



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA

COLEGIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“ELABORACIÓN DE MODELOS DE SIMULACIÓN POR
ALUMNOS DESARROLLADORES PARA UN NUEVO
AMBIENTE DE APRENDIZAJE”**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

PRESENTA:

DALIA HERNÁNDEZ SERRANO

DIRECTOR DE TESIS:

DR. CÉSAR PÉREZ CÓRDOVA

PUEBLA, PUEBLA

NOVIEMBRE 2015



BUAP

Oficio No. DIR.S.AC. 2177/15
ACEPTACIÓN TEMA TESIS

**C. DALIA HERÁNDEZ SERRANO
PASANTE DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL
DE LA B.U.A.P.
PRESENTE.**

En atención a la autorización del Tema de Tesis que puso Usted a consideración de esta Facultad, se turnó la misma al :

**M.I. SERGIO PONCE DE LEÓN DE LA HUERTA
COORDINADOR DEL COLEGIO DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

Habiendo autorizado el tema denominado:

**“ELABORACIÓN DE MODELOS DE SIMULACIÓN POR ALUMNOS
DESARROLLADORES PARA UN NUEVO AMBIENTE DE APRENDIZAJE”**

Por lo anterior hacemos de su conocimiento que se asigna como Asesor de esta tesis a: **DR. CÉSAR PÉREZ CORDOVA**

Sin otro particular de momento, me es grato quedar de usted.

ATENTAMENTE

“PENSAR BIEN PARA VIVIR MEJOR”

H. Puebla de Z., 7 de julio de 2015

**M.I. EDGAR IRAM VILLAGRAN ARROYO
DIRECTOR**



C.c.p. - Asesor y Expediente

M' EIVA*M'AEPS'rba.

Facultad
de Ingeniería

Bld. Valsequillo y Av. San Claudio
s/n, edif. 108 C, Col. San Manuel,
Ciudad Universitaria,
Puebla, Pue. C.P. 72570
01 (222) 229 55 00 Ext. 7610

**ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE
IMPRESIÓN**

**M. I. EDGAR IRAM VILLAGRAN ARROYO
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
DE LA B.U.A.P.
Presente.**

El suscrito: **DR. CÉSAR PÉREZ CORDOVA, Asesor del Tema de Tesis denominado:**

**“ELABORACIÓN DE MODELOS DE SIMULACIÓN POR ALUMNOS
DESARROLLADORES PARA UN NUEVO AMBIENTE DE APRENDIZAJE”**

Presentado por la **C. DALIA HERNÁNDEZ SERRANO**, Pasante de la Carrera de Ingeniería Industrial, y en atención al oficio No. 2177/15, con fecha 7 de julio del presente año, me permito informar a usted que **después de haber revisado cuidadosamente el contenido temático, la metodología, la redacción y la ortografía** de la tesis correspondiente, no tengo inconveniente en **autorizar la impresión** de la misma.

Asimismo, solicito tenga a bien autorizar el Jurado para su Examen Profesional.

Lo que hago de su conocimiento para los efectos legales a que haya lugar.

ATENTAMENTE
H. Puebla de Z., 10 de noviembre de 2015

**DR. CÉSAR PÉREZ CORDOVA
ASESOR**

C.c.p.- Interesada
Archivo
rba

DEDICATORIA

A mí hija

Que desde su llegada se ha convertido en mi principal motivo para salir adelante, por ser quien en todo momento me llena el corazón con su sonrisa y sobre todo por acompañarme en mi último semestre de la carrera.

A mí papá

Que a pesar de todo me brinda su apoyo incondicional para cada paso que doy, que forjó mi carácter, e hizo de mí una persona responsable y autosuficiente.

A mí mamá

Que siempre me ha apoyado para lograr mis metas, muchas veces sin importar dejar de lado las suyas, siempre poniendo su esfuerzo en cada cosa que hace, dándome soporte para seguir desarrollándome personal y profesionalmente.

A mí esposo

Que ha sido parte importante en mi formación como persona y profesionista, que me ha acompañado en los momentos difíciles siempre con la palabra correcta para motivarme y darme un poco de sensatez en mis momentos de locura pero sobre todo por darme el regalo más grande y hermoso que es nuestra hija.

A mí querido profesor el Dr. César Pérez Córdova

Que nunca le gustó que le dijera Doctor, pero para mí ha sido más que mi profesor, se convirtió en mi guía y guardián durante toda mi carrera profesional, mi fortaleza en los momentos más difíciles pero también mi amigo y compañero en mis éxitos.

AGRADECIMIENTOS

A mí mamá

Gracias por siempre apoyar mis decisiones y cuidar mis pasos, poniendo todo de tu parte para verme realizada, por estar cuando yo no he podido, por llenar esas cosas que aún me hacen falta como mamá.

A mí papá

Gracias por enseñarme a esforzarme por lo que quiero, por corregirme todo el tiempo pues a pesar de que me molesta un poco aprendo mucho de eso. Por darle a mí hija algo tan valioso como el conocimiento, por ser antes yo y ahora mi hija tu prioridad.

A mis profesores del Bachiller

Gracias por no dejarme renunciar a mis estudios profesionales, por estar ahí todas las veces que recurrí a ustedes, por cada consejo y palabra de aliento que me hizo permanecer en la carrera cuando ya no podía.

A mí querido profesor César

Gracias por estar conmigo en todo momento, por su disposición para compartir su conocimiento, por enseñarme el valor del aprendizaje, por guiarme, cuidarme, motivarme, corregirme, por creer en mí ciegamente en todo momento y levantarme cuando lo he necesitado pero también por ser amigo y compañero en mis éxitos. Gracias por ser mi profesor, amigo, confidente sé que esta relación la conservaremos toda la vida.

1. GLOSARIO	7
2. RESUMEN.....	10
3. INTRODUCCIÓN.....	12
3.1 ANTECEDENTES	12
3.2 JUSTIFICACIÓN	14
3.3 OBJETIVO.....	16
3.4 HIPÓTESIS.....	16
4. CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	17
4.1 TEORÍAS DE APRENDIZAJE	17
4.1.1 <i>Definición de Teoría de Aprendizaje</i>	17
4.1.2 <i>Teoría de J. Piaget</i>	17
4.1.3 <i>Teoría de Jerome Bruner</i>	22
4.1.4 <i>Teoría de David Ausubel</i>	24
4.2 TÉCNICAS DE SIMULACIÓN.....	28
4.2.1 <i>Definición de Simulación</i>	28
4.2.2 <i>Aplicación de la simulación a la Educación en general</i>	28
4.2.3 <i>Modelos de Simulación</i>	29
4.2.3.1 Modelos físicos	29
4.2.3.2 Modelos matemáticos	30
4.2.3.3 Simulación con modelos matemáticos.....	31
4.2.4 <i>Incorporación de la Simulación a la Enseñanza a través de modelos matemáticos</i>	32
4.2.5 <i>Lenguaje de Programación</i>	34
5. CAPITULO 2. CREACIÓN DE UN NUEVO AMBIENTE DE APRENDIZAJE	35
5.1 METODOLOGÍA	35
5.1.1 <i>Selección de las nociones a convertir en modelos</i>	35
5.1.2 <i>Diseño pedagógico</i>	36
5.1.3 <i>Diseño operativo</i>	36
5.1.4 <i>Diseño Computacional</i>	37
5.1.5 <i>Programación</i>	37
5.1.6 <i>Presentación de resultados</i>	37
5.1.7 <i>Pruebas de funcionamiento</i>	37
5.1.8 <i>Implementación</i>	37
5.1.9 <i>Validación</i>	38
6. CAPITULO 3. CONCRECIÓN DEL AMBIENTE DE APRENDIZAJE	39
6.1 EL LABORATORIO DE TECNOLOGÍA E INVESTIGACIÓN	39
6.2 LA PARTICIPACIÓN DOCENTE	40

6.3	EL AULA MINERVA O AULA DE SIMULACIÓN	40
6.3.1	<i>Lo que no es el Aula de Simulación:</i>	41
6.3.2	<i>Lo que sí es el Aula de Simulación:</i>	41
6.4	EL GRUPO DE ALUMNOS DESARROLLADORES.....	42
6.4.1	<i>Aprender a usar y aprender a hacer</i>	42
6.4.2	<i>Competencias</i>	43
6.4.3	<i>Mis funciones dentro del Grupo de Alumnos Desarrolladores y el Laboratorio</i>	43
6.4.4	<i>Nuestra experiencia</i>	45
6.5	EL CUERPO ACADÉMICO INNOVACIÓN EDUCATIVA EN INGENIERÍA.....	45
6.5.1	<i>Los miembros del Cuerpo Académico:</i>	46
6.5.2	<i>El Grupo de Alumnos Desarrolladores</i>	46
7.	CAPITULO 4. MUESTRA DE MODELOS DESARROLLADOS	47
7.1	MODELO DE ROTACIÓN.....	47
7.2	PROPIEDADES DE UN VECTOR	50
7.3	VECTOR POR ESCALAR	57
7.4	SUMA DE VECTORES.....	63
7.5	PRODUCTO DE VECTORES	70
7.6	INTERSECCIÓN DE PLANOS	73
7.7	MOVIMIENTO RECTILÍNEO ACELERADO (ACTUALIZACIÓN DE PROGRAMA).....	75
7.8	VOLADORES DE CUETZALAN.....	80
8.	CAPITULO 5. EXPANSIÓN DEL PROYECTO	86
8.1	MÉXICO	86
8.1.1	<i>ANFEI, San Luis Potosí 2013.</i>	86
8.2	LATINOAMÉRICA	88
8.2.1	<i>Colombia</i>	88
8.2.1.1	<i>ECCEI, UNINNCA y COOPERATIVA, Bogotá 2012.</i>	88
8.2.1.2	<i>Visita de la ECCEI a la BUAP (LTI)</i>	88
8.2.1.3	<i>CONEIAP, Bogotá 2013</i>	89
8.2.1.4	<i>ECCEI y FI (BUAP), Bogotá 2013</i>	90
8.2.2	<i>Perú</i>	91
8.2.2.1	<i>RED I4, LIMA 2014</i>	91
8.3	PROYECTO INTERNACIONAL.....	92
8.3.1.1	<i>MÉXICO (BUAP) - BRASIL (UFPR) - FRANCIA (INSA)</i>	92
8.4	LIBRO “AMBIENTE DE APRENDIZAJE BASADO EN SIMULACIÓN Y LÚDICA”	95
9.	CONCLUSIÓN.....	96
10.	BIBLIOGRAFÍA	98

1. GLOSARIO

LOGO. Lenguaje desarrollado por Seymour Pappert, discípulo de J. Piaget, orientado a ser utilizado por niños cuando aparecieron las primeras computadoras de bajo costo en la década de los 80. Sin embargo, dicho lenguaje estuvo basado en técnicas de Inteligencia artificial.

BASIC. Lenguaje basado en otro llamado Fortran (Fórmula TRANslation) que surgió en los 60 y estuvo orientado a ingeniería y ciencias. Basic tiene el atractivo de que no necesita compilarse para ver el resultado por ser un lenguaje traductor. Muchas versiones de este lenguaje han aparecido. Esta Tesis está basada en cuanto a programas en la versión Visual Basic 6.0 que es altamente amigable.

COEEBA. Programa gubernamental para dotar a las escuelas secundarias del país de una herramienta de apoyo didáctico para enseñar y aprender matemáticas. El nombre se deriva de Computación En la Educación Básica. Fue operado por el Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa y la SEP Federal entre 1986 y 1994. Tuvo una gran receptividad entre los profesores de matemáticas de todo el país que llenaban con gran entusiasmo cada Centro COEEBA estatal. Ha sido el esfuerzo más grande a la fecha en la materia.

PISA. Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE (PISA, por sus siglas en inglés), tiene por objeto evaluar hasta qué punto los alumnos cercanos al final de la educación obligatoria han adquirido algunos de los conocimientos y habilidades necesarios para la participación plena en la sociedad del conocimiento. PISA saca a relucir aquellos países que han alcanzado un buen rendimiento y, al mismo tiempo, un reparto equitativo de oportunidades de aprendizaje, ayudando así a establecer metas ambiciosas para otros países. Las pruebas de PISA son aplicadas cada tres años. Desafortunadamente México queda siempre entre los 5 últimos lugares. PISA se comenzó a aplicar en el año 2000.

Enciclomedia. Fue un programa que trató de sustituir a COEEBA pero desapareció rápidamente.

OCDE. Fundada en 1961, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) agrupa a 34 países miembros y su misión es promover políticas que mejoren el bienestar económico y social de las personas alrededor del mundo.

Heterónoma. Es el hecho de que otra persona tome decisiones que corresponden a un individuo, Es lo contrario a la autonomía. Bajo este concepto no se pueden hacer las cosas con libertad sino que hay que basarse en normas impuestas por otras personas, a las cuales en estas circunstancias se debe obedecer. La heteronomía limita la imaginación y promueve la obediencia ciega.

Equilibración. El proceso de equilibración es un concepto de gran importancia en el aprendizaje, ocurre cuando el equilibrio interno-externo o interno-interno se rompe y entran en contradicción esquemas de conocimiento ya acomodados. Se produce un CONFLICTO COGNITIVO que rompe el equilibrio cognitivo. Como el organismo necesita permanentemente el equilibrio busca entonces respuestas, se plantea interrogantes, investiga, descubre,...etc, hasta llegar al conocimiento que le hace volver de nuevo al equilibrio cognitivo.

Andamiaje. Proviene de la palabra andamio o sostén. El teórico Lev Vygotsky utilizó dicho término para referirse a una situación de interacción entre un sujeto de mayor experiencia y otro de menor experiencia, en la que el objetivo es el de transformar al novato en experto.

Significatividad Lógica y Psicológica. La primera se refiere a que la presentación del conocimiento que se enseña tenga un orden y claridad, la segunda a que el estudiante tenga los conocimientos previos para comprender los conceptos que está aprendiendo.

Enactivo, Icónico, Simbólico. Son los tres modos básicos mediante los cuales el hombre representa sus modelos mentales y la realidad según Bruner.

1. Representación enactivo o actuante: consiste en representar cosas mediante la reacción inmediata de la persona. Ocurre en los primeros años de vida, se relacionan con la fase senso-motriz de Piaget en la cual se fusionan la acción con la experiencia externa.
2. Representación icónica, de icono: consiste en representar cosas mediante una imagen (icono) o esquema independiente de la acción.
3. Representación simbólica: Consiste en representar una cosa mediante un símbolo arbitrario que en su forma no guarda relación con la cosa representada. Por ejemplo, el número tres se representaría icónicamente por tres bolitas, mientras que simbólicamente basta con un 3.

Aprendizaje Socrático. Método que usaba Sócrates para encontrar la verdad a través de la Dialéctica o diálogo.

Pensamiento heurístico. Se contrapone al pensamiento algorítmico el cual consiste en tener la capacidad para seguir procedimientos preestablecidos, en tanto el heurístico se refiere a la capacidad de inventar nuevos procedimientos cuando no se encuentra alguno para resolver un problema.

2. RESUMEN

El objetivo del trabajo plasmado en la presente tesis, es documentar el proyecto que se realizó dentro en el Laboratorio de Tecnología e Investigación, a cargo del Dr. César Pérez Córdova, donde se desarrollan programas de Simulación que posteriormente pueden ser utilizados como apoyo didáctico para las materias de Física, Cinemática, Matemáticas, entre otras. Estos programas son elaborados por alumnos destacados de la facultad para que los utilicen sus compañeros, lo que deja un gran conocimiento a ambas partes, ya que la metodología utilizada está basada en fundamentos pedagógicos del pensamiento constructivista.

Se utilizó el concepto de “APRENDER A USAR Y APRENDER A HACER”, donde se busca que el alumno no sólo sea capaz de usar la tecnología sino de desarrollar su propia herramienta, que le permita incluir todas aquellas oportunidades que a lo largo de su vida estudiantil ha detectado, es decir, construir una herramienta personalizada a las necesidades del alumno, y con esto poder llevar a otro nivel el aprendizaje obtenido, sin dejar de lado la importancia de saber usar la tecnología que proviene de otros países y que también es necesaria durante el estudio de cualquier materia por muy básica que ésta sea o el ejercicio de la profesión.

A través del uso de este proyecto, no sólo se logró probar los resultados positivos en un nuevo ambiente de aprendizaje denominado “Aula Minerva”, donde los modelos desarrollados fueron presentados y puestos a prueba por el profesor, sino que además se logró difundir el esquema de trabajo a otros alumnos universitarios con los mismos deseos de aprender y desarrollarse que los alumnos que realizaron este proyecto en la Facultad de ingeniería de la BUAP; y de esta manera replicar el modelo en otras universidades de México y el extranjero, llegando a la internacionalización con el desarrollo de modelos en conjunto con el Instituto de Ciencias Aplicadas de Lyon (Francia) y la Universidad Federal de Paraná (Brasil) para la plataforma de enseñanza en Línea llamada “e-maths”.

A lo largo de este documento, se mostrarán algunos de los modelos desarrollados en el Laboratorio de Tecnología e Investigación, que cada día cobra más fuerza para impulsar a nuevos alumnos que estén dispuestos a aprender y salir de esta universidad con un nuevo talento como una ventaja competitiva y maximizar así sus posibilidades de éxito en su carrera como profesionista.

3. INTRODUCCIÓN

3.1 ANTECEDENTES

Las décadas de los 60 y 70 fueron testigos de la utilización masiva de la computadora electrónica. Se les mencionaba entonces como “cerebros electrónicos”. El surgimiento de su utilización se debió a que ofrecieron una solución a problemas de manipulación de datos, principalmente administrativos.

En México, la Compañía de Luz y Fuerza, el Seguro Social y la extinta Ferrocarriles Nacionales de México, entre otras, fueron las grandes empresas que comenzaron a utilizarlas.

En un principio los datos eran capturados en tarjetas perforadas, verificadas, clasificadas y pasaban a ser procesados por una computadora central.

Pero no fue sino hasta la década de los 80 que surgieron computadoras pequeñas y baratas, dedicadas en gran parte a los juegos electrónicos. De esta manera la computadora se popularizó y estuvo al alcance de las escuelas y familias. Un suceso importante fue la aparición de un lenguaje de programación para niños: el lenguaje LOGO, cuyo diseño fue hecho por Seymour Pappert, discípulo del Teórico del aprendizaje Jean Piaget. En México como en el resto del mundo surgieron escuelas o academias de programación donde asistían niños desde los 6 años a aprender el Lenguaje de la Tortuga. Este lenguaje estaba basado en inteligencia artificial. Junto con el LOGO las computadoras pequeñas incluían una versión de BASIC lo que permitió a algunos grupos de desarrollo, diseñar y programar los primeros programas educativos. En Puebla surgió uno en 1984, cuyo nombre sería utilizado posteriormente en el mundo entero: Libro Electrónico. Esta empresa elaboró la primera serie en Latinoamérica para aprender matemáticas de nivel secundaria denominada Serie Cosmos que vendió una tienda departamental en México y otros países de Centro y Sudamérica.

Simultáneamente a este hecho, surge la Sociedad Mexicana de Computación Educativa, SOMECE, que contó con profesionistas de la educación y la computación.

Otro hecho que marcó el despegue definitivo de este movimiento, lo fue el establecimiento del programa de Computación en la Educación Básica COEEBA ya que dio cabida a las aspiraciones de estos profesionales y movilizó a miles de profesores y escuelas en todo el país. Fue precisamente Libro Electrónico quien terminó desarrollando la inmensa mayoría del Software Educativo. Para su aplicación adecuada los gobiernos de entonces, 1986 a 1994, establecieron Centros COEEBA en todos los estados adonde acudían entusiastas maestros a conocer los nuevos títulos que mes a mes eran distribuidos y los llevaban a sus aulas dotadas de una computadora con una gran pantalla de televisión. Tal vez ese fue y ha sido el esfuerzo más grande pero sobre todo más racional del uso de la computadora como herramienta didáctica para las escuelas secundarias de México.

Vinieron nuevos gobiernos con nuevas modas que prefirieron confiar en empresas extranjeras y fue entonces que aparecieron fugaces programas como Enciclomedia. Los grupos y empresas mexicanas que participaron en COEEBA, desaparecieron. Sin embargo en muchos de sus integrantes quedó la esperanza y experiencia que les impulsaron a emprender nuevos proyectos de esta naturaleza con herramientas tecnológicas más avanzadas.

3.2 JUSTIFICACIÓN

Como se observa en la última prueba PISA (OCDE, 2014), existe una fuerte correlación directa entre el dominio de las matemáticas y la física, en los estudiantes y profesionistas de un país con el nivel de desarrollo de éste, y la responsabilidad que tienen las instituciones educativas de realizar la tarea que les corresponde, justifica a éste como a cualquier otro esfuerzo por fortalecer a estos dos ejes transversales del conocimiento.

Matemáticas

México se ubica en el lugar 53 de 65 en el área de Matemáticas, con una calificación promedio de 413 puntos (en una escala de 0 a 1,000), Uruguay (409 puntos), Costa Rica (407), Brasil (391) y Perú (368); pero muy por abajo de las naciones y regiones asiáticas emergentes, que encabezan el ranking, como Shanghai China (613 puntos), Singapur (573), Hong Kong (561), China Taipéi (560) y Corea del Sur (554 puntos).

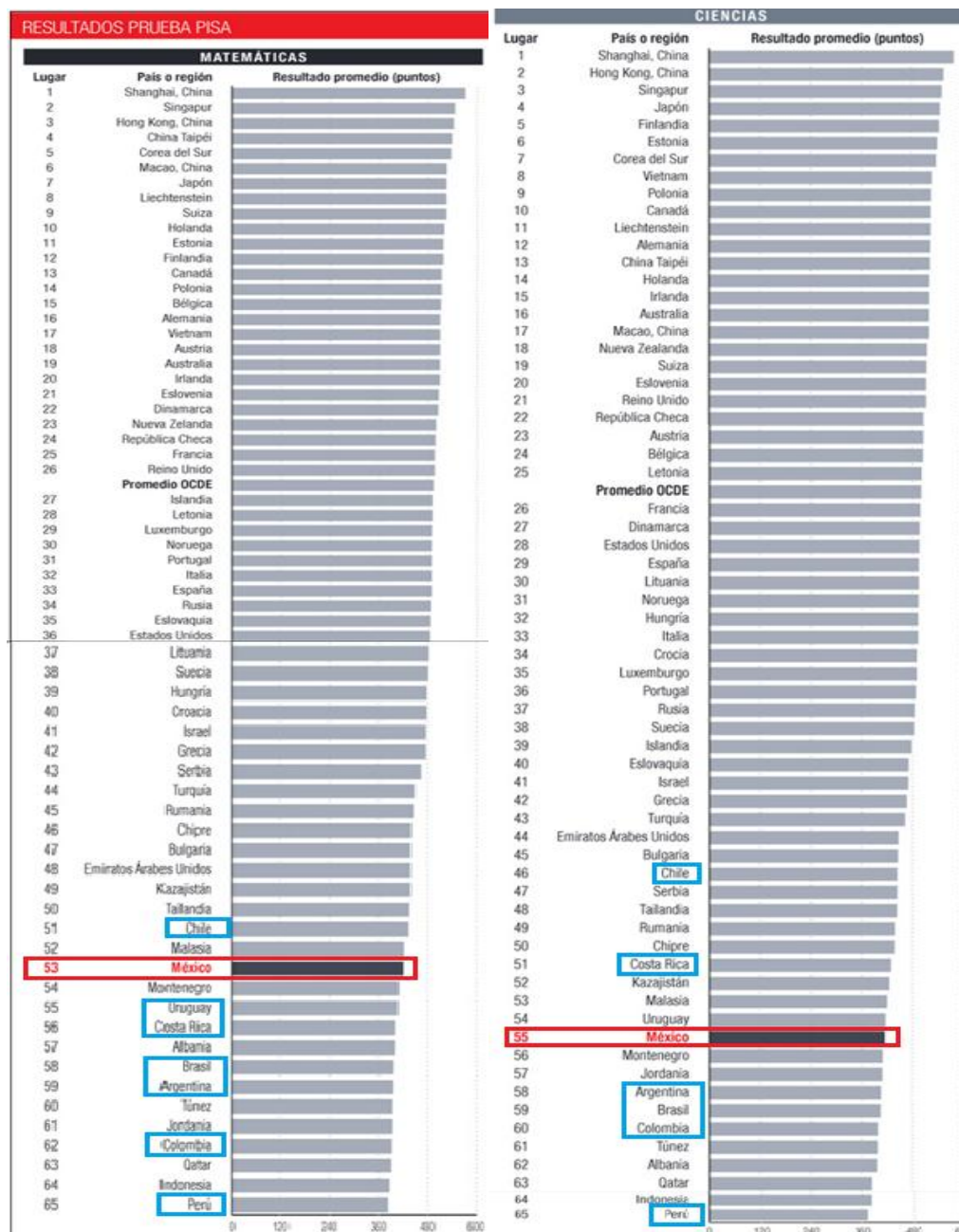
Ciencias

En Ciencias, México obtuvo una calificación de 415 puntos, con lo que el país se coloca en la posición 55 de 65 en este rubro, superando a países latinoamericanos como Argentina (406 puntos), Brasil (405), Colombia (399) y Perú (373 puntos). Nuevamente

Shanghai China, encabeza el ranking con 580 puntos; le sigue Hong-Kong con 555 puntos; luego Singapur con 551; Japón con 547 y Finlandia con 545 puntos.

