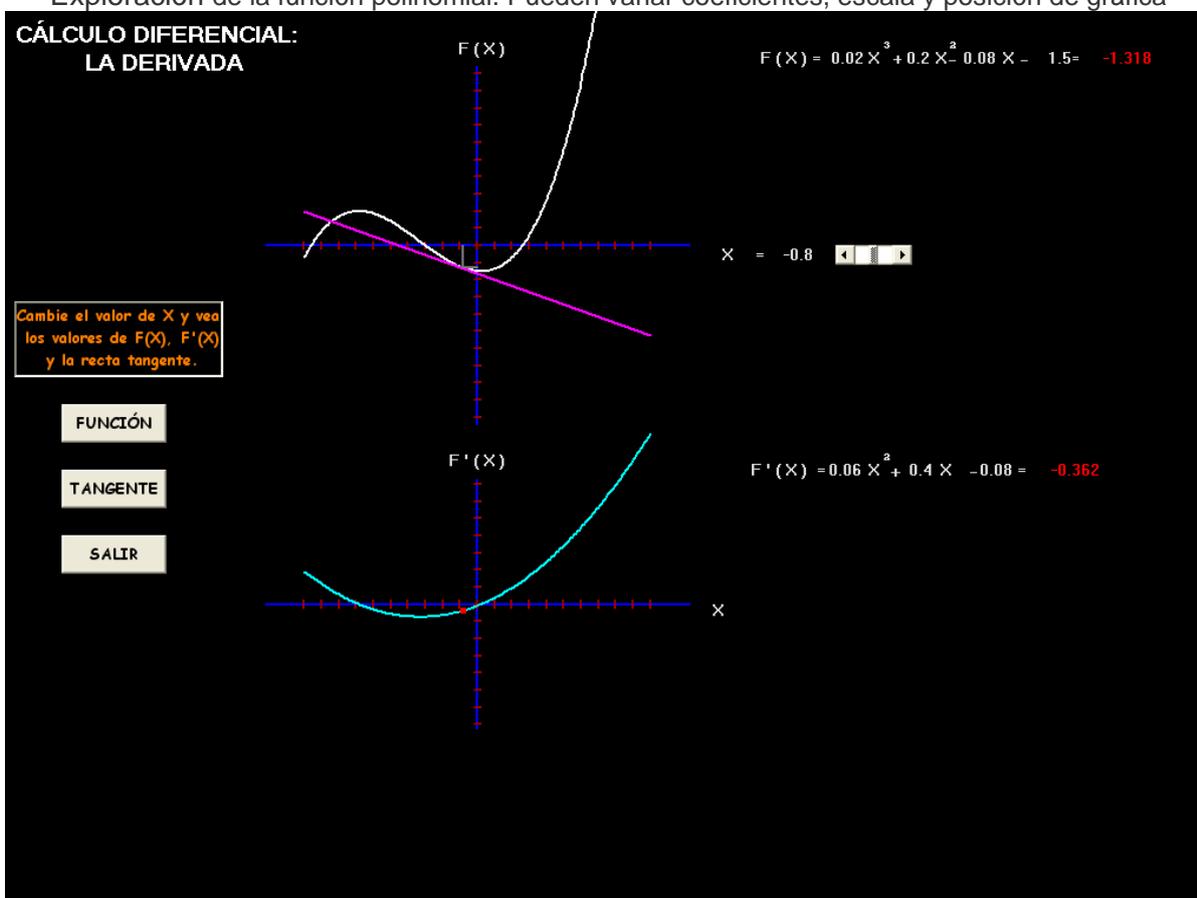
### **7 Resultados**

En este momento se han concluido 30 modelos. El diseño y realización ha variado conforme surgen nuevas ideas y se gana experiencia, se piensa rehacer algunos de los primeros. Sin embargo, este proceso de evolución es natural, nunca se podrá hablar de versiones finales.

En cuanto a la implantación, se han hecho pruebas esporádicas de aplicación en el aula, la reacción de los alumnos ha sido muy estimulante pero aún no se tiene una evaluación formal. A continuación, se muestran pantallas de algunos modelos, pero lo interesante es verlos funcionando pues la transformación continua de las imágenes y las gráficas como respuesta a la variación libre de los valores permite descubrir su significado. De cualquier manera se espera este documento sea explícito para los colegas del Congreso de EUMED.



Exploración de la función polinomial. Pueden variar coeficientes, escala y posición de gráfica



Derivada. Se aprecia que la derivada de una función de grado  $n$ , es otra de grado  $n-1$ .

MODELOS DE FÍSICA: DESCOMPOSICIÓN DE FUERZAS

**INSTRUCCIONES:**

Usted puede modificar la posición de los soportes y el peso del objeto pulsando las flechas de las barras de desplazamiento o escribiendo uno o más valores numéricos en las ventanas correspondientes y pulsando el botón **MOSTRAR FIGURA**. Por razones de espacio el modelo tiene rangos de variación para estos datos.  
**Juegue con el modelo y observe cómo se comportan sus elementos.**

áng A= 29.54    áng B= 43.00    W= -18

FA = 56.55    FAx = -49.20    FAy = -27.88

FB = 67.27    FBx = 49.20    FBy = 45.88

PROBLEMA  
NUEVO

MOSTRAR  
FIGURA

SALIR

Diagrama de cuerpo libre de un sistema tipo grúa. Se puede modificar de manera continua la carga, la inclinación de la pluma y la posición de sujeción del cable.

## 8 Conclusiones

La primera conclusión es que, el uso de modelos en el aula en un ambiente de exploración provoca un cambio positivo de actitud hacia el conocimiento por parte de los estudiantes, y cuando en la exploración participan varios alumnos, o un grupo completo, se genera una interacción que favorece el desarrollo social y enriquece el conocimiento. La intervención cuidadosa del maestro haciendo sugerencias oportunas y preguntas detonantes, o respondiendo a inquietudes, es muy importante, pero debe evitar una guía excesiva.

Otra conclusión, no menos importante, es que sí se puede desarrollar este tipo de software en el seno y con los recursos humanos de las facultades de ingeniería de nuestros países, y si el esfuerzo fuera coordinado se lograrían mayores y mejores resultados.

Finalmente, es importante no quedarse en el discurso teórico sobre el mejoramiento de los métodos de enseñanza sino pasar a propuestas concretas y probarlas, así fracasen. Caben las palabras de **André Malraux**: “Las ideas nos son para ser pensadas sino para ser vividas”.

## 9 Referencias

- **Libros**

[2] Anthony Orton “¿Pueden los alumnos descubrir las matemáticas por sí mismos? En Didáctica de Matemática, Ediciones Morata Madrid 1990 pp 106-108.

- **Fuentes electrónicas**

[1] Ministerio de Educación y Ciencia

Información general: [observatorio@cnice.mec.es](mailto:observatorio@cnice.mec.es)

[Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa](http://www.cnice.mec.es)