La OCDE aclara que la evaluación no mide solamente si los alumnos pueden reproducir el conocimiento, sino que examina también que tan bien lo pueden usar, lo que han aprendido, y aplicarlo en contextos no familiares, tanto dentro como fuera de la escuela.

Tabla 1. Resultados de la prueba PISA 2012 (OCDE)



Es evidente que los países actualmente más competitivos en el mercado mundial, son también los que muestran mayor dominio en matemáticas y física (ciencias). Se muestran los rankings completos de los resultados de PISA en matemáticas y ciencias.

3.3 OBJETIVO

Ofrecer un modelo de aprendizaje diferente que permita la comprensión en vez de aprendizaje memorístico y procedimental.

3.4 HIPÓTESIS

“Con el uso de modelos de simulación basados en teorías de aprendizaje constructivistas plasmados en programas computacionales se puede mejorar el nivel de comprensión de las materias fundamentales de ingeniería.”

4. CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

4.1 TEORÍAS DE APRENDIZAJE

4.1.1 Definición de Teoría de Aprendizaje

Una teoría de aprendizaje es un conjunto sistemático de ideas que busca explicar la forma en que el humano adquiere el conocimiento. Múltiples han sido los intentos de abordar el fenómeno de aprendizaje que han sido agrupados, a veces de manera arbitraria, en conjuntos que comparten ideas centrales a los que se les ha denominado corrientes. Es así como actualmente se habla de la corriente sistémica, la corriente conductista o la corriente constructivista, entre otras. Ante la dificultad de incluir una descripción y análisis de todas las teorías, se exponen las más representativas, pero sobre todo aquellas que históricamente han tenido mayor influencia en la educación, aquellas que pertenecen a la corriente constructivista.

4.1.2 Teoría de J. Piaget

Esta teoría se centra en el Desarrollo o Evolución del individuo, privilegia los aspectos de Aprendizaje y Procesos de Cognición. Según ella, el niño y el adolescente transitan por procesos de Maduración y Desarrollo que evolucionan en etapas, a las que se denominan Estadios.

La Psicología Evolutiva

El representante principal de la Psicología Evolutiva fue Jean Piaget, cuyo enfoque básico es la denominada ***Epistemología Genética*** que estudia el conocimiento del mundo a través de los sentidos que captan la información del exterior y la transforman en construcciones que se organizan en Estructuras a través de las que el sujeto entiende al mundo. Estudia también el Desarrollo de la Inteligencia a través del Proceso de Maduración Biológica y del Aprendizaje del que distingue, uno amplio que es propiamente el Desarrollo de la Inteligencia, proceso espontáneo y continuo que incluye: Maduración, Experiencia, Transmisión Social y Desarrollo del Equilibrio; y otro sencillo que consiste en adquisición de respuestas específicas. Conviene subrayar la diferencia entre una Teoría del Aprendizaje, que explica el Proceso del Aprendizaje, y una Teoría de Instrucción que ofrece un modelo para aplicar esta teoría.

Componentes de la Inteligencia

Según Piaget se pueden distinguir tres componentes de la inteligencia:

1. *La Función de la Inteligencia*, que consiste en un Proceso de Adaptación al medio a través del Equilibrio entre la Asimilación de la información que se recibe del exterior y la acomodación de ésta en Esquemas y Estructuras mentales que producen un cambio en el comportamiento del sujeto, y un proceso de Organización que es una función reguladora responsable de la construcción de los Esquemas y Estructuras.
2. *La Estructura de la Inteligencia*, que consiste principalmente en las operaciones mentales interiorizadas, de naturaleza lógica y matemática, reversibles, que constituyen la actividad de pensar; estas operaciones son producto de la inteligencia pero a la vez ayudan en el proceso de formación de la inteligencia misma.
3. *El Contenido de la Inteligencia*, que es el conjunto de información acumulado y constituye la tercera y última.

Desarrollo y aprendizaje

Según Piaget, el desarrollo es un proceso espontáneo, vinculado a todo el proceso de embriogénesis que se refiere al desarrollo del cuerpo (sistema nervioso y funciones mentales) y termina en la adultez.

En cambio, el aprendizaje es provocado por situaciones: psicológicas, por una enseñanza o por una situación externa que vive.

El desarrollo y el aprendizaje van de la mano, el primero determina las posibilidades del segundo, pero no es una suma de experiencias sino un proceso esencial en el que cada elemento de aprendizaje se da como una función del desarrollo total.

El conocimiento, dice Piaget, no es una copia de la realidad; conocer un objeto es actuar sobre él, modificarlo, transformarlo y entender cómo está construido.

Entonces, para entender el desarrollo del conocimiento, debemos comenzar con la idea de operación. ***La operación es la esencia del conocimiento, es una acción interiorizada;*** por ejemplo: reunir objetos para construir una clasificación ordenada o seriada, contar o medir. Es un conjunto de acciones que modifican el objeto, reversibles; como sumar y restar, unir y separar. La operación, vinculada a otras operaciones, es una parte de la estructura total. El problema central del desarrollo, es entender la formación, elaboración, organización y funcionamiento de estas estructuras.

Desarrollo de la Inteligencia

Para Piaget la Inteligencia al desarrollarse va alcanzando etapas y sub etapas, a las que llamó Estadios y sub Estadios, pero hay dos etapas generales importantes:

Etapas de Operaciones Concretas

Cuando el humano posee representaciones mentales elementales y gracias al lenguaje logra un gran progreso en su pensamiento y en su comportamiento, imita modelos y a medida que esto continúa, puede realizar actos simbólicos: una piedra puede simbolizar para él una almohada y ponerse a dormir sobre ella.

La función simbólica tiene gran desarrollo en esta etapa a través de actividades lúdicas en las que toma conciencia del mundo y lo agrega a sus esquemas. El juego simbólico es un medio de adaptación intelectual y afectivo, en tanto el lenguaje le permite adquirir una interiorización por el empleo de signos verbales; sin embargo es incapaz de distinguir que sigue habiendo la misma cantidad de líquido entre dos botellas de distinta forma. En el aspecto social, mediante contactos sociales construye sentimientos hacia los demás.

Etapas de Operaciones Formales

Ocurre cuando surge el raciocinio hipotético deductivo con máximo desarrollo de las estructuras cognitivas y combinación de operaciones.

Esta etapa se caracteriza por el desarrollo de los procesos cognitivos y las relaciones sociales. Aparece el *pensamiento formal* en el que comprende el lenguaje simbólico y establece hipótesis y silogismos lo que le facilita su integración social. Lo más importante es, que para razonar, ya puede prescindir de los objetos concretos y es capaz de combinar ideas. Por ejemplo:

Si $a > b$ y $b > c$, entonces: $a > c$

En lo social, deja de sentirse subordinado al adulto y por tanto pasa de la moral de subordinación (heterónoma) a la moral propia o autónoma. La confrontación de sus ideas con la realidad suele ser causa de grandes conflictos y perturbaciones afectivas, sociales, institucionales, religiosas y desilusiones.

Factores que provocan el paso de la etapa operativa a la formal

Son 4 los factores que explican el paso del desarrollo de una etapa a la siguiente:

- a) **Maduración:** Es el proceso del desarrollo interno.
- b) **Experiencia:** Es el conjunto de conocimiento de objetos reales, físicos. La experiencia física consiste en interactuar con los objetos y obtener algún conocimiento por abstracción. La lógica no se deriva del lenguaje, es mucho más profunda, es la coordinación total de acciones.
- c) **Lenguaje:** Para recibir una información se debe tener un medio de comunicación, además debe poseer una estructura que lo capacite para asimilarla; no se puede enseñar matemáticas superiores a un niño de 5 años porque no posee las estructuras que le permiten entenderlas.
- d) **Equilibración:** Los tres factores anteriores deben equilibrarse entre ellos mismos, ésta es una razón para justificarla pero existe otra más importante: la equilibración es un proceso de auto regulación.

Los conceptos de esta teoría que se consideraron aplicables fueron:

1. *Conocer un objeto es actuar sobre él, modificarlo, transformarlo y entender cómo está construido*
2. *La operación es la esencia del conocimiento*
3. *El alumno debe manipular y transformar el objeto de aprendizaje*
4. *Se debe llegar a la generalización a través de probar y descubrir.*
5. *El alumno debe tener un papel activo en su aprendizaje*
6. *Debe darse importancia a la exploración y el descubrimiento*
7. *El profesor debe ser un facilitador*

4.1.3 Teoría de Jerome Bruner

La idea general de Bruner, es la participación activa del alumno en el proceso de aprendizaje, en este sentido hace especial énfasis en el aprendizaje por descubrimiento (Bruner, 1972), relacionado con la Psicología Cognitiva de J. Piaget, así como la idea de andamiaje que retoma de Lev Vygotski.

Aprendizaje por descubrimiento

Bruner es considerado como un teórico de la corriente constructivista. Considera dos aspectos. El primero es la Maduración o desarrollo del organismo y sus capacidades, que permite representar al mundo en tres dimensiones progresivamente perfeccionadas a través de las etapas de crecimiento: la acción, la imagen y el lenguaje simbólico.

El segundo aspecto es la Integración o utilización de grandes unidades de información para resolver problemas y orquestación de las operaciones elementales. Hay aquí una gran similitud con Piaget en el concepto de organización de esquemas en estructuras.

Según Bruner, los humanos pasan por tres modos de representación del mundo: enactivo, icónico y simbólico, que equivalen a los tres estadios de Piaget, pre-operacional, operacional y de operaciones formales. La representación enactiva es la representación de sucesos pasados a través de la respuesta

as motrices apropiadas, en la representación icónica selecciona percepciones e imágenes de los sucesos y los representa por íconos o imágenes, y la representación simbólica que es la más desarrollada corresponde al estadio en que logra interiorizar el lenguaje como un instrumento de cognición.

Destaca dos formas de competencia, o capacidad, que deben darse para que haya desarrollo: la representación y la integración, la primera consiste en representar lo que ocurre a su alrededor y la segunda relacionarla con la unificación de los sucesos del presente y el pasado.

Para Bruner, lo más importante en la enseñanza de conceptos básicos es que se ayude al alumno a pasar progresivamente de un pensamiento concreto a un estadio de representación conceptual y simbólica (Pensamiento formal); si en matemáticas se enseña a los niños con una lógica que no es la suya, se consigue que memoricen los conceptos o materiales sin atribuirles sentido alguno.

Bruner sostiene que toda teoría de instrucción debe tener en cuenta los siguientes cuatro aspectos:

1. La predisposición hacia el aprendizaje.
2. El modo en que un conjunto de conocimientos puede estructurarse de modo que sea interiorizado lo mejor posible por el estudiante.
3. Las secuencias más efectivas para presentar un material.
4. La naturaleza de los premios y castigos.

Implicaciones Educativas

Las siguientes son las implicaciones de la teoría de Bruner en la educación, y más específicamente en la pedagogía:

1. Aprendizaje por descubrimiento: el instructor debe motivar a los estudiantes a que ellos mismos descubran relaciones entre conceptos y construyan proposiciones.
2. Diálogo activo: el instructor y el estudiante deben involucrarse en un diálogo activo (p.ej., aprendizaje socrático).
3. Formato adecuado de la información: el instructor debe encargarse de que la información con la que el estudiante interactúa esté en un formato apropiado para su estructura cognitiva.
4. Currículo espiral: el currículo debe organizarse de forma espiral, es decir, trabajando periódicamente los mismos contenidos, cada vez con mayor profundidad, para que el estudiante continuamente modifique las representaciones mentales que ha venido construyendo.

5. Extrapolación y llenado de vacíos: La instrucción debe diseñarse para hacer énfasis en las habilidades de extrapolación y llenado de vacíos en los temas por parte del estudiante.
6. Primero la estructura: enseñarle a los estudiantes primero la estructura o patrones de lo que están aprendiendo, y después concentrarse en los hechos y figuras.

Los conceptos de esta teoría que se aplicaron fueron:

1. *Participación activa del alumno en el proceso de aprendizaje*
2. *Aprendizaje por descubrimiento*
3. *Pasar progresivamente de un pensamiento concreto a un estadio de representación conceptual y simbólica (Pensamiento formal).*

4.1.4 Teoría de David Ausubel

Ausubel, fue el creador del concepto de aprendizaje significativo. Su teoría enfatiza este tipo de aprendizaje en oposición al memorístico y mecánico. El término “significativo”, se refiere tanto a un contenido con estructuración lógica y clara (significatividad lógica), como a aquel material que potencialmente puede ser aprendido por el alumno gracias a los conocimientos que tiene (significatividad psicológica) (Ausubel, 1983).

Según Ausubel (1986) citado por Barriga (2002): “el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente...”.

Es una teoría cognitiva y, como tal, tienen por objeto explicar teóricamente el proceso de aprendizaje. Se preocupa de los procesos de comprensión, transformación, almacenamiento y uso de la información envueltos en la cognición.

La estructura cognitiva de un individuo es un complejo organizado resultante de los procesos cognitivos a través de los cuales adquiere y utiliza el conocimiento. Nuevas ideas e informaciones pueden ser aprendidas y retenidas en la medida en la que conceptos relevantes o adecuados se encuentren claros y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y sirvan de anclaje a nuevas ideas y conceptos. Cuando nuevas informaciones adquieren significado para el individuo a través de la interacción con conceptos existentes, el aprendizaje dice ser significativo.

Ausubel considera que para que se puedan lograr aprendizajes significativos es necesario se cumplan tres condiciones:

1. Significatividad lógica
2. Significatividad psicológica
3. Actitud favorable del alumno

Tipos de Aprendizaje

Según el contenido del aprendizaje, Ausubel distingue tres tipos:

1. Aprendizaje de Representaciones.
2. Aprendizaje de Conceptos.
3. Aprendizaje de Propositiones.

En el Aprendizaje de Representaciones, el individuo atribuye significado a símbolos (verbales o escritos) mediante la asociación de éstos con sus referentes objetivos. Esta es la forma más elemental de aprendizaje y de ella van a depender los otros dos tipos.

El Aprendizaje de Conceptos es, en cierto modo, también un aprendizaje de representaciones, con la diferencia fundamental que ya no se trata de la simple asociación símbolo-objeto, sino símbolo-atributos genéricos. Es decir, en este tipo de aprendizaje el sujeto abstrae de la realidad objetiva aquellos atributos comunes a los objetos que les hace pertenecer a una cierta clase. Ausubel define los "conceptos" como "objetos, acontecimientos, situaciones o propiedades que poseen atributos de criterio comunes y que están diseñados en cualquier cultura dada mediante algún símbolo o signo aceptado".

Por último, en el Aprendizaje de Propositiones no se trata de asimilar el significado de términos o símbolos aislados sino de ideas que resultan de una combinación lógica de términos en una sentencia. Por supuesto que no podrá tener lugar el aprendizaje de una proposición, a menos que los conceptos que en ella están incluidos, no hayan sido aprendidos previamente; de allí que los aprendizajes de representaciones y de conceptos sean básicos para un aprendizaje de proposiciones.

Ventajas del Aprendizaje Significativo

- Produce una retención más duradera de la información.
- Facilita el adquirir nuevos conocimientos relacionados con los anteriormente adquiridos de forma significativa, ya que al estar claros en la estructura cognitiva se facilita la retención del nuevo contenido.
- La nueva información al ser relacionada con la anterior, es guardada en la memoria a largo plazo.
- Es activo, pues depende de la asimilación de las actividades de aprendizaje por parte del alumno.
- Es personal, ya que la significación de aprendizaje depende los recursos cognitivos del estudiante.

Requisitos para lograr el Aprendizaje Significativo

Significatividad lógica del material: el material que presenta el maestro al estudiante debe estar organizado, para que se dé una construcción de conocimientos.

Significatividad psicológica del material: que el alumno conecte el nuevo conocimiento con los previos y que los comprenda. También debe poseer una memoria de largo plazo, porque de lo contrario se le olvidará todo en poco tiempo.

Actitud favorable del alumno: ya que el aprendizaje no puede darse si el alumno no quiere. Este es un componente de disposiciones emocionales y actitudinales, en donde el maestro sólo puede influir a través de la motivación.

Los conceptos de esta teoría que se aplicaron fueron:

- 1. El aprendizaje por descubrimiento no es opuesto al aprendizaje por exposición*
- 2. La información debe presentarse en forma organizada. Esto se refiere a la posición en la pantalla, los colores, los gráficos, tamaño de letra y mensajes claros. (Significatividad lógica).*
- 3. El alumno debe conocer y dominar los conceptos que sustentan al nuevo conocimiento (Significatividad Psicológica).*

4.2 TÉCNICAS DE SIMULACIÓN

4.2.1 Definición de Simulación

“Simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y experimentar con él, con la finalidad de comprender su comportamiento”.

4.2.2 Aplicación de la simulación a la Educación en general

En el ámbito educativo, la simulación puede servir como herramienta para que el alumno explore fenómenos reales a través de modelos y descubra la manera en que ocurren, así como las variables que intervienen y el papel que desempeñan, mediante procesos de ensayo y error. Como no existe un único modo de reproducir la realidad, es necesario aclarar siempre de qué tipo de simulación se trata, pues tanto el alcance como la complejidad varían.

El objetivo de una simulación puede ser: investigar el comportamiento de un sistema, aprender a usarlo, diseñar métodos para mejorarlo o modificarlo, realizar pruebas de hipótesis con él para comprenderlo o para pronosticar su respuesta bajo determinadas condiciones.

Estudiantes, profesores e investigadores de todas las profesiones, principalmente de ingeniería y ciencias pueden utilizar modelos de distintas maneras.

El objetivo es que los estudiantes puedan construir su propio conocimiento a través de la interpretación de las experiencias que tienen de ese mundo simulado que busca la semejanza más cercana a la realidad.

4.2.3 Modelos de Simulación

Previa a la etapa de simulación, está la de modelación que consiste en la construcción del modelo que representará al sistema real, modelo que nos permitirá experimentar de manera, sencilla, rápida, económica y sin riesgos. Históricamente se han utilizado tres tipos de modelos, cada uno de los cuales ofrecen ventajas y desventajas. En seguida se revisa cada uno de ellos.

4.2.3.1 Modelos físicos

La simulación con modelos físicos, consiste en representar un sistema real con un modelo a escala, geométrica y dinámicamente similar, y experimentar sobre éste para realizar medidas y observaciones. El resultado de estas medidas es extrapolado al sistema real. Análisis dimensional y teorías de similitud son utilizados durante el proceso para asegurar que los resultados con el modelo puedan ser extrapoladas al sistema real con un aceptable grado de confianza.

Los modelos físicos fueron utilizados inicialmente por científicos en el desarrollo de las teorías fundamentales de las ciencias naturales en experimentos de laboratorio, estudios sobre escalas óptimas, y pruebas piloto a escala. Estos estudios se realizan bajo condiciones controladas y su aplicación a sistemas complejos es limitada.

Algunas de estas limitaciones consisten en la dificultad de representar a mayor escala sistemas pequeños como interacción entre partículas por la imposibilidad de acelerar o retardar procesos y reacciones, o a menor escala reproducir el comportamiento de la cortina de una presa por el comportamiento granulométrico del material. Además, consumen tiempo excesivo para construirlos y modificarlos.

4.2.3.2 Modelos matemáticos

La simulación sobre modelos matemáticos está basada en un enfoque deductivo o teórico. En ella, los principios y teorías fundamentales que gobiernan el sistema con algunas simplificaciones son utilizados para derivar relaciones matemáticas entre las variables consideradas más significativas. El modelo resultante puede ser afinado utilizando datos históricos de sistemas reales y también pueden ser validados realizando simulaciones sobre experimentos reales y comparando los resultados. De esta manera pueden hacerse predicciones con un grado de confianza predefinida.

El surgimiento de técnicas matemáticas para modelar sistemas reales ha aliviado muchas de las limitaciones de los modelos físicos y empíricos. La simulación con modelos matemáticos implica, en esencia, la transformación del sistema estudiado, de su ambiente real al ambiente matemático en términos de símbolos abstractos y ecuaciones. Los símbolos, en este caso, tienen significados perfectamente definidos y pueden ser manipulados siguiendo las reglas estrictas de las matemáticas.

Los conceptos teóricos y los fundamentos del proceso son usados para derivar las ecuaciones que establecen las relaciones entre las variables del sistema. Antes del advenimiento de la computación, la simulación matemática sólo podía ser aplicada a aquellos problemas con soluciones cerradas. Su aplicación a sistemas dinámicos complejos sólo fue posible con el advenimiento y diseminación de la computadora.

Con el crecimiento en la capacidad, velocidad y posibilidades del hardware y software, las técnicas matemáticas han podido aplicarse exitosamente a modelos complejos y sistemas dinámicos.

El desarrollo de modelos matemáticos basados en la computadora, sin embargo, demandan la participación de especialistas tanto en la disciplina abordada como en la programación de computadoras. La siguiente opinión del Ministerio de Educación de España describe el problema:

“La mayoría de las plataformas de e-learning recurren a la simulación, si alguna vez lo hacen, de manera muy puntual, representando un porcentaje mínimo. El motivo es el coste económico: Diseñar este tipo de materiales multimedia resulta difícil y su proceso de desarrollo, incluso contando con suficientes especialistas, es lento y laborioso”

En las décadas recientes, han surgidos paquetes de simulación matemática orientados a fines específicos que requieren un mínimo conocimiento de programación para utilizarlos, e incluyen características atractivas de animación. Sin embargo, estos paquetes siempre estarán limitados a lo que el autor haya considerado pertinente incluir.

4.2.3.3 Simulación con modelos matemáticos

El mejor medio para aplicar los principios pedagógicos constructivistas en el nivel universitario son las técnicas de simulación, por lo que se presenta en seguida un extracto de los conceptos de simulación basados en modelos matemáticos. Sin embargo se mencionan también, por su importancia histórica a los modelos físicos.

4.2.4 Incorporación de la Simulación a la Enseñanza a través de modelos matemáticos

La incorporación de la simulación a la enseñanza es un problema tecnológico y didáctico. Se necesitan equipos y aplicaciones sofisticadas, pero también estrategias políticas y económicas para llevarla a las aulas, pueden dificultar su incorporación.

El diseño de instrucción educativa basada en la simulación debe considerar las aportaciones de diferentes campos, como: teorías de aprendizaje, teorías de instrucción, investigaciones en didáctica de las ciencias, en entornos educativos multimedia, etc.

De su análisis pueden deducirse directrices que deberán orientar el diseño de entornos de aprendizaje basados en simulaciones informáticas. La Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 5 N°2 (2006) 310 publica algunas directrices, de las cuales se extraen las siguientes:

1. La simulación debe ser usada para promover un aprendizaje basado en la investigación de los alumnos, y varios investigadores coinciden en esto. Sin embargo, aunque exista este acuerdo de fondo hay diferentes formas de entenderlo en la práctica, siendo importante precisar el tipo de tarea que el alumno deberá resolver, el papel de la tecnología y el papel del profesor.
2. En un proceso de enseñanza aprendizaje apoyado en la simulación, los alumnos tienen que jugar un papel activo, por lo tanto, se debe evitar utilizar programas que sólo sirvan como recurso para visualizar fenómenos (audiovisuales). Se requiere que los estudiantes interactúen con la simulación recogiendo y analizando datos. Aquí me permito agregar: proponiendo valores de entrada y analizando los resultados (simuladores).

3. El diseño de las actividades basadas en la simulación, debe tener en cuenta su carácter multimedia. Mayer y Moreno (2002) han desarrollado una teoría cognitiva del aprendizaje multimedia apoyada en las teorías de codificación dual, carga cognitiva y aprendizaje constructivista. Según esos autores no todas las representaciones multimedia son igualmente efectivas en la producción de aprendizajes significativos. Los mensajes multimedia que aumentan las posibilidades de aprendizaje cumplen con los cuatro principios siguientes:
- a) Principio de contigüidad: se aprende mejor cuando animación y narración se presentan al mismo tiempo.
 - b) Principio de coherencia: se aprende mejor cuando no hay que procesar imágenes o palabras extrañas en la memoria de trabajo.
 - c) Principio de modalidad: se aprende mejor cuando la palabra se presenta en forma narrada en lugar de texto escrito.
 - d) Principio de redundancia: se dificulta el aprendizaje cuando se presentan al mismo tiempo narración y texto escrito.

4.2.5 Lenguaje de Programación

Un lenguaje de programación es un lenguaje formal diseñado para expresar procesos que pueden ser llevados a cabo por máquinas como las computadoras.

Pueden usarse para crear programas que controlen el comportamiento físico y lógico de una máquina, para expresar algoritmos con precisión, o como modo de comunicación humana.

Está formado por un conjunto de símbolos y reglas sintácticas y semánticas que definen su estructura y el significado de sus elementos y expresiones. Al proceso por el cual se escribe, se prueba, se depura, se compila (de ser necesario) y se mantiene el código fuente de un programa informático se le llama programación.

También la palabra programación se define como el proceso de creación de un programa de computadora, mediante la aplicación de procedimientos lógicos, a través de los siguientes pasos:

1. El desarrollo lógico del programa para resolver un problema en particular.
2. Escritura de la lógica del programa empleando un lenguaje de programación específico (codificación del programa).
3. Ensamblaje o compilación del programa hasta convertirlo en lenguaje de máquina.
4. Prueba y depuración del programa.
5. Desarrollo de la documentación.

5. CAPITULO 2. CREACIÓN DE UN NUEVO AMBIENTE DE APRENDIZAJE

5.1 METODOLOGÍA

Con el fundamento anterior y el antecedente del Modelo Universitario Minerva que invoca el Constructivismo como Modelo Educativo, se decidió crear un nuevo ambiente de aprendizaje basado en la filosofía constructivista a través del desarrollo y utilización de modelos de simulación de apoyo didáctico.

En seguida se presenta de manera conceptual el proceso seguido para hacer realidad esta propuesta y, en capítulos siguientes, la manera en que se logró, una muestra de algunos modelos desarrollados y la difusión y aceptación que ha tenido tanto en México como en otros países.

5.1.1 Selección de las nociones a convertir en modelos

El primer paso corresponde al docente de la asignatura, quien durante su ejercicio educativo detecta dificultades de aprendizaje derivadas de la complejidad de la noción abordada, de las herramientas de exposición tradicionales y las limitaciones de tiempo para realizar un mayor número de ejercicios o de una combinación de estos factores.

A través de varios años que lleva este proyecto funcionando, se ha decidido que antes de elaborar un programa de simulación, de apoyo a la enseñanza, se realice un análisis de la noción para saber si justifica o no el esfuerzo de construcción de un modelo. Las condiciones que debe cumplir son:

1. Que la noción sea importante dentro de la materia a que pertenece
2. Que presente dificultades para ser explicada con las herramientas tradicionales a pesar que el docente domine la noción abordada
3. Que la computadora aporte ventajas de exposición, manipulación y comprensión

Si se cumplen las tres condiciones, se continúa con el siguiente paso.

5.1.2 Diseño pedagógico

Una vez que el docente de la asignatura ha decidido avanzar con un tópico, entre docente y coordinador del Laboratorio realizan un diseño pedagógico, que inicia con la búsqueda de la operación que está en la base de cada noción y es preciso hallarla. Conocida la operación, se busca una tarea, o un juego atractivo para el estudiante que la contenga como elemento central. Durante la ejecución, se introduce un problema u obstáculo que impida continuar y se muestra al alumno información útil que lo ayude a resolverlo así como facilidades para que pruebe sus hipótesis y vea el resultado de forma inmediata.

5.1.3 Diseño operativo

El siguiente paso es sumamente importante pues tiene que ver con la claridad, cuya ausencia puede dar totalmente al traste con todo el trabajo. Consiste en diseñar la pantalla del programa, de modo que exista orden y claridad en la información mostrada dando prioridad a la zona donde se reproduce de forma animada el fenómeno o sistema y las gráficas que lo representan. Los colores tienen un significado. Si se trata de una carrera entre un auto azul y otro rojo, los resultados numéricos y las gráficas de distancia, velocidad y aceleración correspondientes al auto azul deben ser azules, y los del otro rojos. El tamaño de la información numérica debe estar en función de la distancia máxima del aula y el tamaño del pizarrón electrónico. Las rutas de navegación deben ser claras, el alumno siempre debe saber en qué etapa está y qué alternativas tiene.

En esta parte, además de los dos profesores, se integran alumnos que colaboran en el trabajo de programación. La experiencia ha mostrado que estos últimos van aumentando su participación a partir de esta etapa y su opinión e ideas resultan sumamente valiosas pues son ellos una muestra de los futuros usuarios. Más adelante se hablará más extensamente del importante papel que desempeñan.

5.1.4 Diseño Computacional

Corresponde a información especializada sobre cómo organizar el código y documentarlo de forma interna (con comentarios) o externa, con diagramas, memorias, ejemplos etc. Esta parte es responsabilidad de los alumnos bajo la guía del profesor, coordinador del laboratorio.

5.1.5 Programación

Esta es una de las más importantes y difíciles. Requiere de conocimientos sólidos del lenguaje que se utiliza, capacidad de análisis, ideas creativas y disciplina. Es en esta parte donde los alumnos aprenden más, pues constantemente tienen que buscar solución a problemas que se presentan en la documentación del lenguaje o crear soluciones propias que requieren de gran imaginación. Ésta es la parte que lleva más tiempo y en ella participan profesor y alumnos quienes paulatinamente van requiriendo menos apoyo en la medida que ganan experiencia.

5.1.6 Presentación de resultados

Conforme se arriba a versiones previas, aun incompletas, se realizan presentaciones muy detalladas al docente de la asignatura para que valide cuidadosamente los avances hasta llegar a una versión final de Laboratorio.

5.1.7 Pruebas de funcionamiento

Estas pruebas se hacen entre todo el equipo y tienen por objeto descubrir vicios ocultos, que pueden provocar errores de cálculo o de proceso.

5.1.8 Implementación

Ésta es la parte donde el trabajo del equipo comienza a rendir frutos. La realiza principalmente la maestra de asignatura con el apoyo que se requiera del resto del equipo.

5.1.9 Validación

Con la incorporación del nuevo modelo debe seguir una tarea del docente de asignatura consistente en validarlo en los aspectos pedagógico, funcional y matemático. El producto nuevo no deja de vigilarse hasta que queda totalmente probado.

6. CAPITULO 3. CONCRECIÓN DEL AMBIENTE DE APRENDIZAJE

El ambiente de aprendizaje descrito en cada paso en el capítulo anterior, fue realizado gracias a la participación coordinada y entusiasta de tres partes que a continuación se describen con la función que desempeñó cada una de ellas.

6.1 EL LABORATORIO DE TECNOLOGÍA E INVESTIGACIÓN

Fundado hace más de 10 años inició con el profesor César Pérez Córdova como coordinador del mismo, quien invitó a algunos alumnos destacados a profundizar sus conocimientos de programación y física elaborando algunos programas incipientes en que se simulara algún sistema o fenómeno físico.

Los primeros resultados, a pesar de ser muy sencillos, permitieron conocer aspectos del Lenguaje Visual Basic tales como elaboración de gráficas de funciones matemáticas, movimiento de objetos obedeciendo a alguna función, etcétera. Siendo muy amplio el lenguaje hubo aspectos, como el manejo de temporizadores que no se conoció en un principio.

Por otro lado, la selección de tópicos se realizó sin un orden lógico, sin una base de las necesidades u orden para ser utilizados como material didáctico de alguna materia. Simplemente se experimentó y adquirieron conocimientos básicos de cómo elaborar programas con gráficas y movimiento de objetos.

6.2 LA PARTICIPACIÓN DOCENTE

Al conocer el naciente proyecto, una entusiasta docente, la Maestra Silvia Contreras Bonilla se interesó por participar en éste aportando elementos muy valiosos que carecía el proyecto como la detección de problemas de aprendizaje reales en el aula que justifican el esfuerzo de desarrollar un programa de simulación, el diseño de dicho programa desde el punto de vista de las necesidades reales de información numérica, gráfica y física, los objetivos de aprendizaje, la supervisión continua del mismo desde el punto de vista didáctico, la prueba real en el aula con sus alumnos, detección de vicios ocultos y errores no percibidos en el momento de la programación. Sin embargo planteó algo que no se había contemplado, la necesidad de un orden en el desarrollo tendiente a cubrir las nociones importantes de una materia completa difíciles de explicar a través de los métodos tradicionales.

La aportación de la Maestra Contreras Bonilla aterrizó el proyecto en bases reales y puso un rumbo claro al trabajo del laboratorio. Un esfuerzo adicional consistió en realizar el trabajo de trasladar y conectar un cañón y una computadora cada vez que presentaba alguno de los programas.

6.3 EL AULA MINERVA O AULA DE SIMULACIÓN

Casualmente la universidad en ese tiempo promovió un cambio en el modelo académico y educativo denominado Modelo Universitario Minerva. Cuando el Modelo Educativo se implantó el proyecto materia de esta tesis ya iba sumamente avanzado, cosa que las autoridades universitarias reconocieron y determinaron el establecimiento del Aula Minerva en la Facultad de Ingeniería que en seguida se describe.

Contando con estas herramientas de apoyo didáctico, lo siguiente es definir la forma de utilizarlas. Los programas desarrollados no están diseñados para utilizarse en forma individual en un laboratorio con múltiples equipos de cómputo, sino en un aula normal a la que se dote de dos equipos fijos: una computadora en la que están instalados los programas y un cañón.

Es necesario distinguir el concepto de Aula de Simulación de otros modelos.

6.3.1 Lo que no es el Aula de Simulación:

- Un aula multimedia donde se ofrecen diversos recursos para presentar información con medios visuales y sonoros y con ayuda de programas que facilitan la presentación de textos e imágenes.
- Un aula virtual donde se puede conectar con un expositor remoto e interactuar con él, inquirendole sobre cualquier aspecto de su tema.

6.3.2 Lo que sí es el Aula de Simulación:

- Un espacio donde un grupo, con asesoría del profesor, explora conceptos, sistemas y fenómenos a través de simuladores que permiten manipular libremente diversas variables, ver la respuesta de manera numérica, gráfica y física, discutir en clase los resultados, cambiarlos, elaborar hipótesis y probarlas de manera inmediata.

Según esto, el profesor imparte su clase normalmente, y llegado el momento que estime apropiado, después de enseñar algún concepto y tal vez su método de resolución sobre un problema, muestra a los alumnos el simulador que corresponde al tema que acaba de presentar y los alumnos plantean el problema, con la diferencia de que ahora la variación de los datos puede arrojar resultados inmediatos de manera numérica, gráfica y física.



6.4 EL GRUPO DE ALUMNOS DESARROLLADORES

Uno de los aspectos centrales de este proyecto fue la incorporación de estudiantes al proyecto lo cual incrementa el valor del mismo.

Los candidatos más idóneos para ser incorporados al proyecto, son aquellos quienes ya cursaron la asignatura de Informática y Programación, están cursando Métodos Numéricos, en muchos casos también Cinemática y manifiestan gran interés por profundizar en la técnica de graficación dinámica con animación simultánea, que les ha sido expuesta en clase por su profesor, Coordinador de Laboratorio de Tecnología e Investigación.

Poco antes de concluir el cuatrimestre, dedica algunas sesiones a mostrarles algunos de los modelos elaborados en la Facultad, que utiliza como herramientas de apoyo didáctico la profesora de Cinemática en el Aula Minerva, se les expone cómo puede integrarse un alumno al equipo y beneficiarse de la adquisición de conocimientos más avanzados. Luego se les invita a participar en el próximo curso de capacitación avanzada.

La experiencia que se tiene es que en cada nuevo grupo se inscriben entre 10 y 15 alumnos y al final queda un conjunto de alrededor de 5 alumnos con un alto grado de interés y disciplina, quienes se incorporan al grupo.

6.4.1 Aprender a usar y aprender a hacer

“Aprender a Usar” la tecnología existente es fundamental, sobre todo cuando ésta constituye un estándar en la industria, para esto las instituciones educativas superiores realizan fuertes inversiones tanto en equipos como en programas y capacitación a fin de que sus alumnos puedan acceder a ella. En el rubro específico de Software, existen programas que se han convertido en imprescindibles, continuamente son actualizados por sus fabricantes y su conocimiento es indispensable.

Por otro lado, las universidades como instituciones formadoras no deben renunciar a inducir a sus alumnos a “Aprender a Hacer”, o sea a conocer cómo se diseña y fabrica un nuevo producto, ya que esto despierta el espíritu de investigación y crea la confianza de que existen muchas cosas que pueden hacerse en el país inclusive con mejores características funcionales que las que vienen del extranjero y sobre todo a las necesidades propias; por tanto no debemos pensar que estamos condenados al subdesarrollo y la dependencia tecnológica.

Si existiera duda sobre los resultados a que podemos aspirar, se puede responder con egresados que ya están aplicando en las empresas en que trabajan este tipo de conocimientos y han sido mejor valorados, más aun, existen egresados de esta Facultad que se han convertido en desarrolladores independientes de software que lo venden en el país y en el extranjero.

6.4.2 Competencias

La integración de los alumnos que participan en este proyecto, requieren cubrir un conjunto de habilidades, conocimientos y actitudes, en seguida se mencionan las competencias más importantes que desarrolla el Grupo de Alumnos Desarrolladores:

1. Pensamiento heurístico. Capacidad de análisis y resolución de problemas
2. Conocimientos sobre técnicas de graficación y movimiento de objetos
3. Capacidad de trabajo en equipo
4. Deseos de superación

6.4.3 Mis funciones dentro del Grupo de Alumnos Desarrolladores y el Laboratorio

Dentro de este equipo tuve la oportunidad de desarrollar distintos talentos que no sabía que los poseía, y mucho menos que los dominaba.

Uno de ellos, el que más me ayudó y al equipo en general fue el liderazgo que logré ejercer con mis compañeros. El rol que me tocó jugar durante mi estancia en el laboratorio fue el de dirigir a los integrantes del grupo para lograr nuestros objetivos. Hablo de dirigirlos no sólo en cuestión de conocimiento técnico sino además procuraba conservar un buen ambiente de trabajo, haciéndoles saber el importante trabajo que cada uno de ellos aportaba a los proyectos que desarrollamos, dándoles dirección y apoyo en todo momento, sobre todo cuando nos tocaba trabajar solos; lo cual puedo decir fue una de las más memorables y enriquecedoras experiencias, pues ver como fuimos avanzando cada vez más, resolviendo y enfrentando problemas nosotros solos fue algo que me dejó mucho conocimiento sólido, pues ahí se reflejaba perfectamente todo aquello en lo que sustentamos este proyecto.

Nada más fuerte para dejar conocimiento robusto que la experiencia misma, explorando todas aquellas cosas posibles y aparentemente imposibles, ya que durante mi estancia en el laboratorio hicimos muchas cosas “atrevidas” siempre nos poníamos retos cada vez más altos.

Recuerdo un período de vacaciones que nos lo pasamos completo en el laboratorio pues teníamos un compromiso con el proyecto de INSA-UTFPRN, del que se hablará más adelante con detalle.

Pero fueron esas experiencias las que hicieron que este equipo, además de armonizar bien como fuerza de trabajo, también construir un ambiente muy amistoso que me atrevería a decir que nos consideramos como una familia; esto, creo yo, fue una de las claves del éxito que tuvimos en cada tarea que realizábamos, siempre juntos y con la mejor actitud. Sin duda todo lo que logramos, fue gracias al coordinador de este Laboratorio y la maestra colaboradora pues como muy pocos docentes ofreció siempre su ayuda, conocimiento, tiempo y apoyo en cualquier momento y sin condición alguna. Siempre lo dije, se requiere más de ese tipo de personas en este mundo, ellos nos hicieron crecer.

6.4.4 Nuestra experiencia

Quienes hemos transitado por el Grupo de Alumnos desarrolladores guardamos los recuerdos más satisfactorios. Consideramos a ésta como una de las etapas más bonitas e interesantes de nuestra vida. El compromiso que hicimos en el 2º o 3er cuatrimestre fue de 6 meses. Todos, permanecemos por voluntad propia por el resto de la carrera.

Las vivencias que tuve durante mi permanencia en el Grupo son inolvidables. En especial por el grupo tan bonito y unido que logramos formar, por la estimación tan alta de nuestros profesores guía y por haber participado en proyectos internacionales importantes para la universidad y para la Facultad lo cual me llevó a ser seleccionada para realizar una maestría en el extranjero, paso que pronto iniciaré.

Como dice mi Profe César: “Cada final es un nuevo principio”.



Alumnos desarrolladores elaborando el modelo de Rotación

6.5 EL CUERPO ACADÉMICO INNOVACIÓN EDUCATIVA EN INGENIERÍA

Algo que dio solidez institucional al proyecto, fue la integración de todas las personas y partes integradas al proyecto, en torno al Cuerpo Académico denominado Innovación Educativa en Ingeniería. Este Conjunto está conformado por dos grupos:

6.5.1 Los miembros del Cuerpo Académico:

1. Dr. César Pérez Córdova
2. Maestra Silvia Contreras Bonilla
3. Maestro José Luis Macías Ponce

Vale la pena hacer mención de las aportaciones e inyección de estímulos que ha venido a dar la incorporación del Maestro José Luis Macías Ponce a este proyecto. El Maestro Macías ha favorecido la integridad de los diseños y mejor aplicación de la pedagogía gracias a su gran experiencia docente.

6.5.2 El Grupo de Alumnos Desarrolladores

Dalia Hernández Serrano	200914863	Ing. Industrial
Miguel Ángel García Hernández	200934317	Ing. Industrial
Marilyn Cristal Fórtiz Téllez	201113993	Ing. Industrial
Alejandra Espinoza Cid	200916296	Ing. Industrial
Magda Selene Hernández Figueroa	201104216	Ing. Industrial
Arturo Hernández Pérez	201127910	Ing. Industrial
Xóchitl Pérez Corte	200912017	Ing. Industrial
Yessenia Gutiérrez Tirado	200930771	Ing. Industrial
Ivonne Tapia Barrera	201129310	Ing. Industrial
Itzel Anahí Contreras Carballo	201110025	Ing. Mecánica y Eléctrica



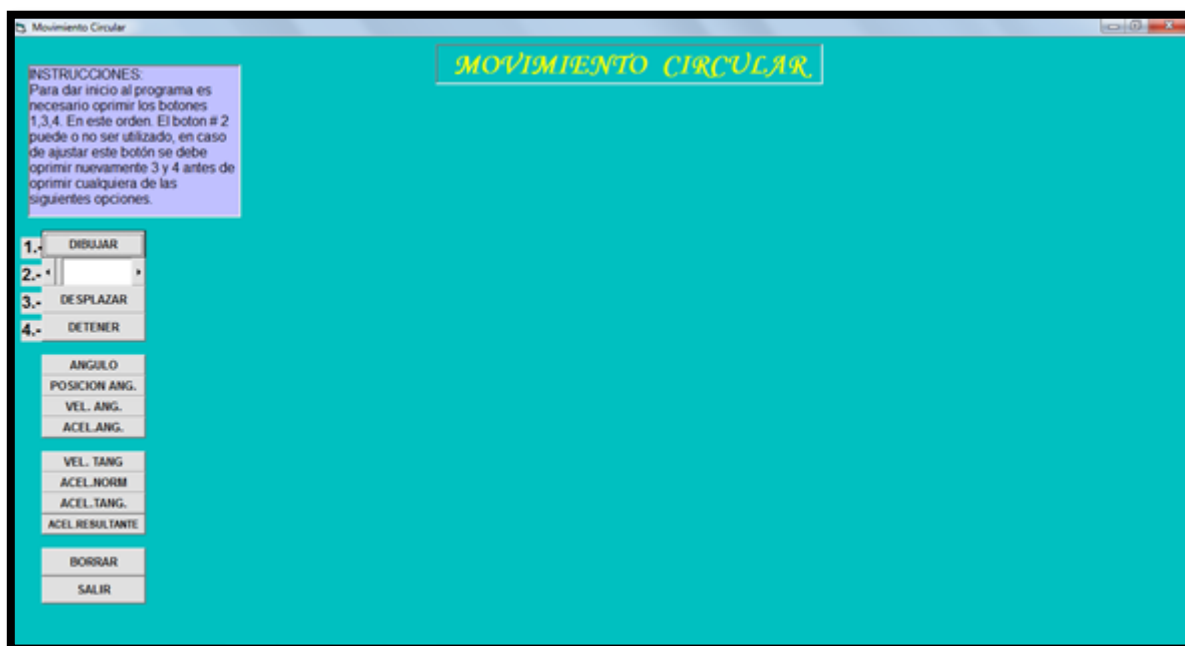
7. CAPITULO 4. MUESTRA DE MODELOS DESARROLLADOS

Durante mi estancia en el laboratorio desarrollamos un numeroso conjunto de simuladores de apoyo didáctico al aprendizaje de matemáticas y física. En seguida se muestran algunos de ellos con una explicación de su manejo y funcionamiento.

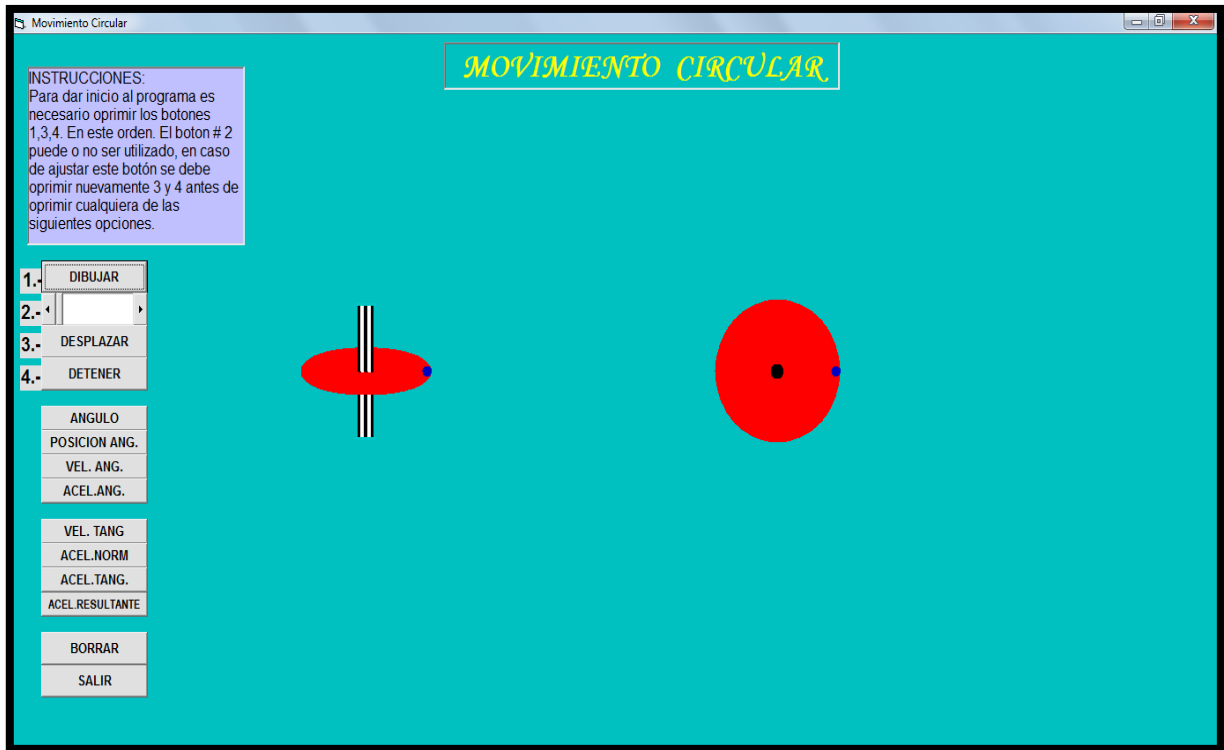
7.1 MODELO DE ROTACIÓN

Este modelo muestra el fenómeno denominado movimiento circular (también llamado movimiento circunferencial) que se basa en un eje de giro y radio constante, por lo cual la trayectoria es una circunferencia. Si además, la velocidad de giro es constante (giro ondulatorio), se produce el movimiento circular uniforme, que es un caso particular de movimiento circular, con radio y centro fijos y velocidad angular constante.

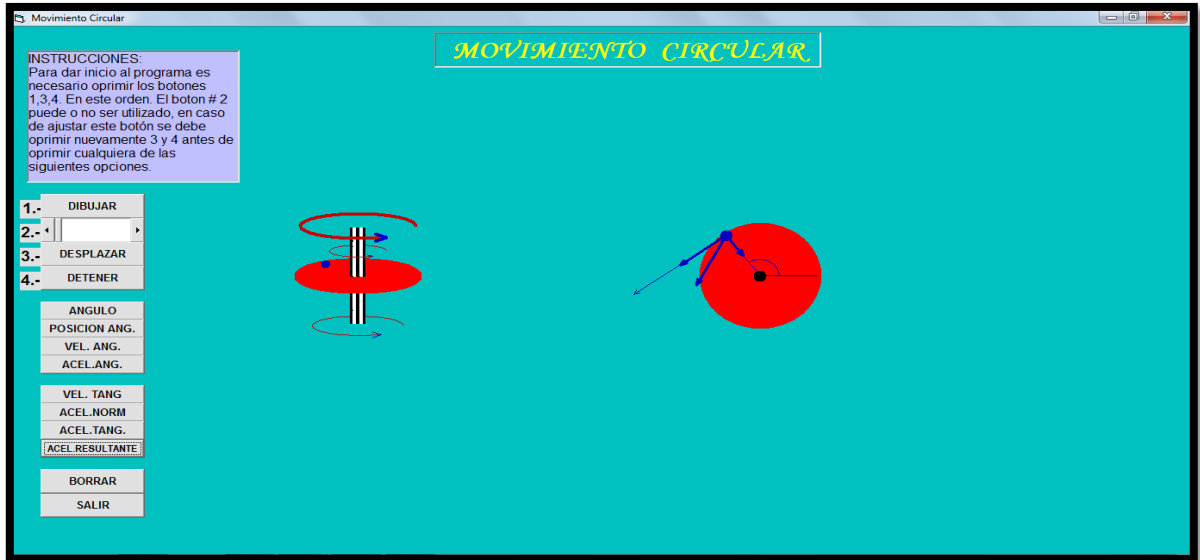
A continuación se muestran algunas pantallas del modelo desarrollado:



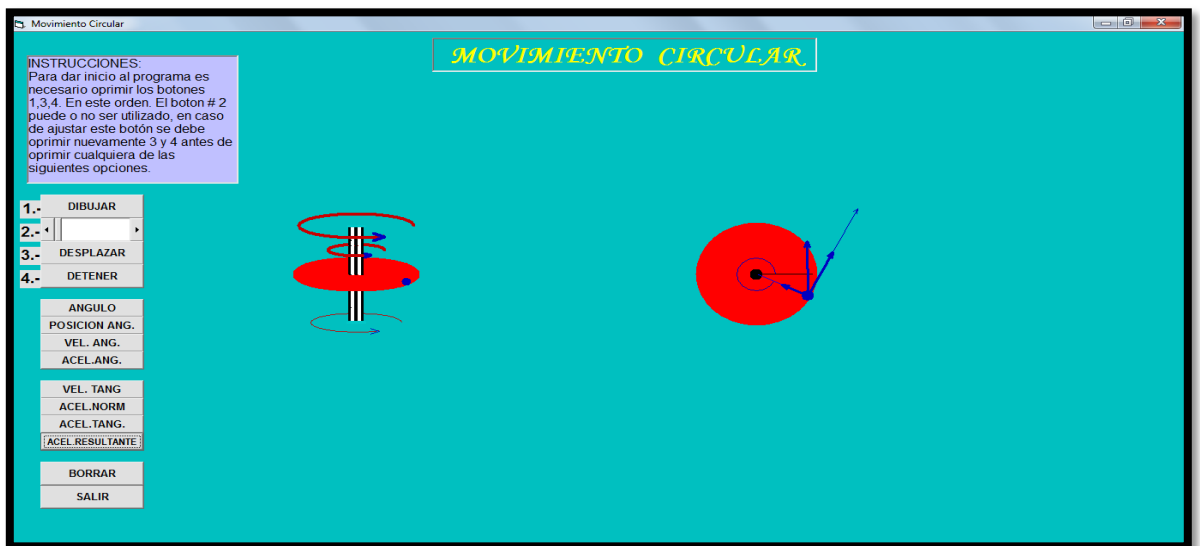
Aquí se muestra la pantalla de inicio del programa, donde se observan las instrucciones para usarlo y los botones que controlan cada una de las funciones programadas para este modelo.



Al seleccionar <DIBUJAR> se muestra del lado derecho una vista superior y del izquierdo una lateral para apreciar mejor el movimiento de la partícula. En la parte inferior se encuentra un Scroll que sirve para cambiar el centro de nuestros dibujos; así este programa puede ser ejecutado en cualquier monitor sin importar su resolución. Una vez dibujados los elementos, con un clic en <DESPLAZAR> se inicia el movimiento del plato rojo. Se puede <DETENER> y reanudar el proceso cualquier número de veces.



Abajo de estos botones se encuentran otros botones que muestran información adicional como: el ángulo, la posición angular, la velocidad angular, la aceleración angular, la velocidad tangencial, la aceleración normal, la aceleración tangencial y la aceleración resultante.



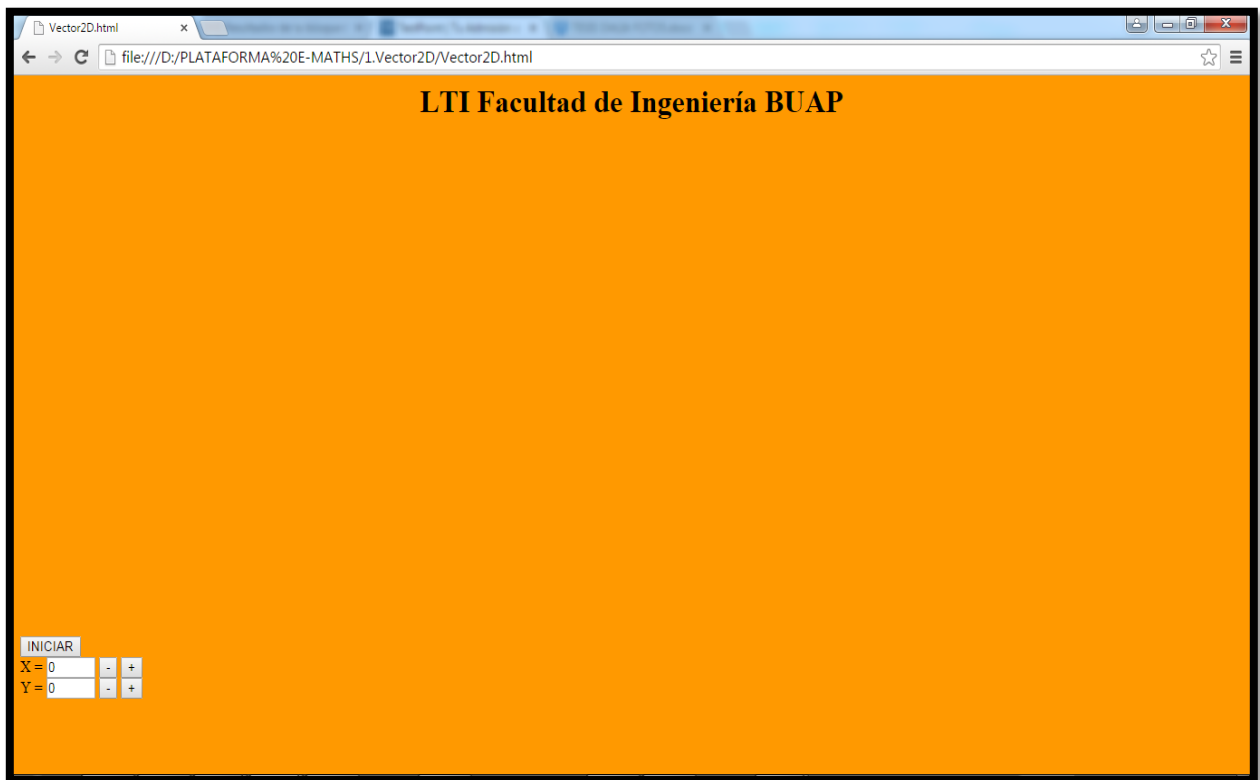
Además hay dos botones adicionales, uno para <BORRAR> los datos e iniciar de nuevo, y otro para <SALIR> del programa.

De esta manera es posible analizar algunas características del movimiento circular con la ventaja de interactuar con el modelo y repetirlo cuantas veces se desee.

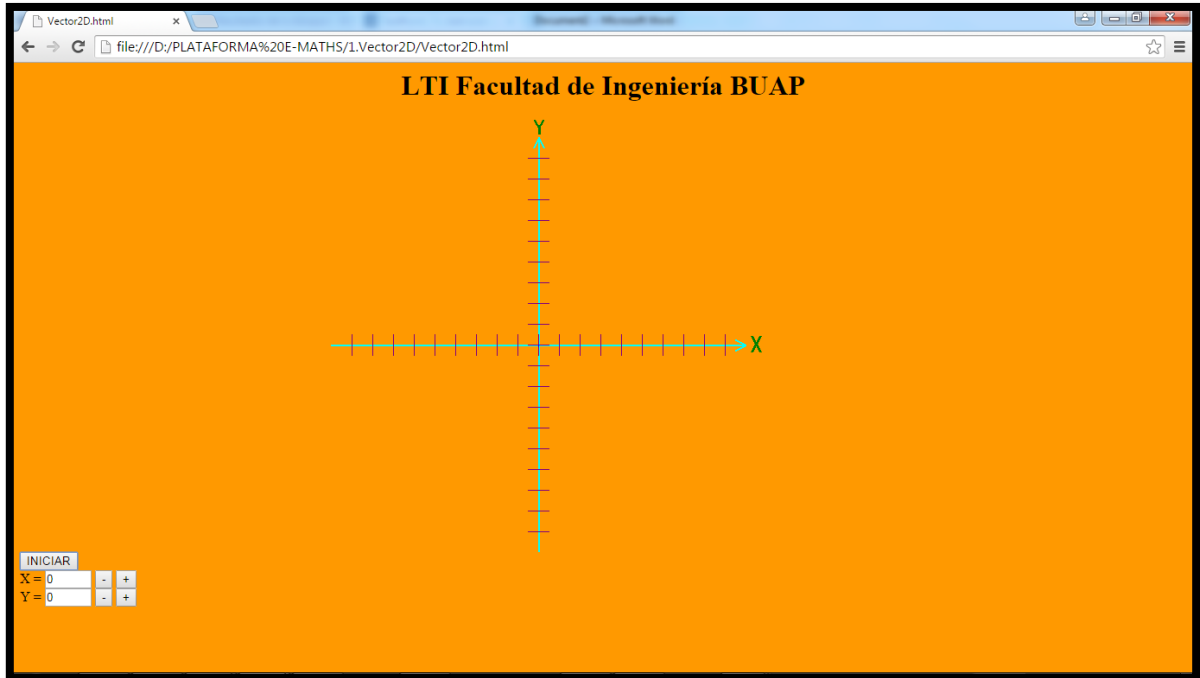
7.2 PROPIEDADES DE UN VECTOR

Para este modelo como para algunos otros mostrados más adelante se realizaron dos versiones, una en 2 Dimensiones y otra en 3 Dimensiones.

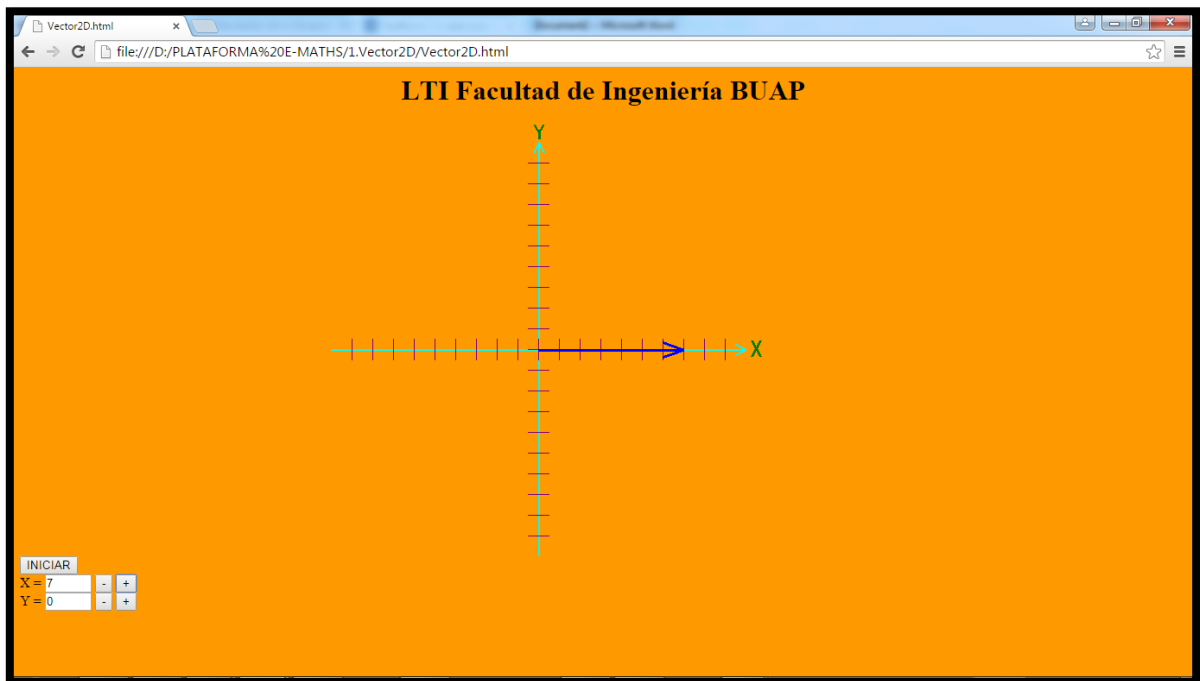
Este primer simulador dibuja un eje cartesiano, y sobre él un vector en las dimensiones deseadas de acuerdo al espacio bi o tri-dimensional. El alumno puede interactuar con el modelo y observar las propiedades del Vector.



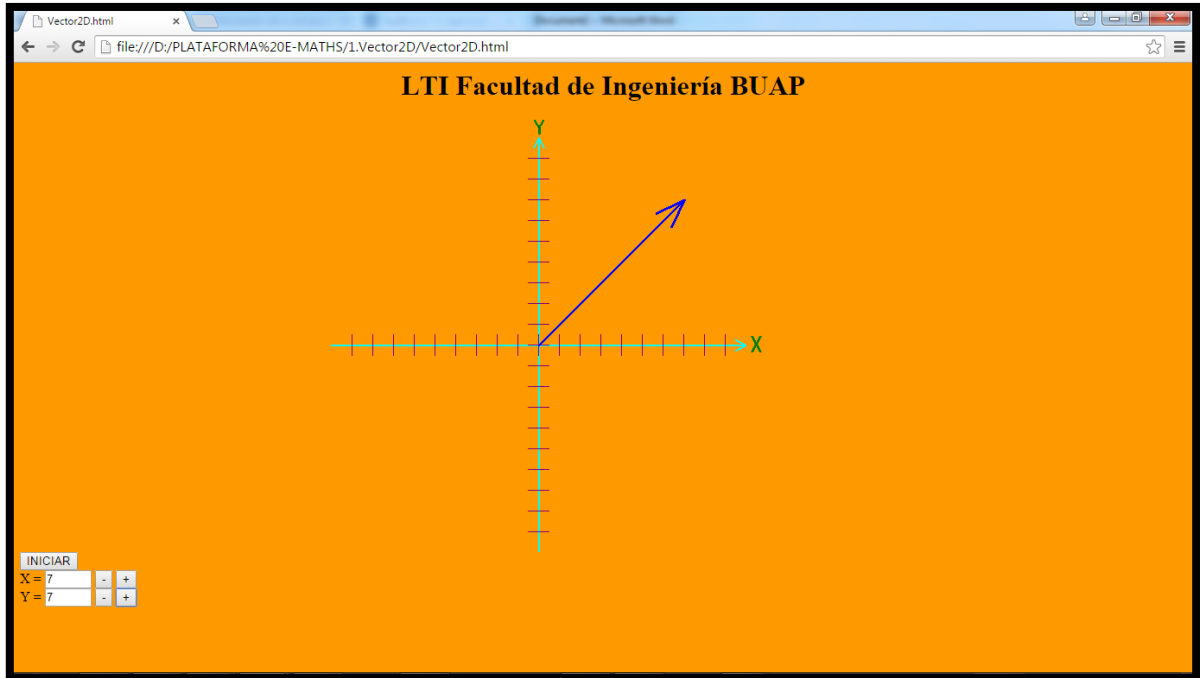
En la pantalla inicial se observan los botones con que se podrán manipular los valores del Vector.



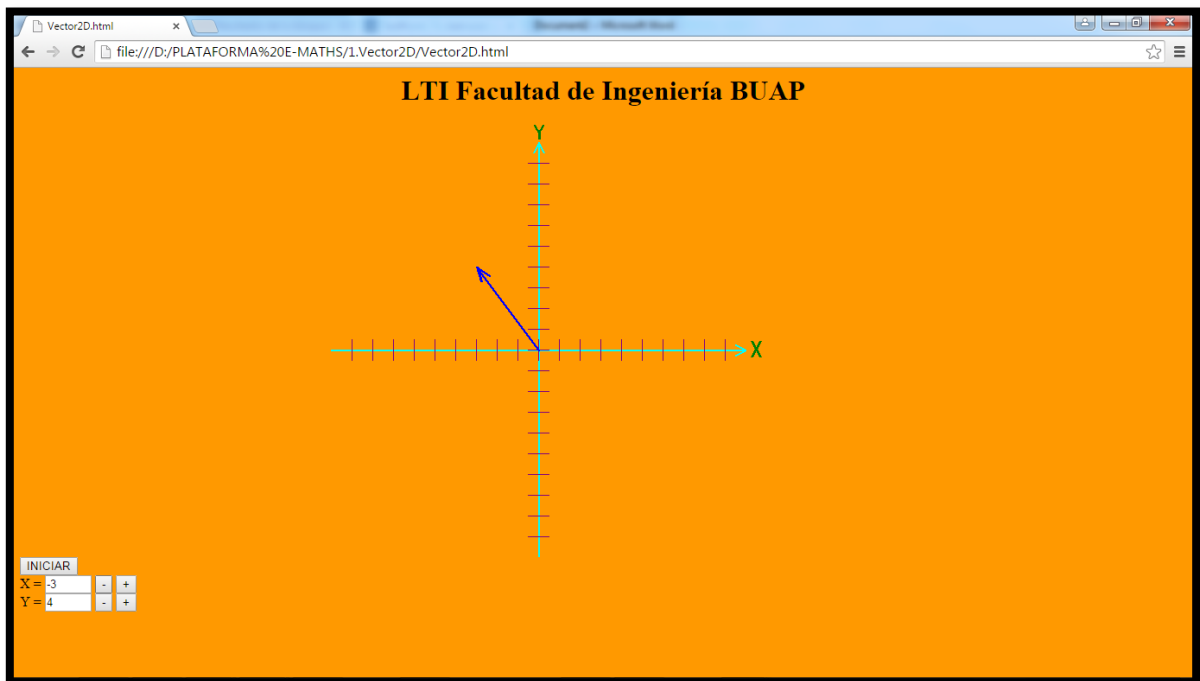
Al dar clic a <INICIAR> se dibuja el eje cartesiano en el centro de la pantalla.

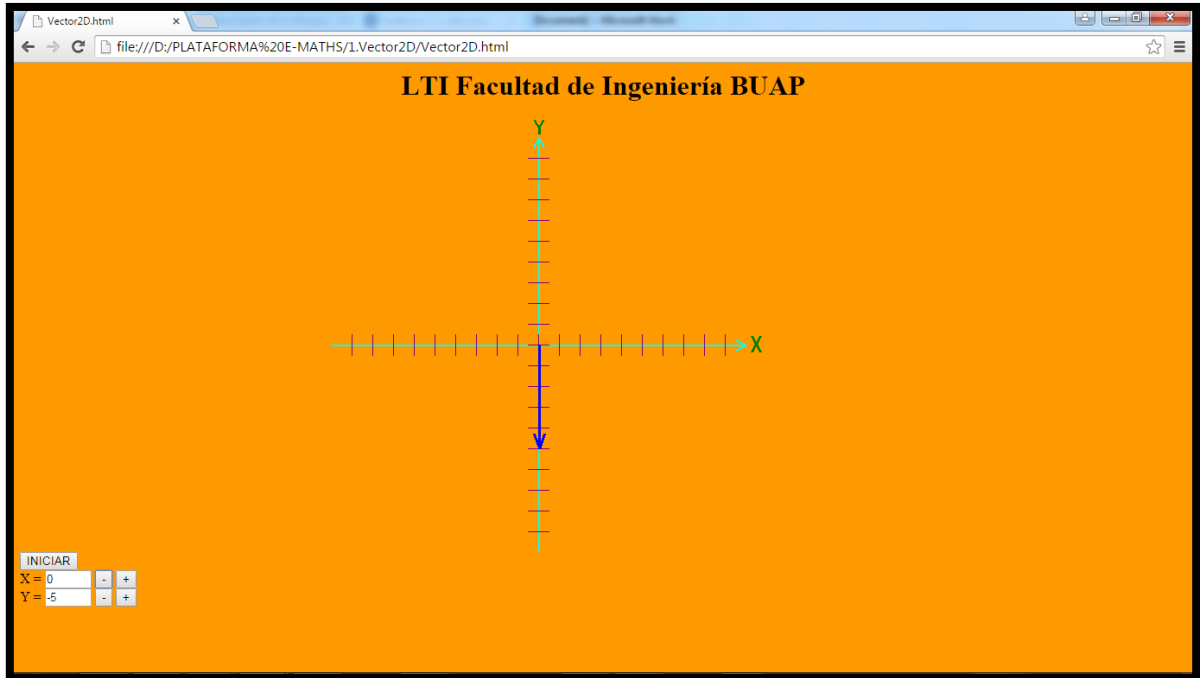


Con los botones + – se pueden modificar las dimensiones del vector sobre los ejes X y Y.



Con este sencillo programa se pueden analizar las características de un vector como: la dirección, la magnitud y sentido.

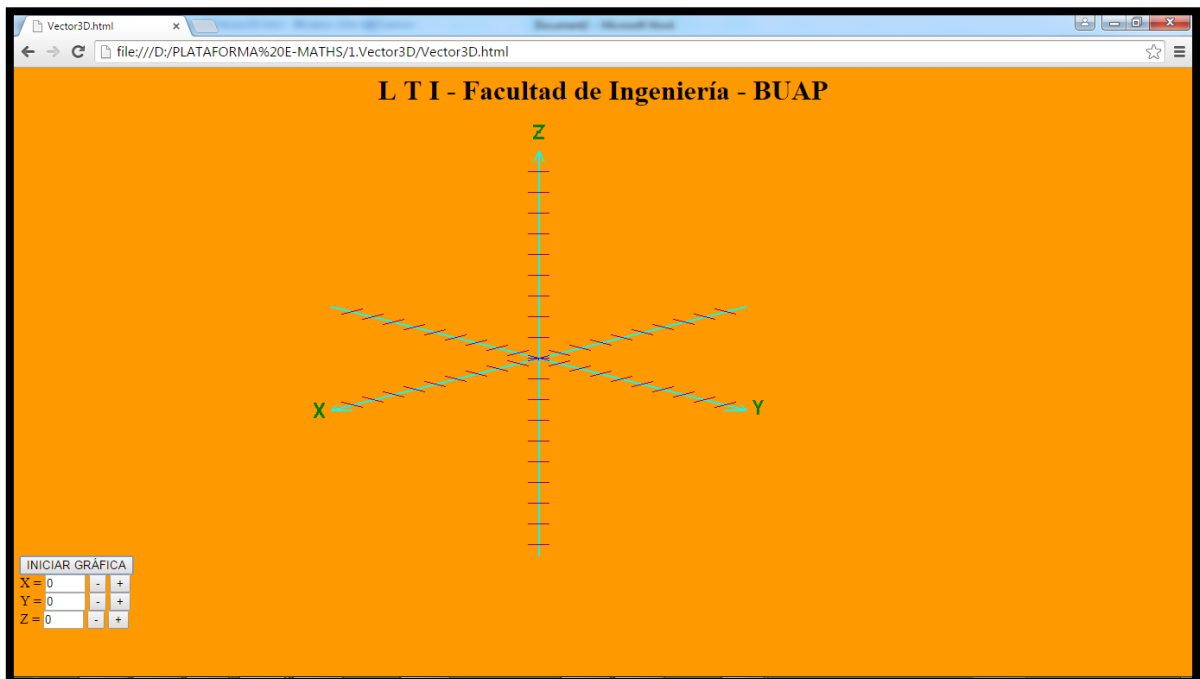




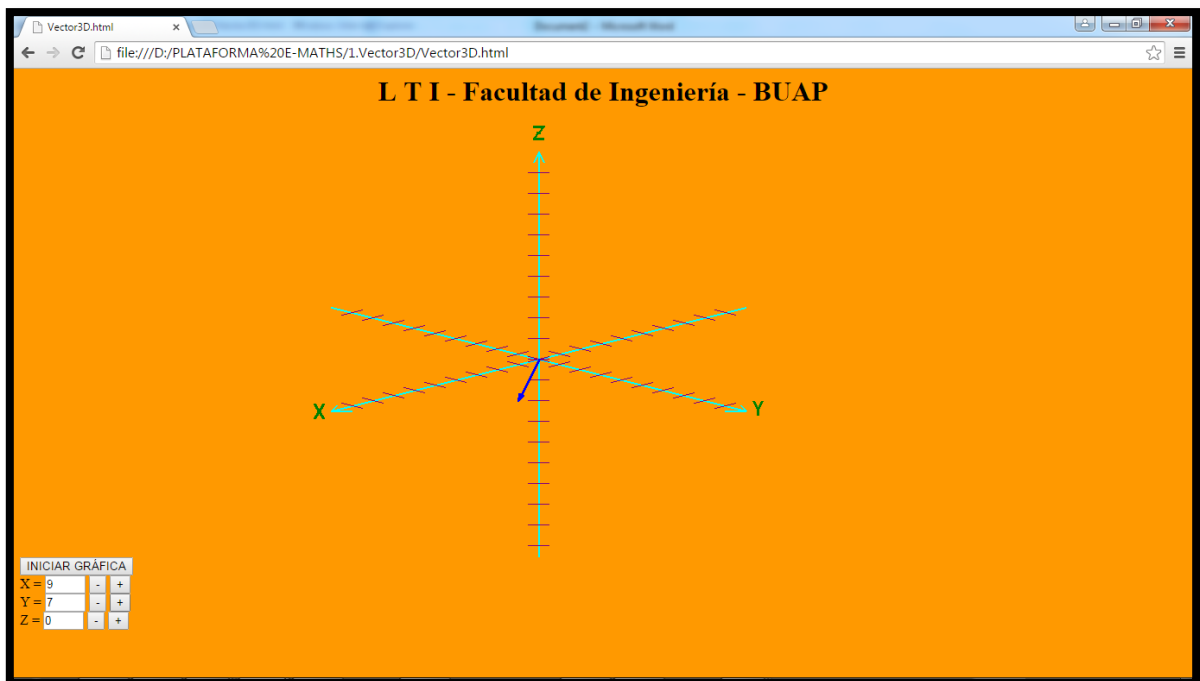
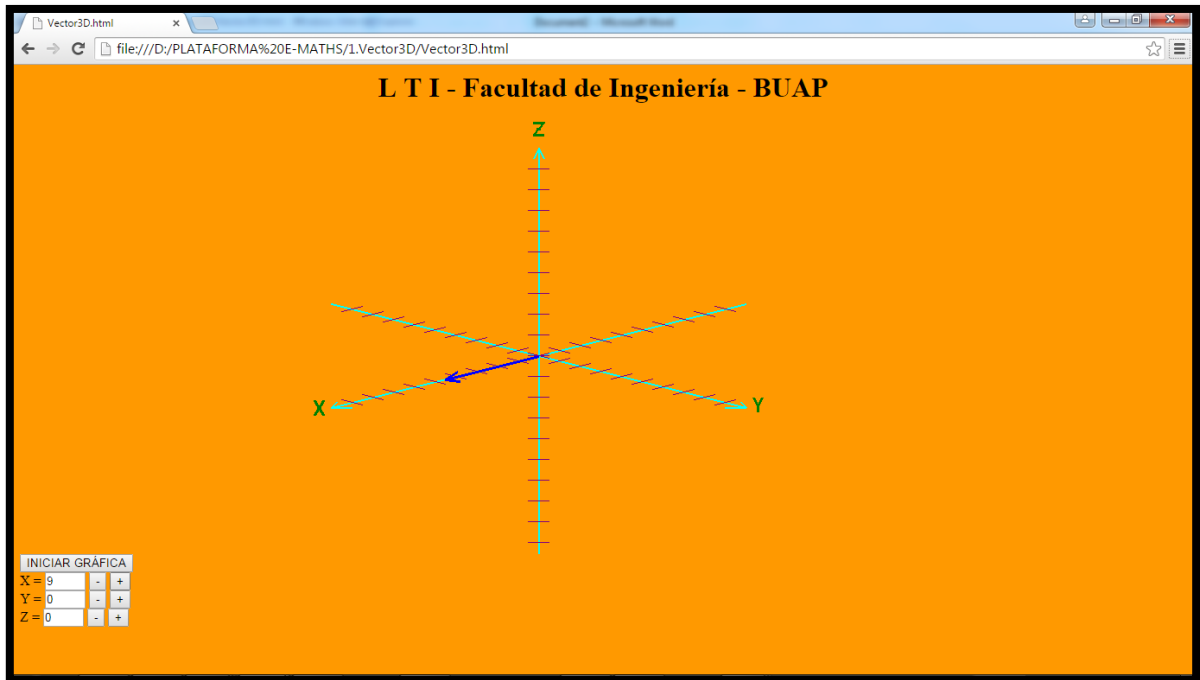
Ahora se muestra el mismo modelo en 3 Dimensiones con la adición del eje Z. La confusión que se presenta respecto a la visualización del octante en que se encuentra el vector, fue resuelto dibujando su sombra sobre el plano X,Y. Esta fue una idea original que aporta claridad al modelo.

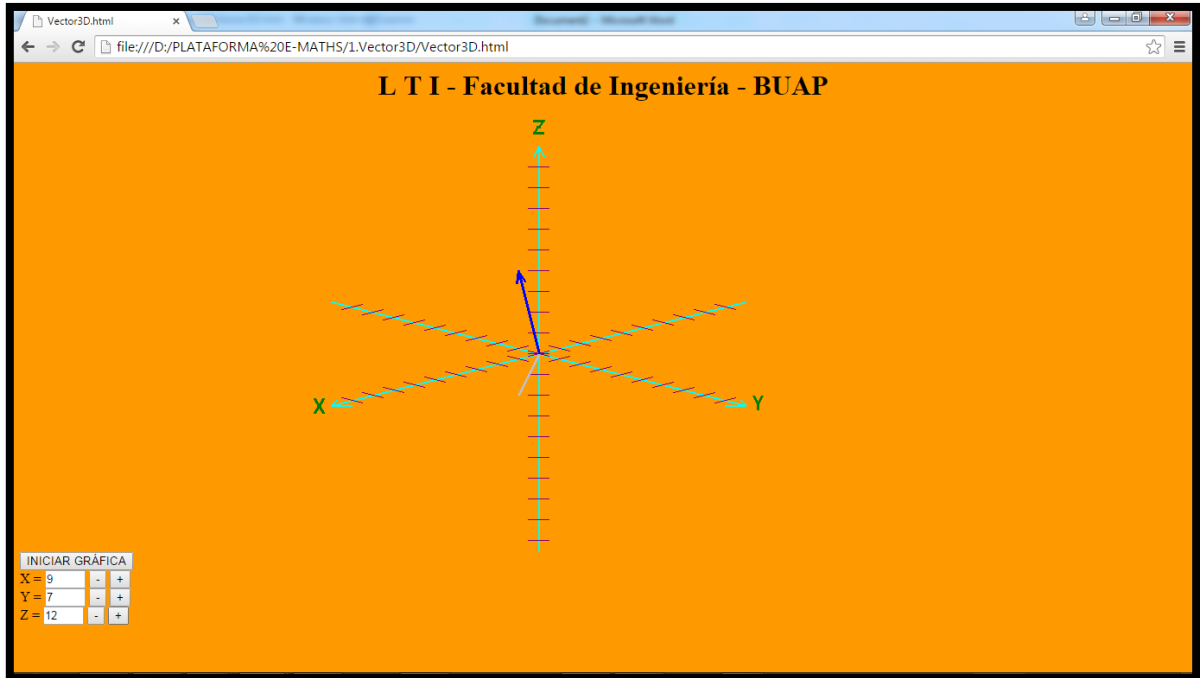


Esta es la pantalla de inicio del programa.

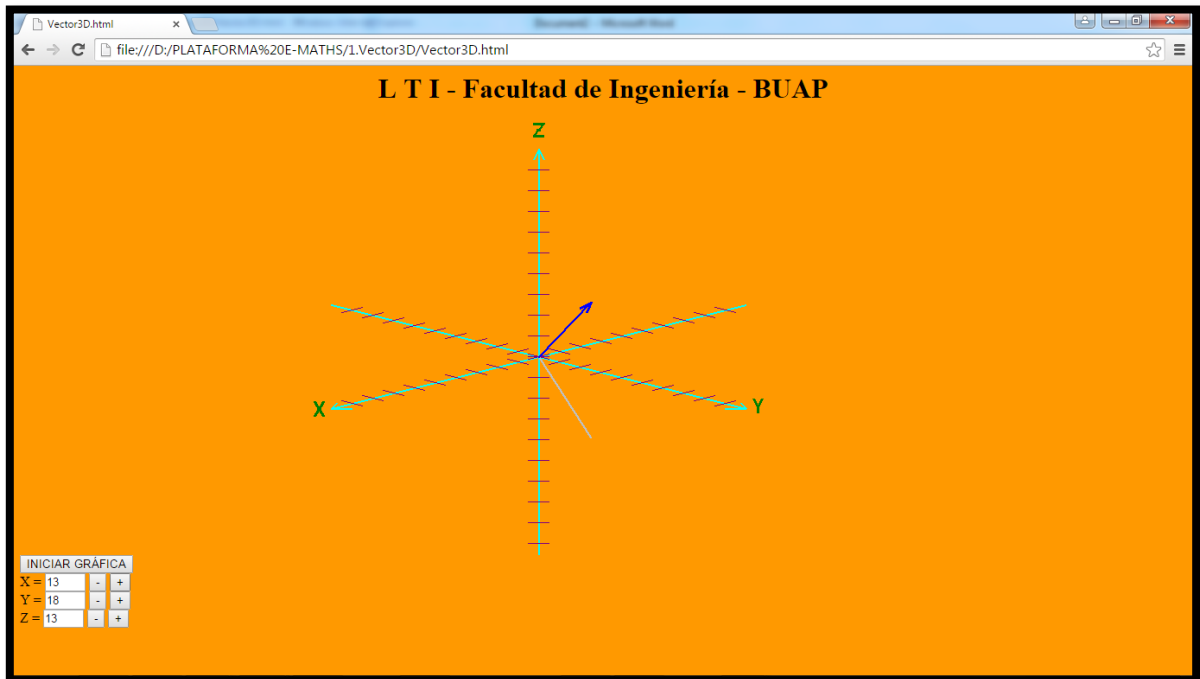


Al dar clic en <INICIAR GRÁFICA> se dibujan los ejes.



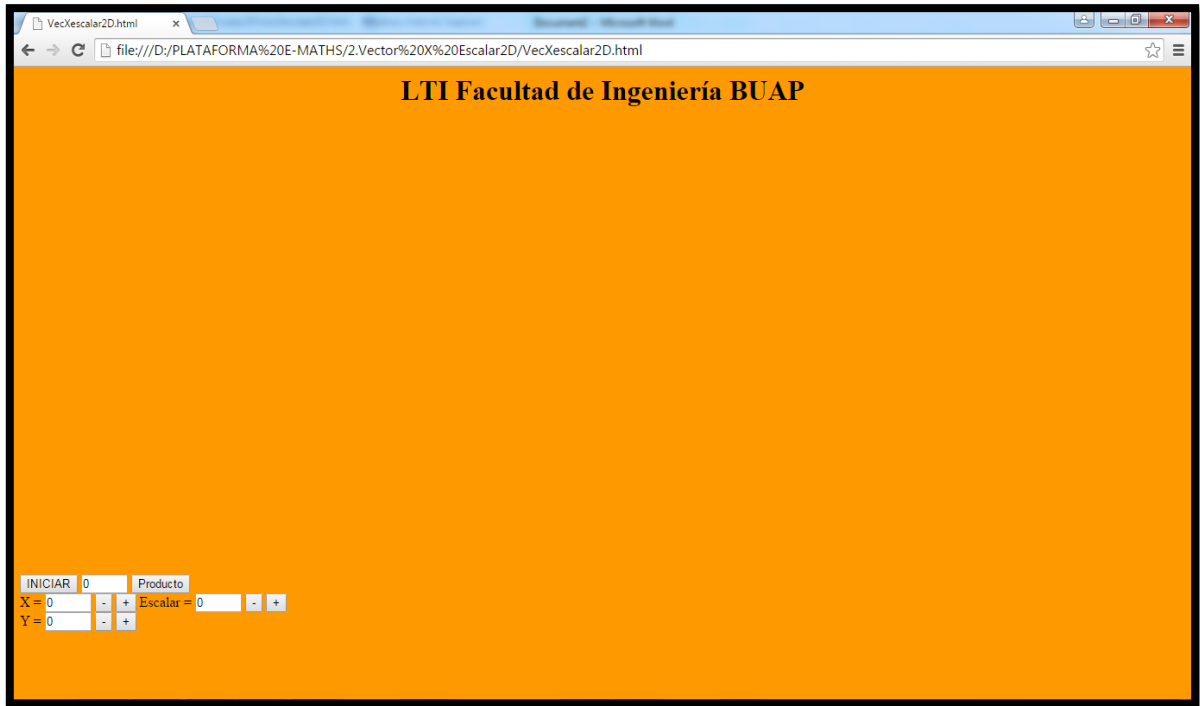


Obsérvese la sombra sobre el plano X,Y representada por la línea gris, que muestra el octante en que se encuentra el vector.

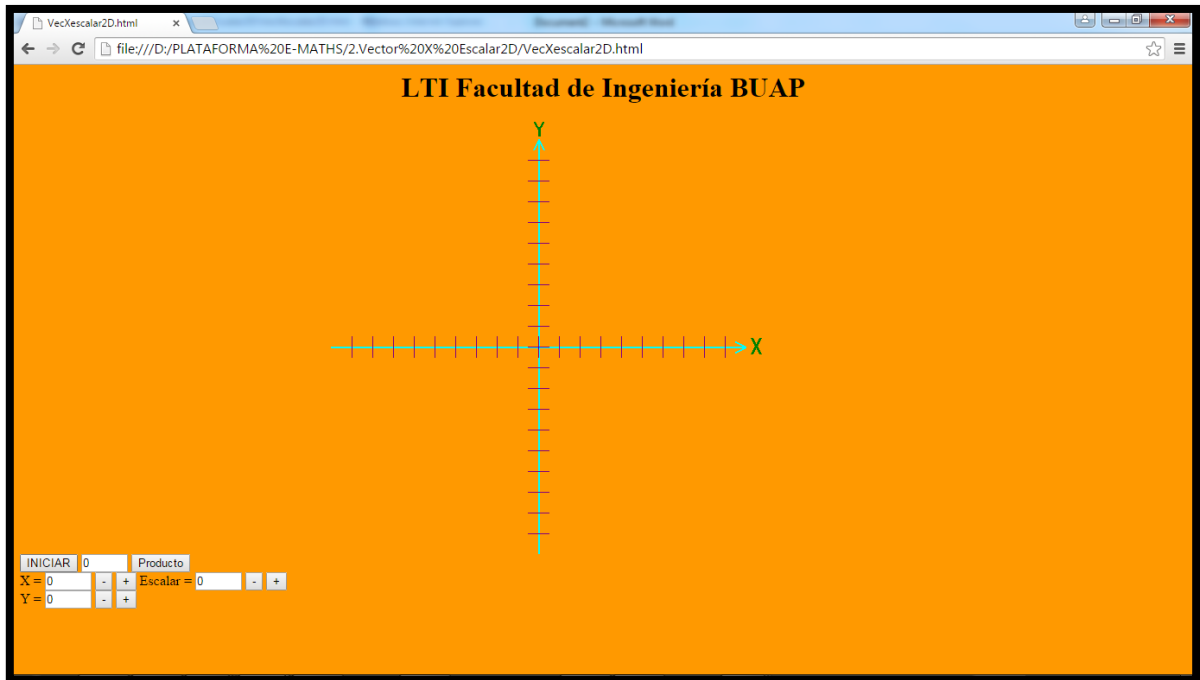


7.3 VECTOR POR ESCALAR

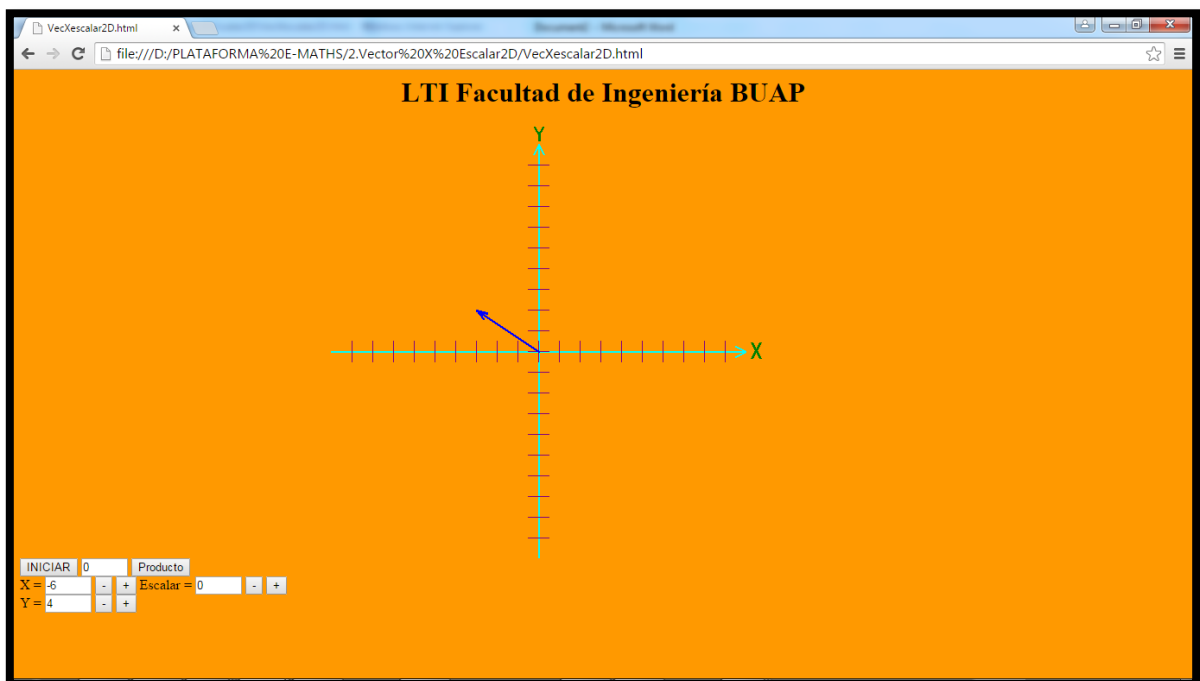
Este modelo también fue construido 2D y 3D. A continuación se muestra el programa en 2D:



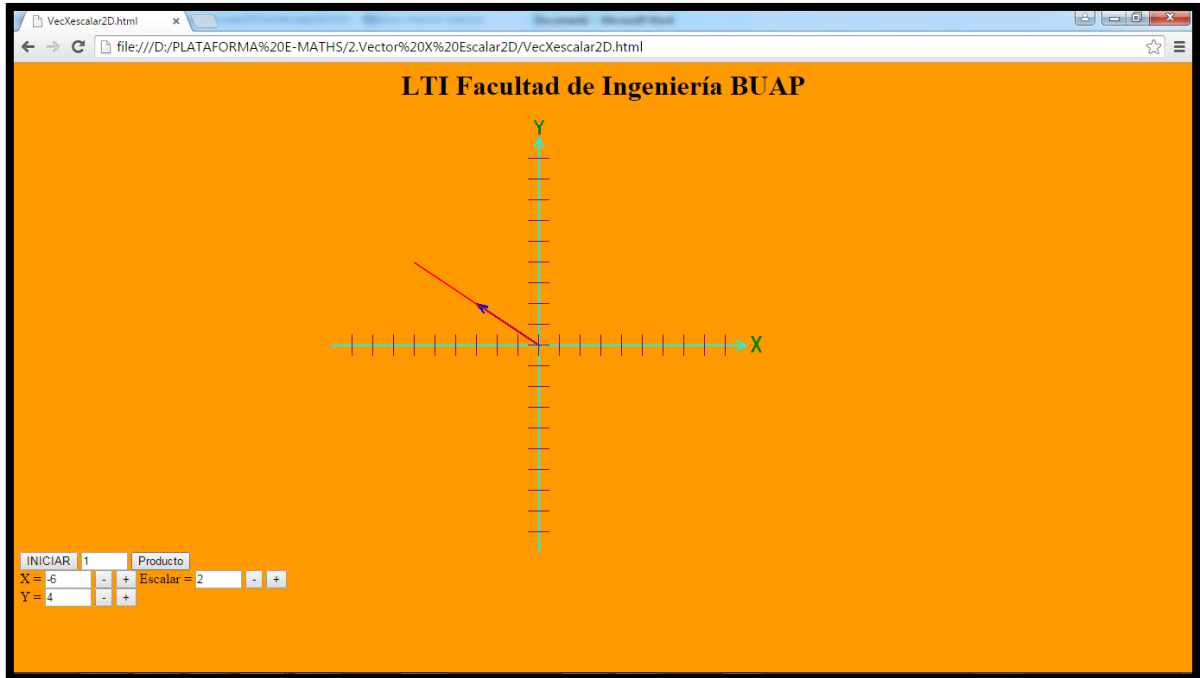
Esta es la pantalla de inicio.



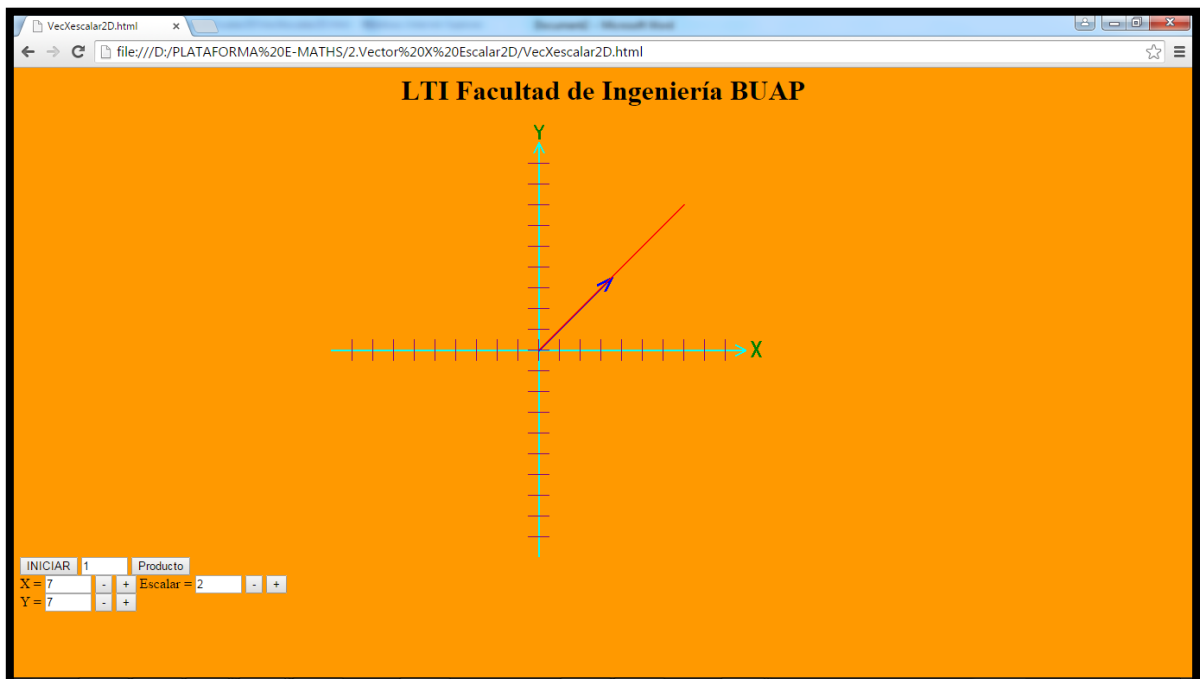
Al dar clic en <INICIAR> aparece el plano.

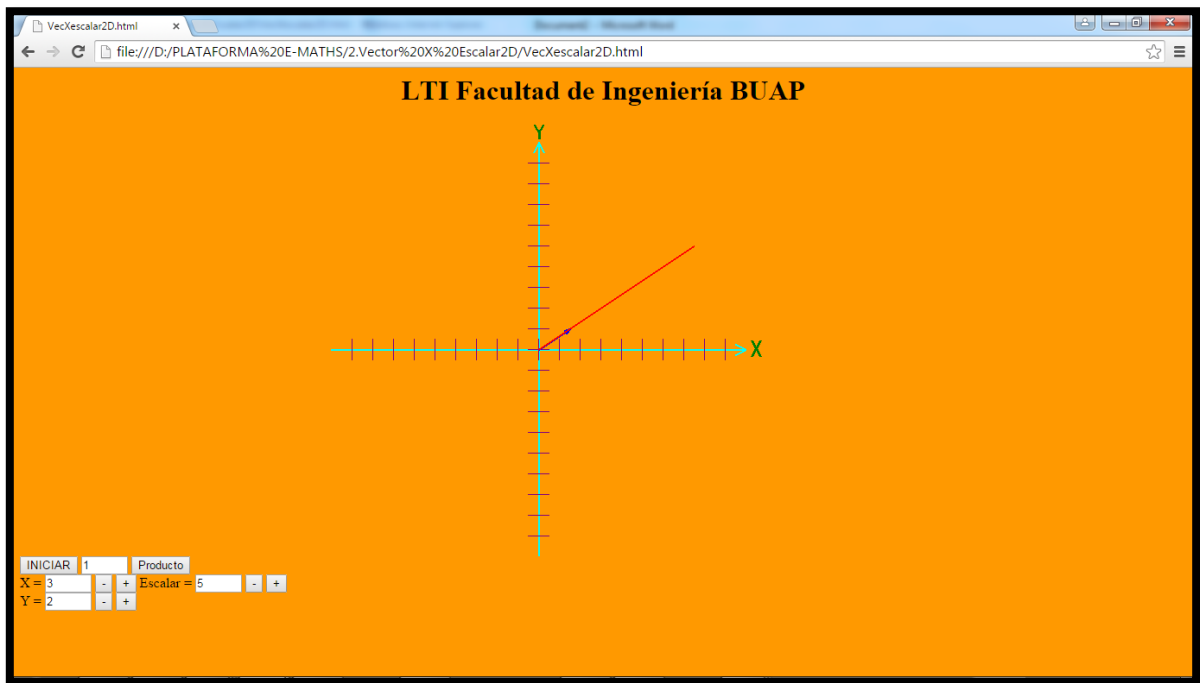


Ahora se dibuja el Vector como en el modelo anterior.



En la ventana Escalar, se proporciona el valor por el que se multiplica el vector. Al dar clic a <PRODUCTO> aparece, en color rojo, el Producto resultado de la multiplicación (Vector x Escalar).

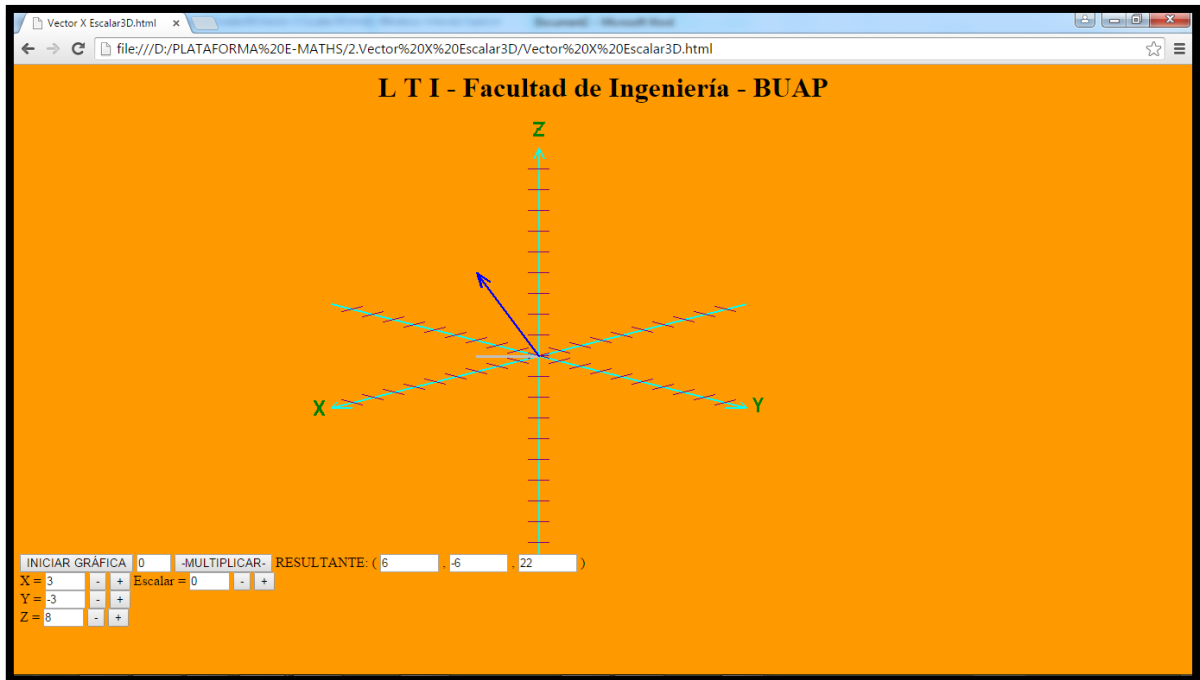




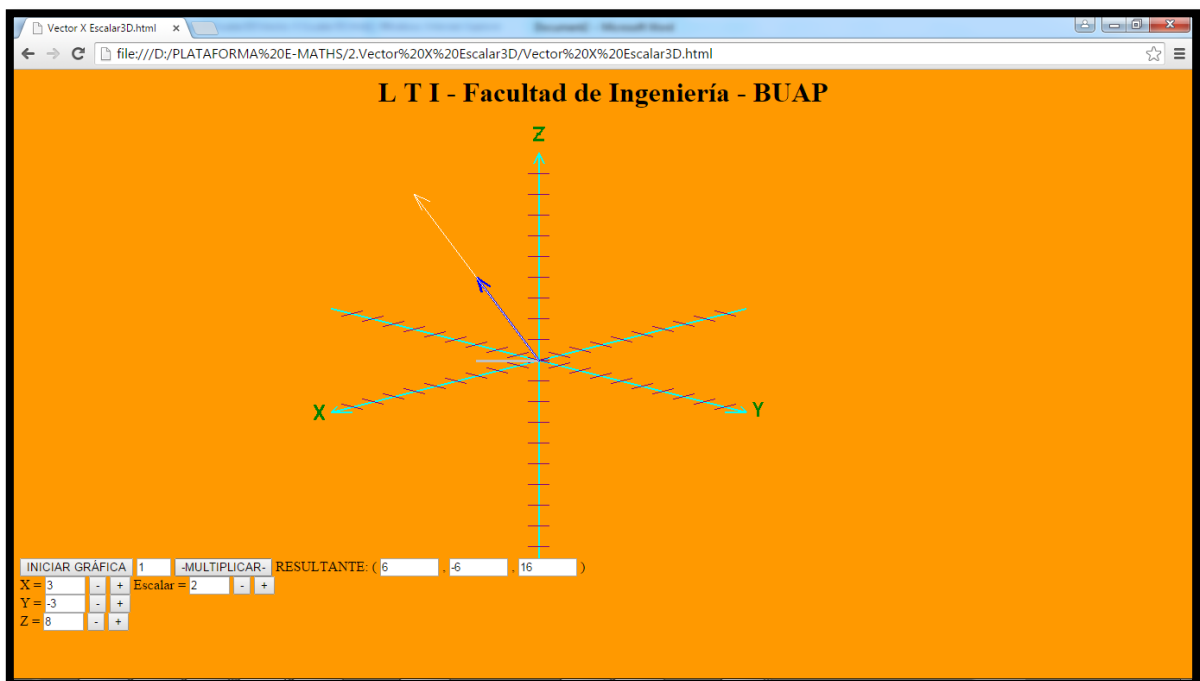
A continuación se muestra la versión en 3D:



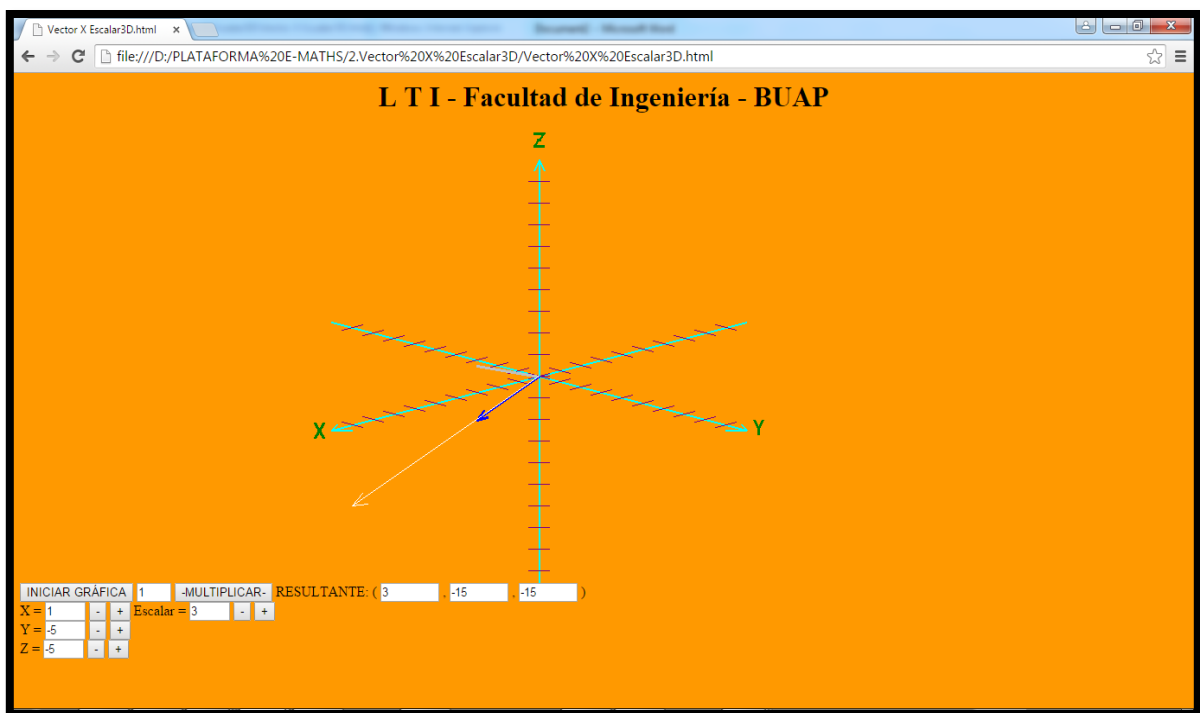
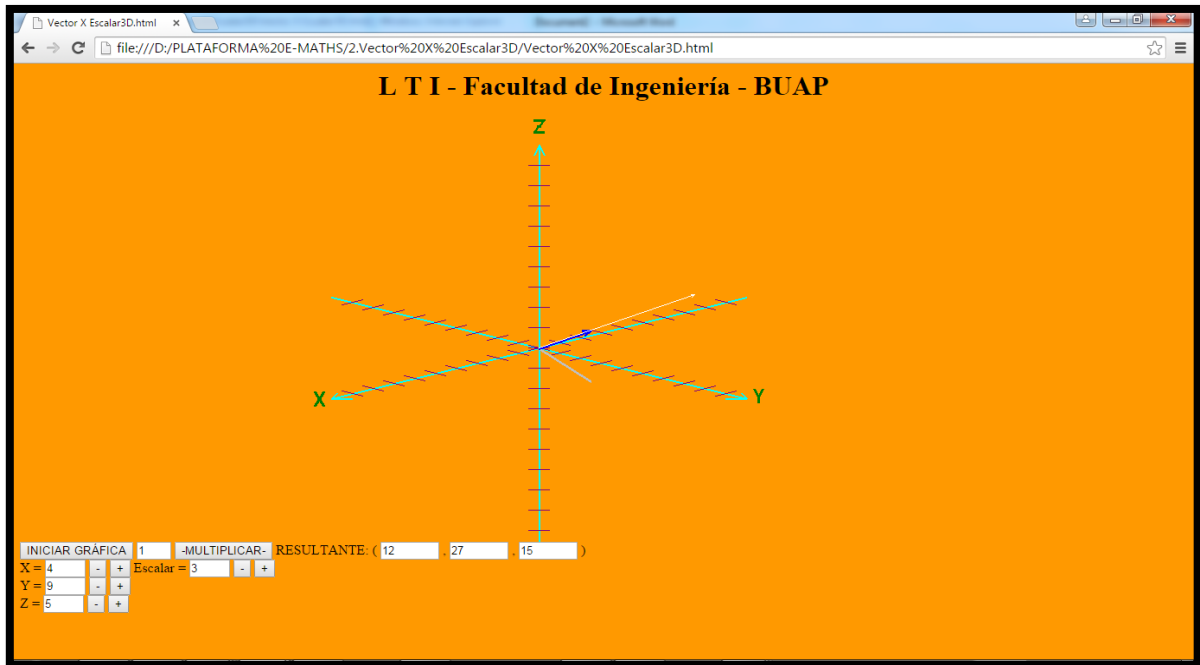
Pantalla inicial.



Se dibuja un Vector.



Se muestra el Vector con su sombra, y el Vector resultante de la Multiplicación en color blanco.

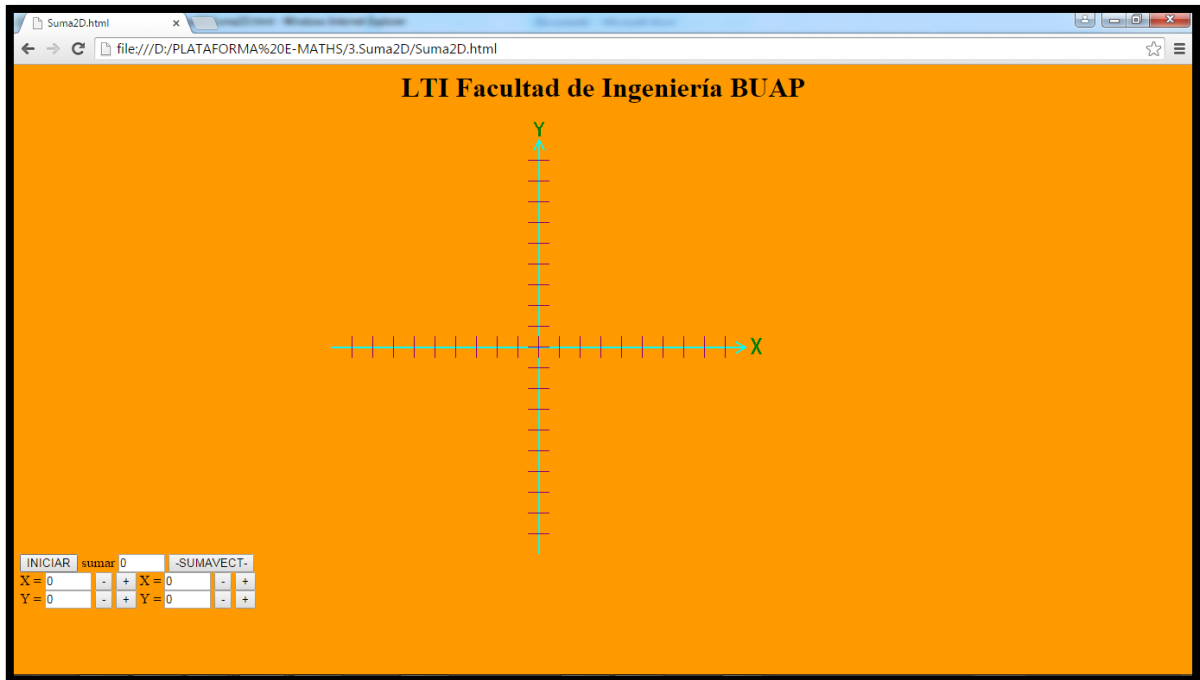


7.4 SUMA DE VECTORES

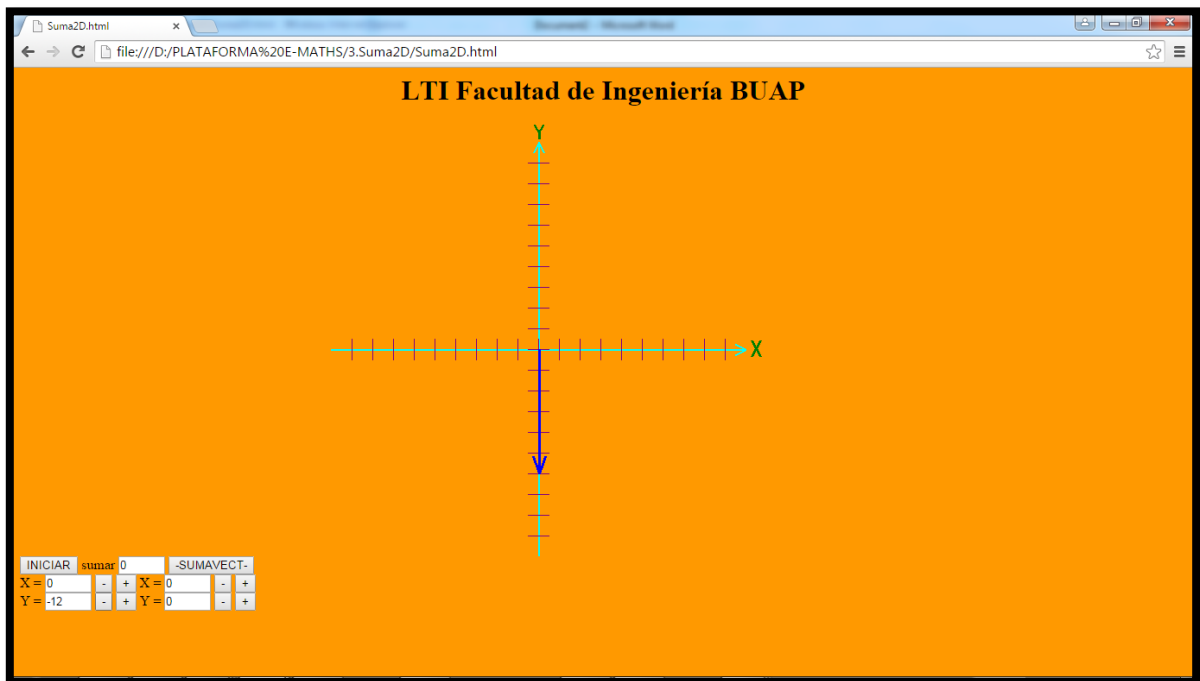
Un espacio vectorial es un conjunto no vacío V de objetos, llamados vectores, en el que están definidas dos operaciones, llamadas suma y multiplicación. En este simulador, el usuario podrá resolver un “n” números de sumas vectoriales en el espacio; al igual que en los anteriores se muestra el modelo en 2D y 3D.



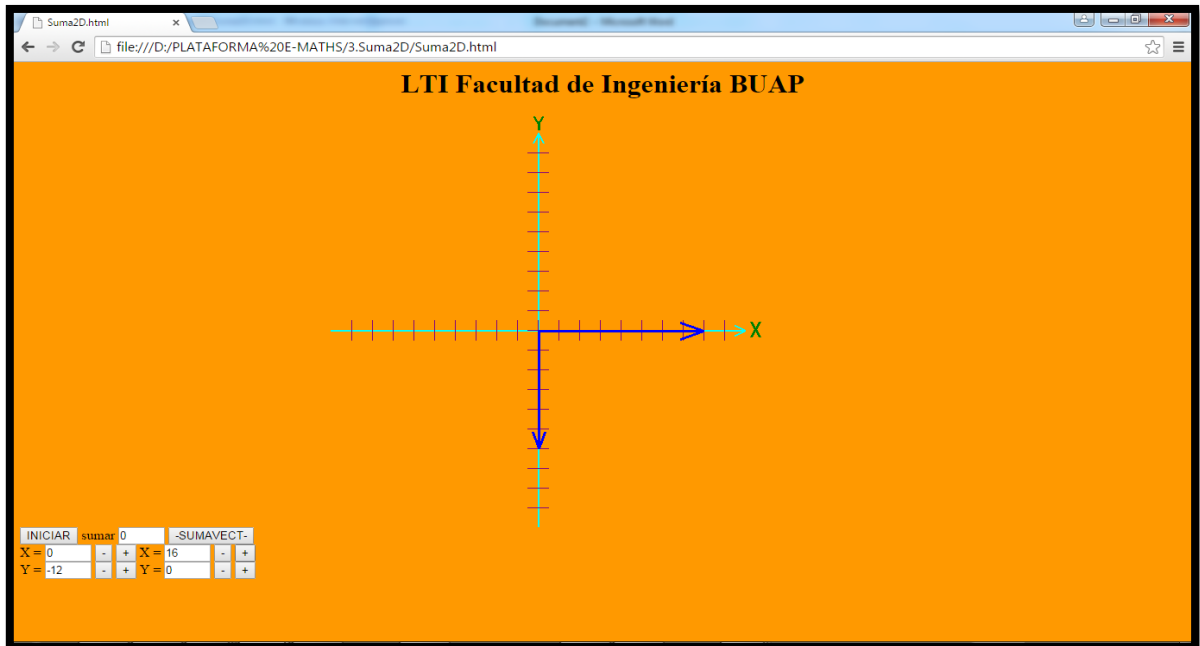
Esta es la pantalla de inicio.



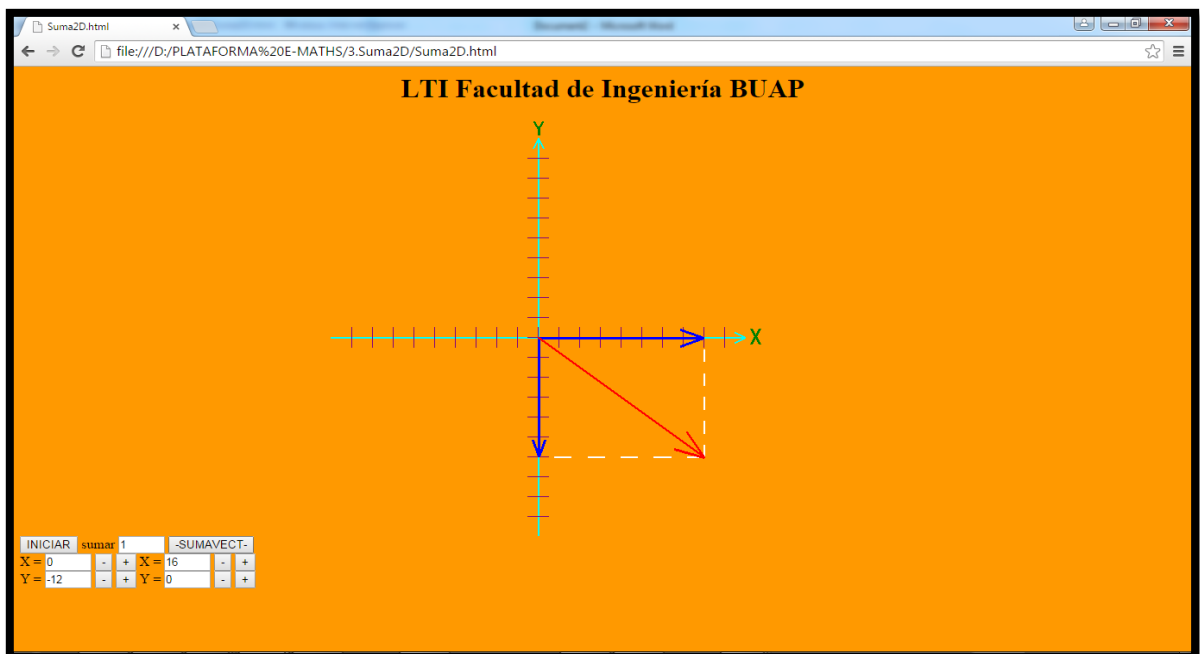
Al pulsar <INICIAR> se despliegan los ejes. Las flechas indican el sentido positivo de los ejes.



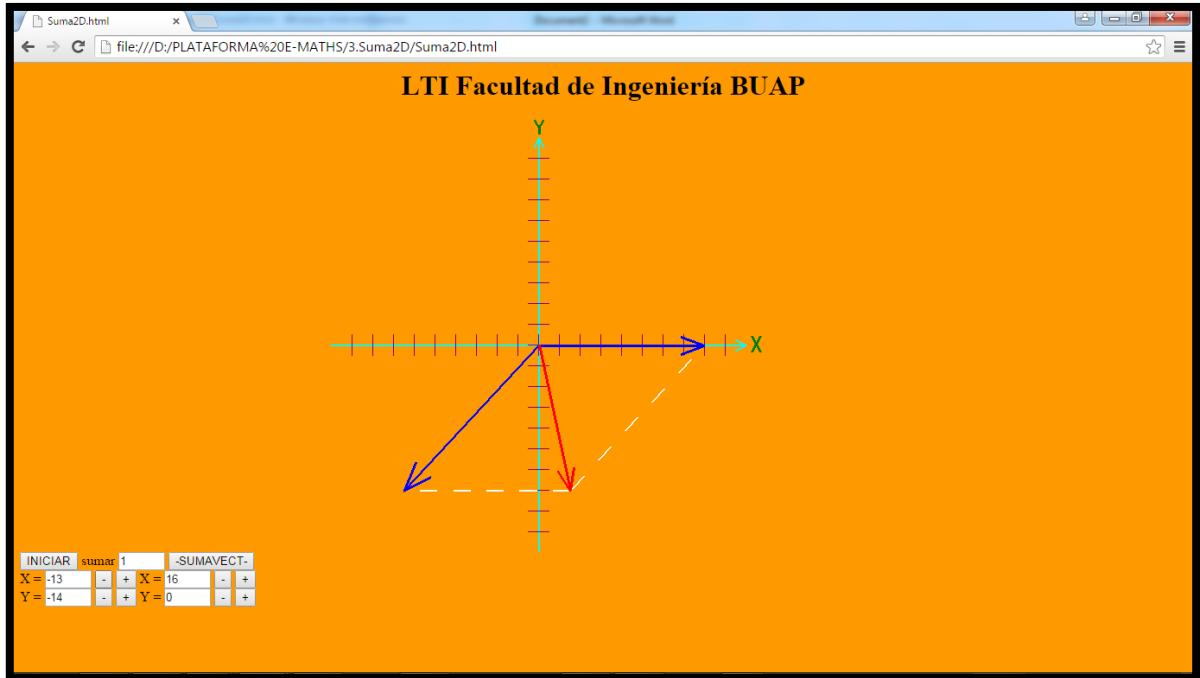
Pulsando + – se modifica la magnitud del Vector.



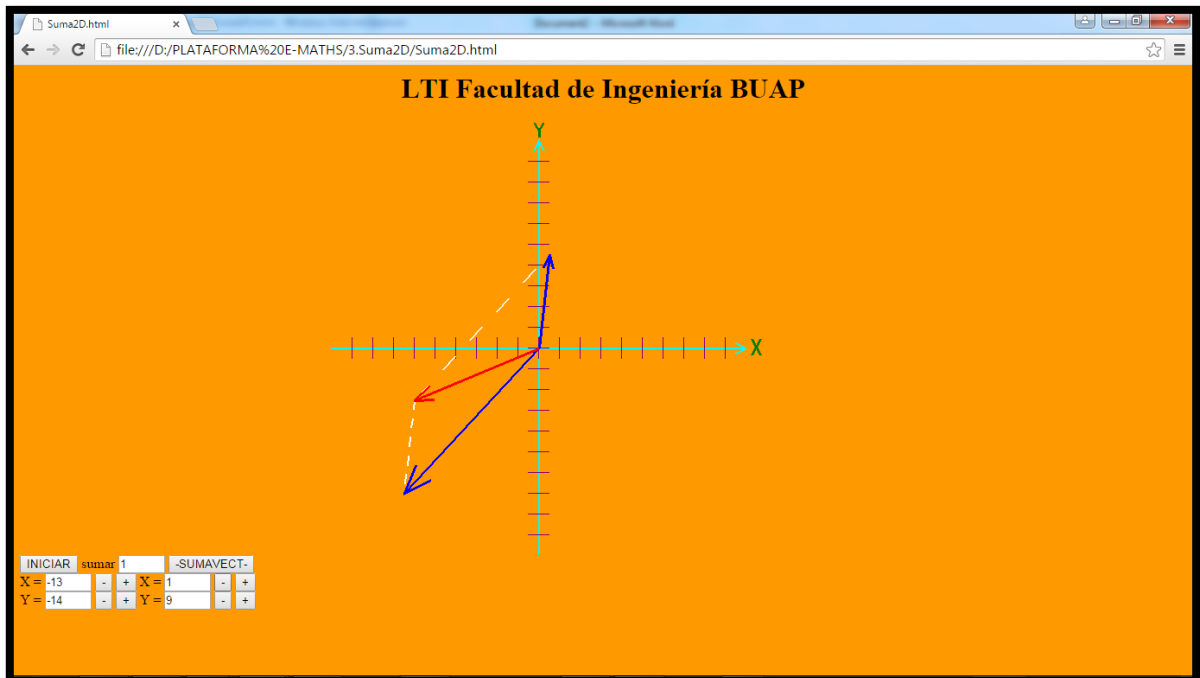
Se dibuja un segundo vector, teniendo así la pareja de vectores que serán sumados.



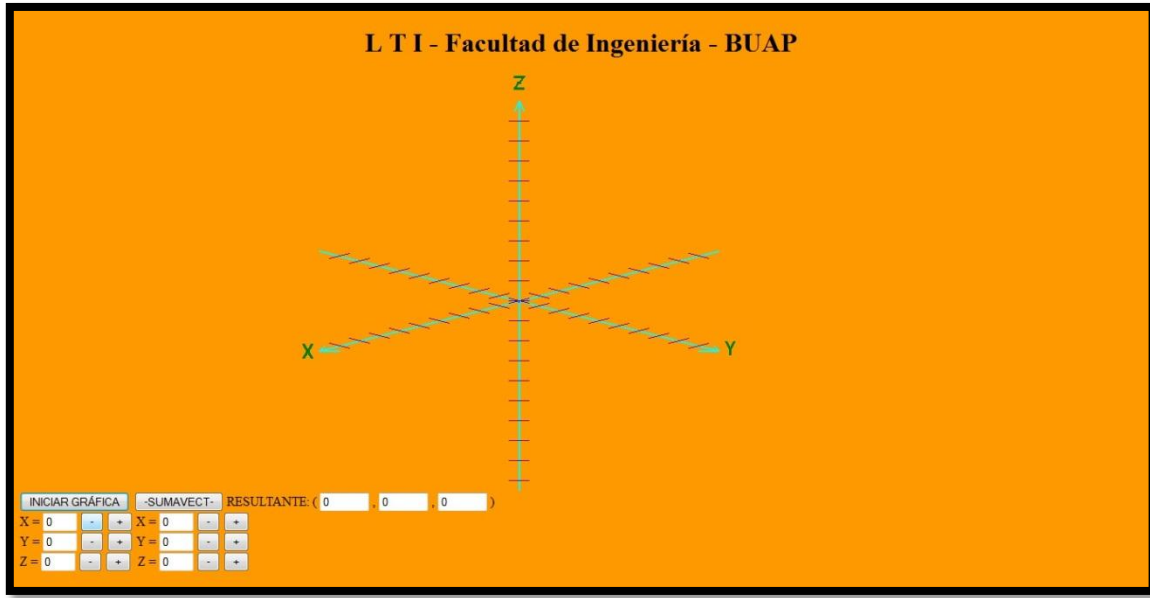
Al dar clic en <-SUMAVECT-> Aparece el vector resultante en color rojo, y unas líneas blancas puenteadas que ayudan a entender el concepto de suma vectorial.



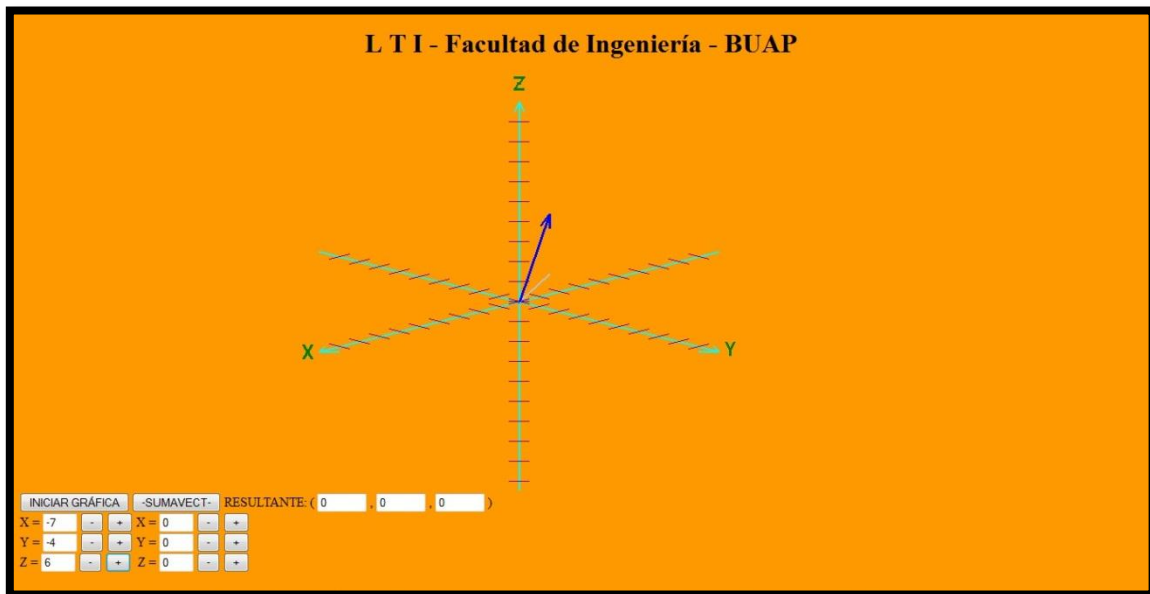
En ésta y en la siguiente pantalla, se muestra el efecto que tiene la modificación de un vector.



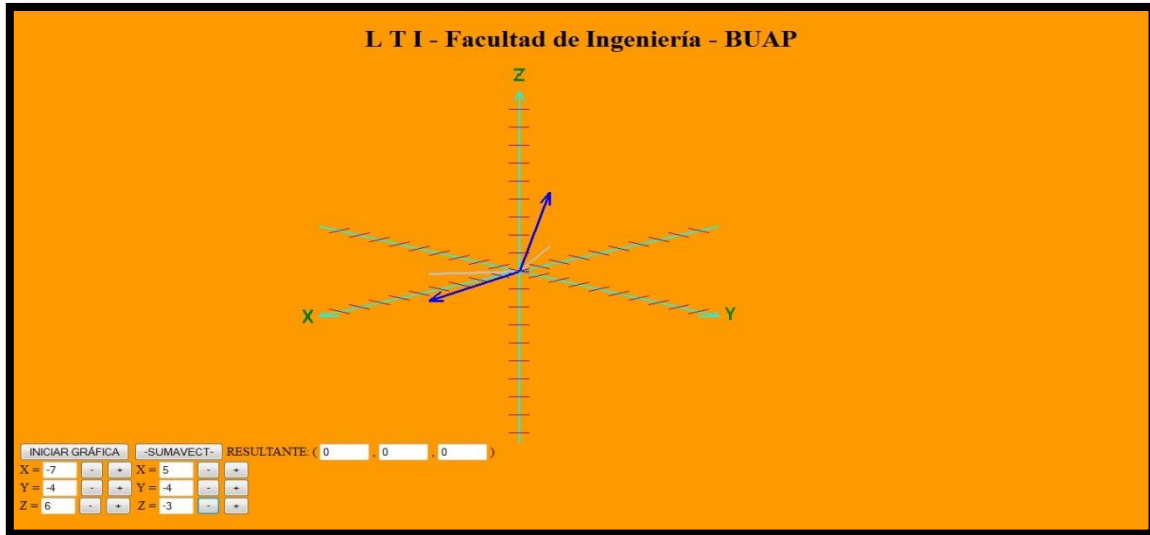
Ahora se muestra la versión en 3D:



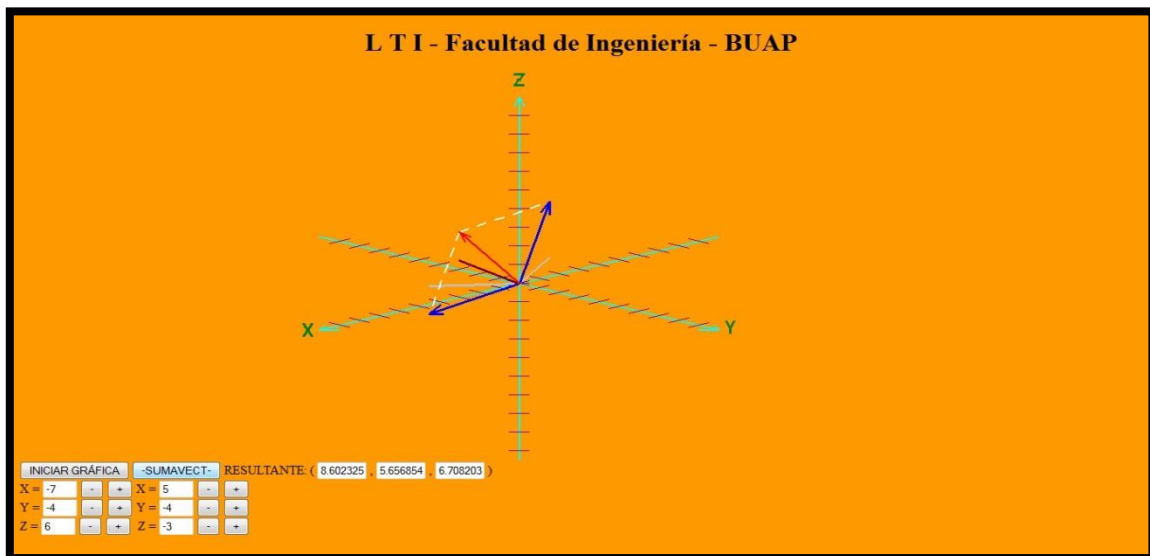
Al pulsar <INICIAR GRÁFICA> se despliegan los ejes de un sistema cartesiano de 3 dimensiones. Las flechas indican el sentido positivo de los ejes.



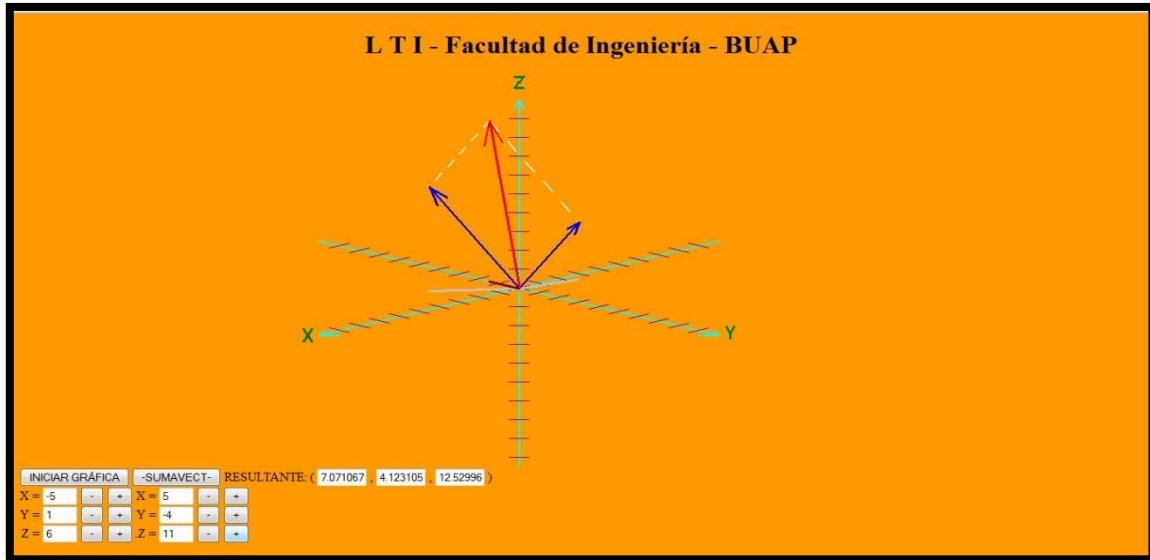
Pulsando + o – de los ejes X, Y y Z de un vector éste se va desplegando. Para distinguir en qué octante se encuentra el vector, se despliega su sombra ortogonal al plano XY en gris.



De igual forma se puede desplegar otro vector asignando sus valores sobre X, Y y Z en las cajas que aparecen al lado derecho.



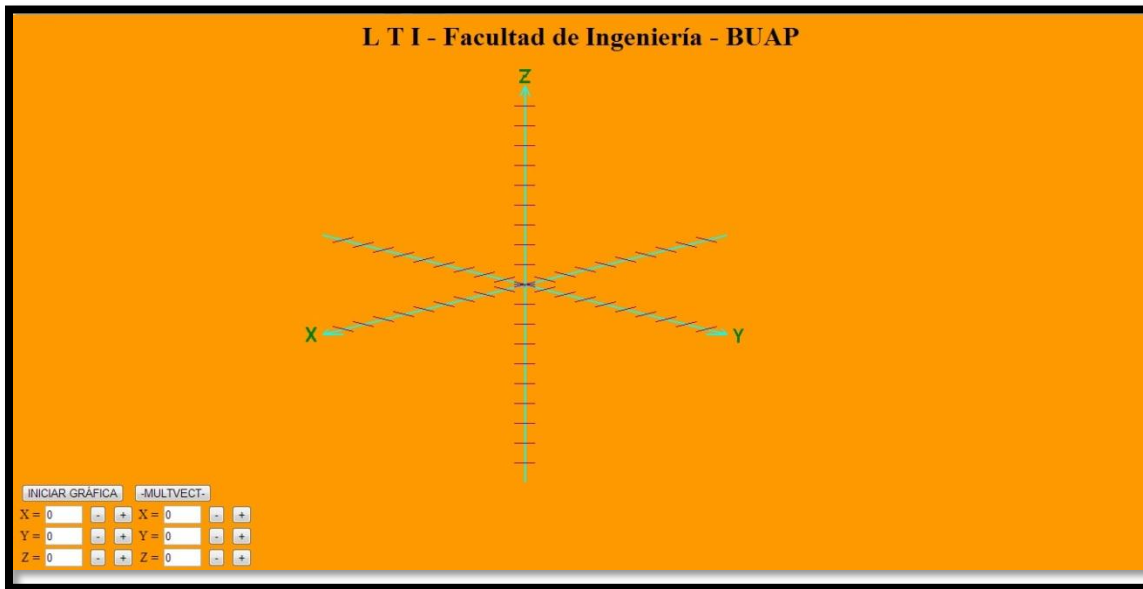
Si ahora se pulsa <-SUMAVECT-> se despliega el vector resultante de la suma vectorial en rojo. Una sombra ortogonal de color café sobre el plano XY ayuda a visualizar el octante en que se encuentra la resultante, y los valores de sus componentes ortogonales se muestran al lado derecho.



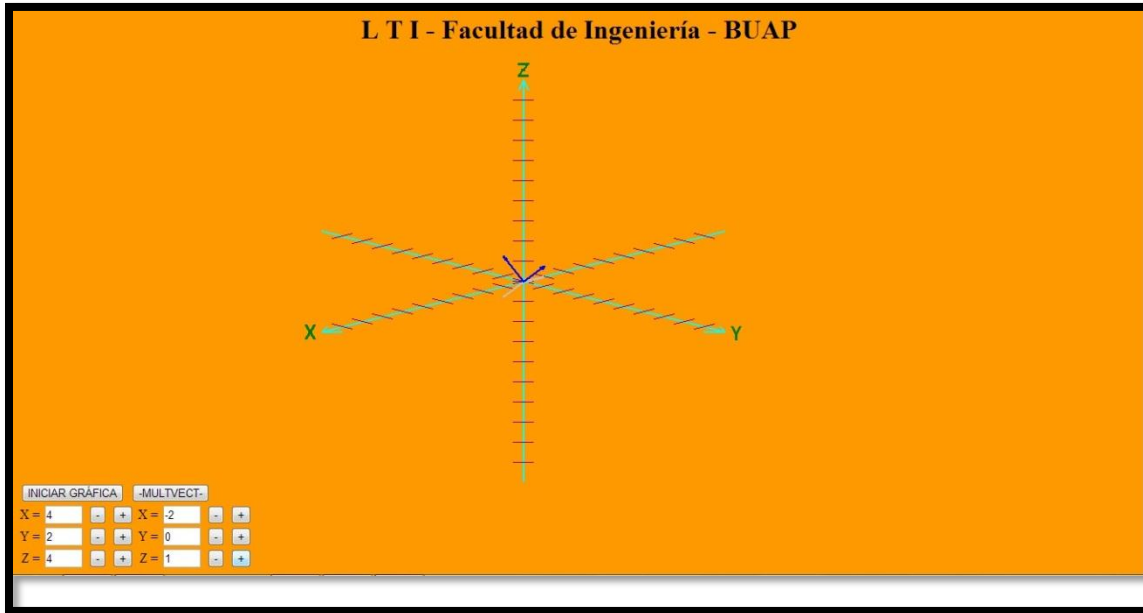
Teniendo la resultante, se pueden variar los valores de las componentes de uno o ambos vectores y la resultante cambia de posición y longitud.

7.5 PRODUCTO DE VECTORES

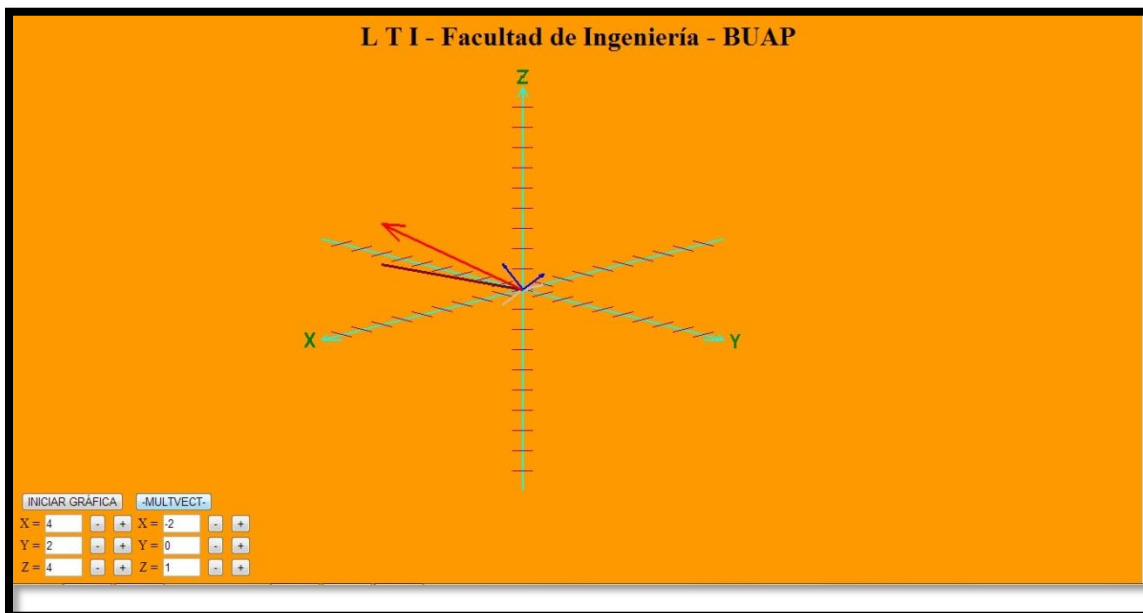
Otra operación que se puede realizar con vectores es la multiplicación, en este simulador se puede resolver un infinito número de multiplicaciones con dos vectores en el espacio. Para facilitar la interpretación de la operación y el resultado se muestra su ubicación en el octante a través de una sombra.



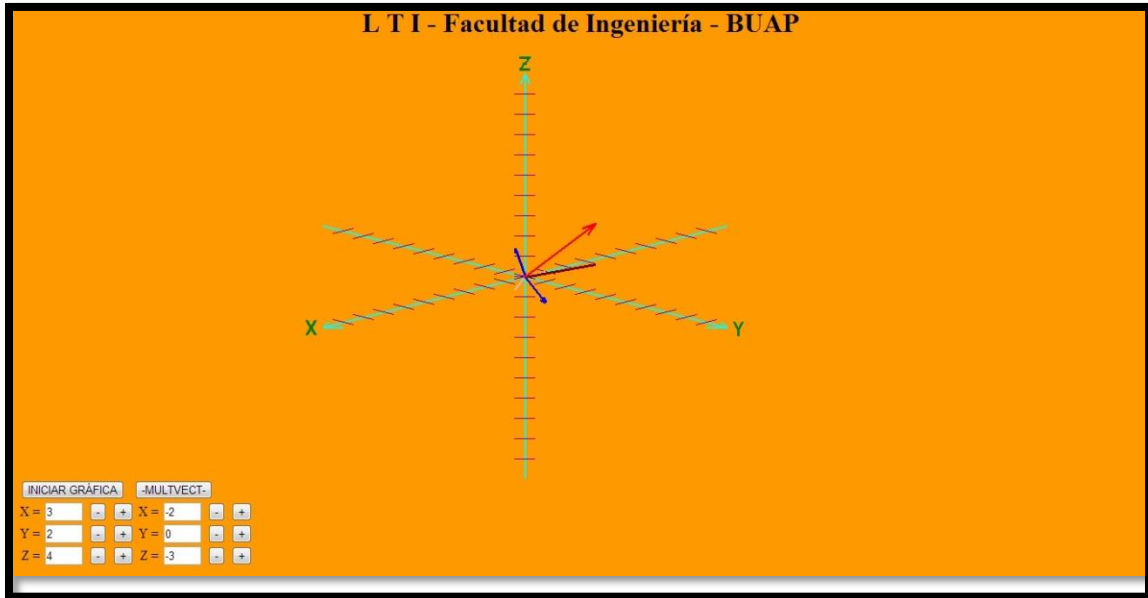
Al pulsar <INICIAR GRÁFICA> se despliegan los ejes de un sistema cartesiano de 3 dimensiones. Las flechas indican el sentido positivo de los ejes.



De igual manera que en el simulador anterior, se pueden generar 2 vectores.



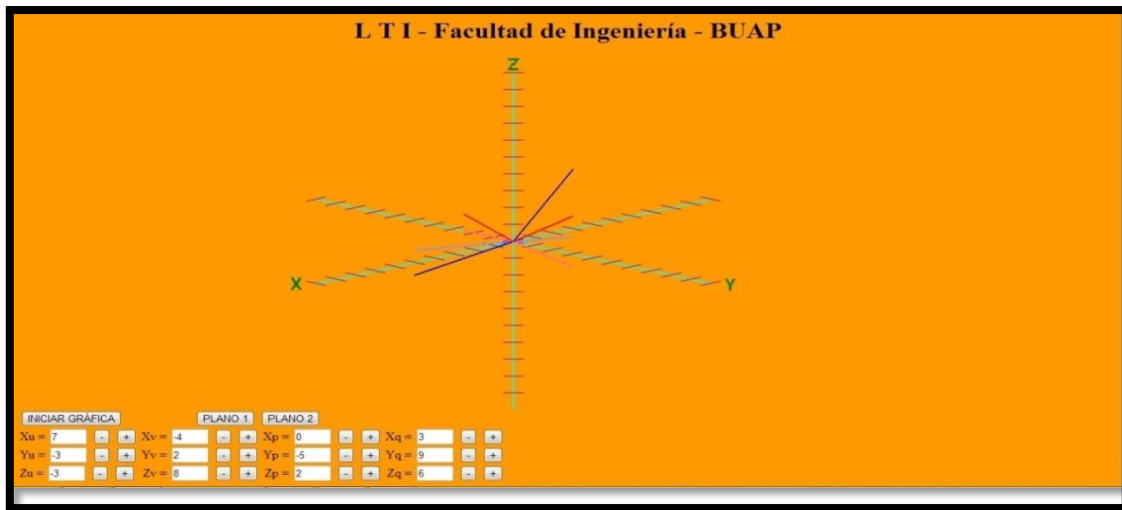
Pulsando <MULTVECT> se desplegará el vector producto en rojo con su sombra ortogonal en el plano XY en color café.



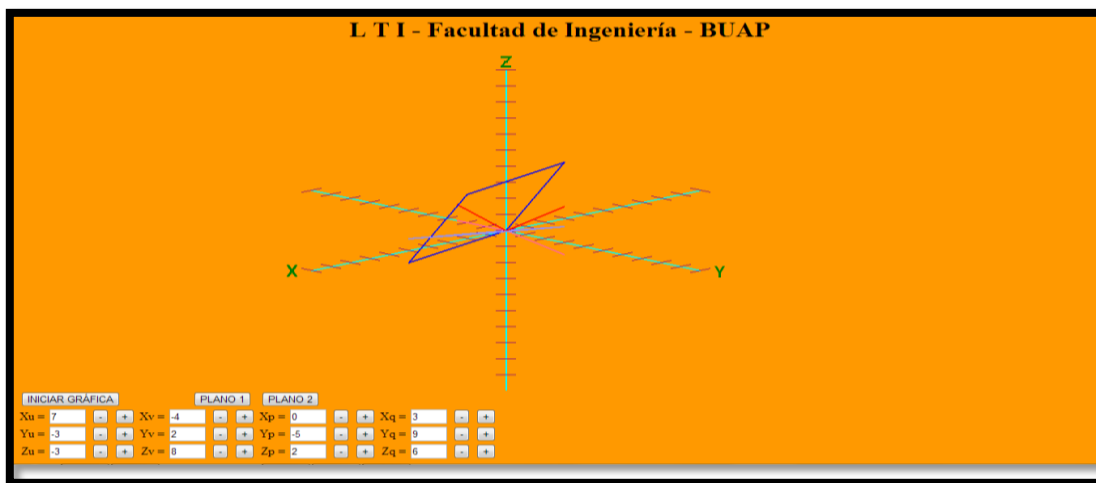
Si se cambian los valor de X, Y o Z de los vectores, cambiará el producto.

7.6 INTERSECCIÓN DE PLANOS

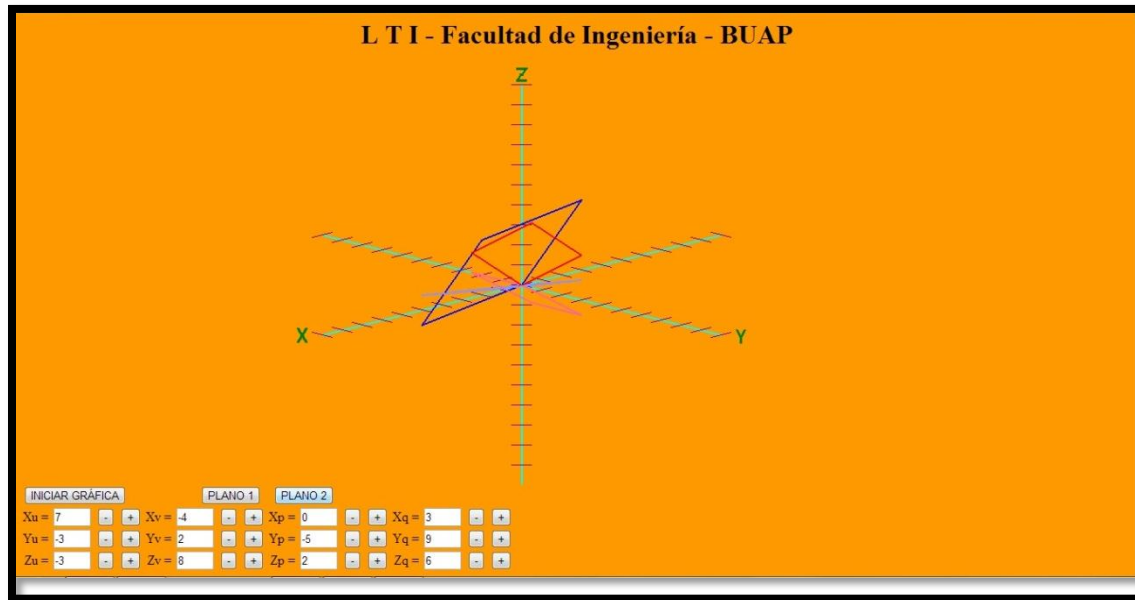
La intersección de dos planos siempre es una recta común a ambos planos o una recta que tiene sus trazas en el lugar geométrico que producen las trazas equivalentes de los planos al cortarse. El presente simulador es un apoyo para comprender e identificar la intersección de dos planos que se presenten en cualquier octante.



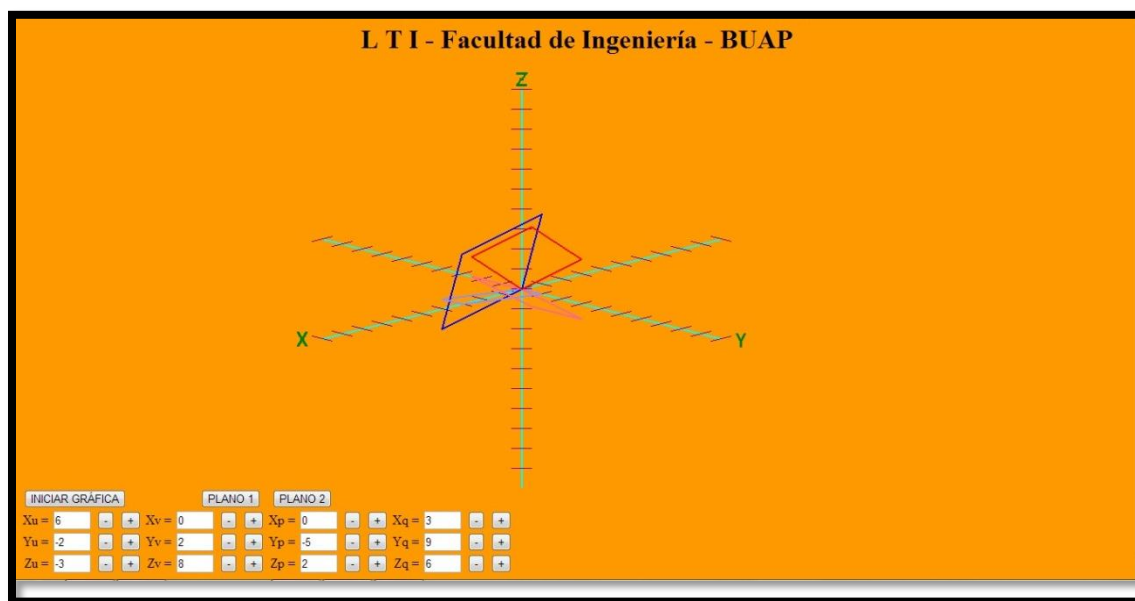
Los dos segmentos rectangulares de planos se generan vectorialmente uno con los vectores en color azul y otros en color rojo.



Al pulsar <PLANO1> se dibuja el segmento de plano azul.



Al pulsar <PLANO2> se genera el segundo segmento de plano, en color rojo.



Al cambiar el valor de los componentes X, Y o Z de cualquiera de los cuatro vectores se modifican los segmentos rectangulares y por tanto la intersección entre ellos.

7.7 MOVIMIENTO RECTILINEO ACELERADO (ACTUALIZACIÓN DE PROGRAMA)

Un simulador muy interesante desarrollado por el Grupo de Alumnos Desarrolladores en el Laboratorio de Tecnología e Investigación, es el de Movimiento Rectilíneo Acelerado. Como se verá más adelante, este simulador incorpora aspectos didácticos que ayudan al profesor a exponer diversos conceptos, y al estudiante a comprenderlos.

Entre los conceptos importantes se pueden apreciar:

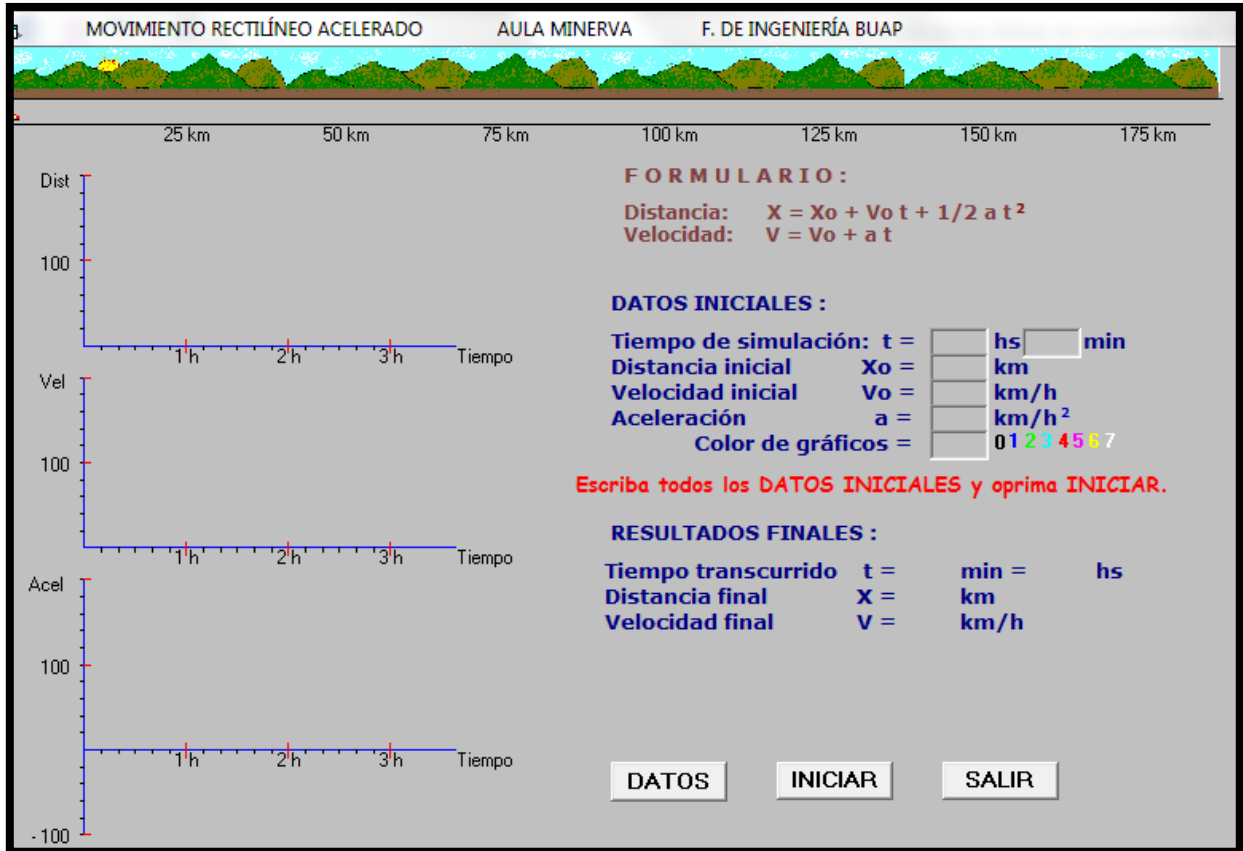
Libertad para establecer los datos del movimiento; tales como: tiempo de simulación, distancia inicial, velocidad inicial, aceleración, y color de las gráficas representativas del movimiento.

Presentación simultánea y paulatina de los modelos simbólico, gráfico y físico del movimiento; así como sus resultados, todo ello en una forma viva. Además permite al estudiante repetir un mismo movimiento varias veces fijando su atención en las representaciones distintas que se muestran.

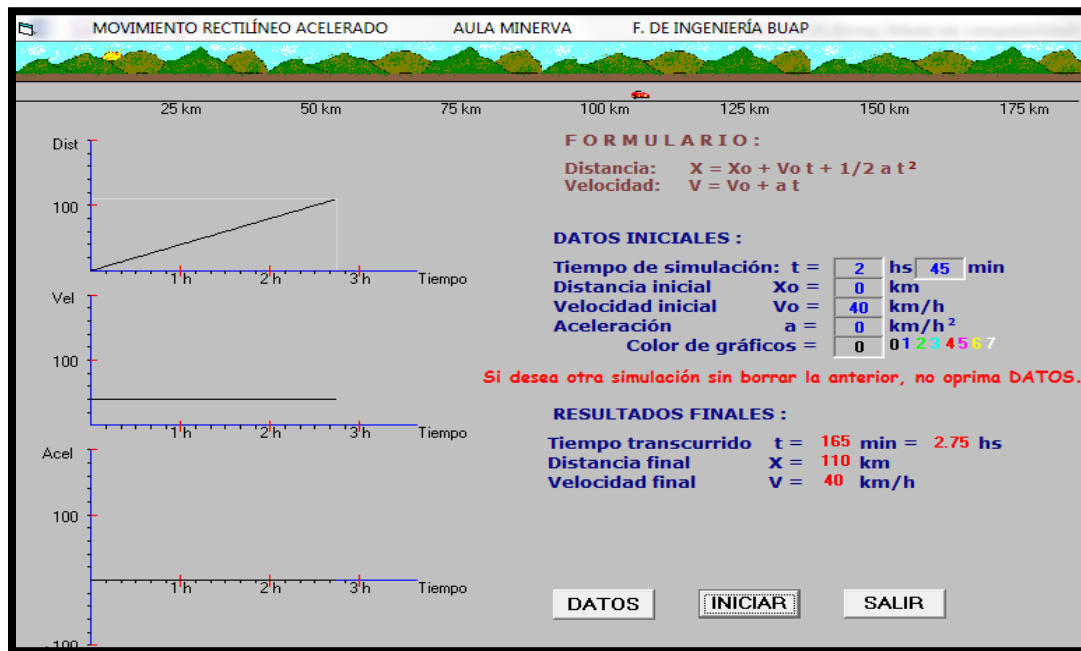
Posibilidad de realizar distintos movimientos con diferentes condiciones manteniendo las gráficas de cada uno de ellos para compararlas.

Posibilidad de establecer aceleración negativa y ver su efecto físico, gráfico y numérico

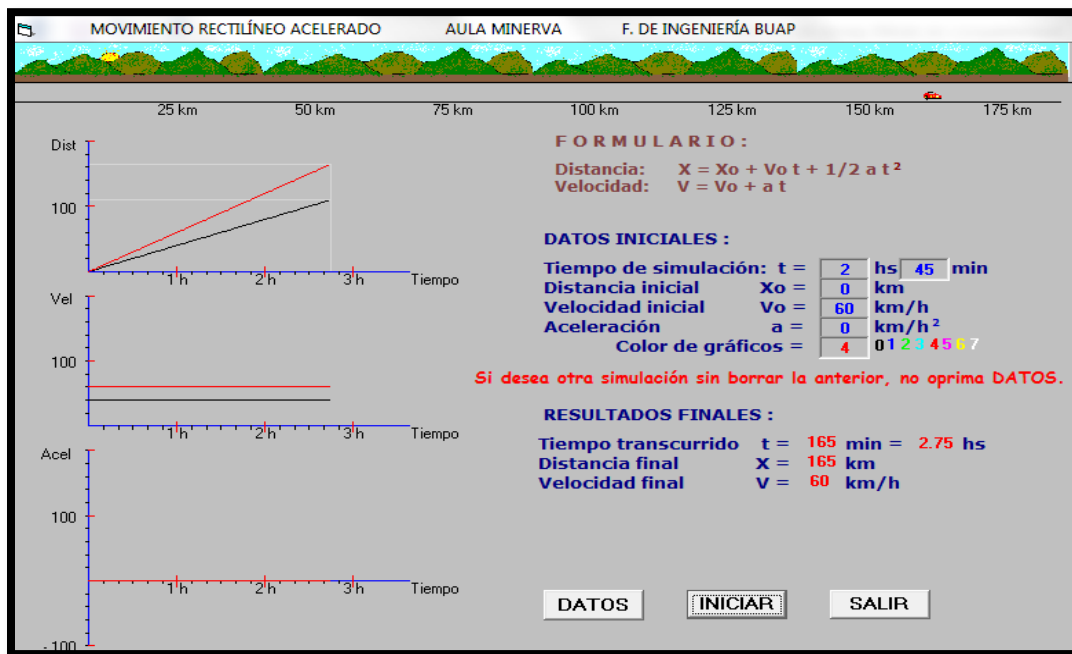
Se muestran diversos momentos de su ejecución, aunque obviamente lo más interesante es ver funcionar el simulador.



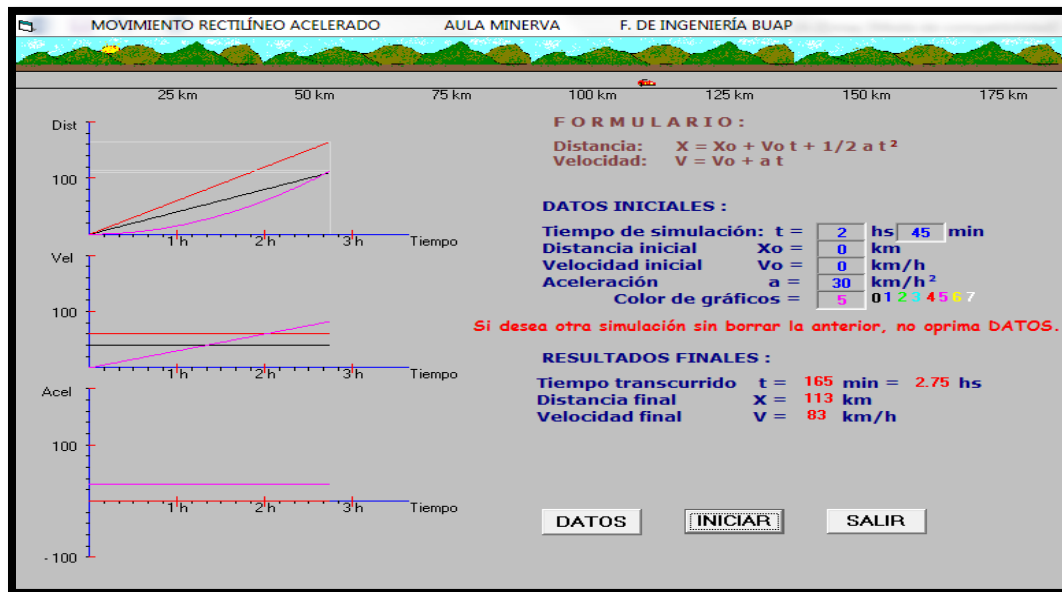
En la pantalla inicial del simulador, que está en seguida, se muestra la carretera en la parte superior con los kilómetros, el auto en el extremo izquierdo, en color café las fórmulas de distancia y velocidad, en el lado izquierdo las gráficas de distancia, velocidad y aceleración contra tiempo; los datos iniciales, que escribe el alumno y son, tiempo de simulación, distancia inicial, velocidad inicial, aceleración; también el color de la gráfica correspondiente a este caso. Finalmente los valores que arroja el simulador de tiempo transcurrido, distancia final y velocidad final.



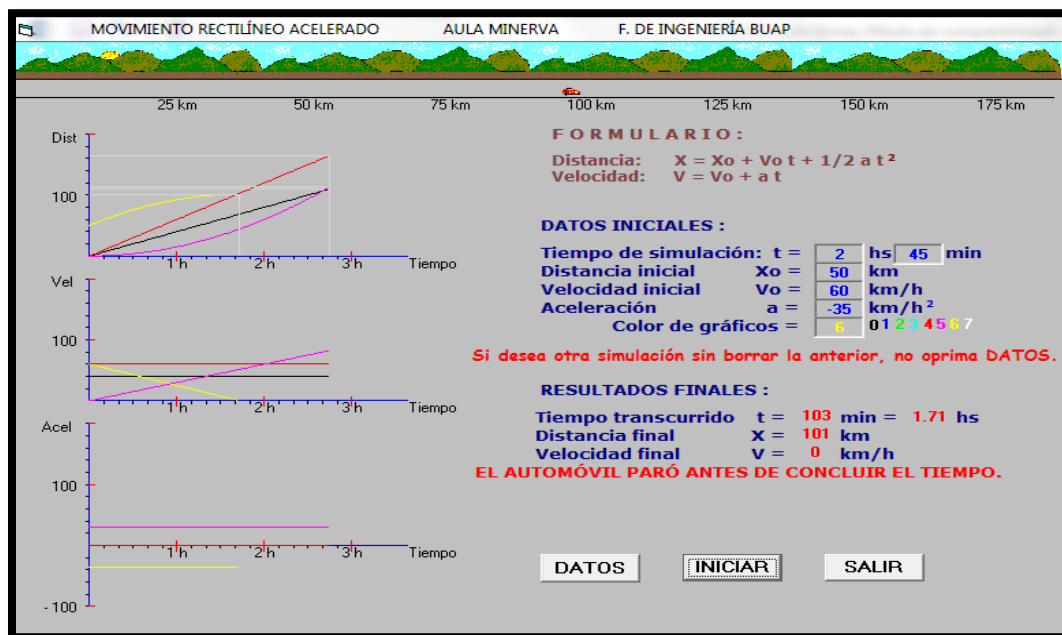
El auto se desplaza desde el inicio de la carretera con una velocidad inicial constante de 40 Km/h.



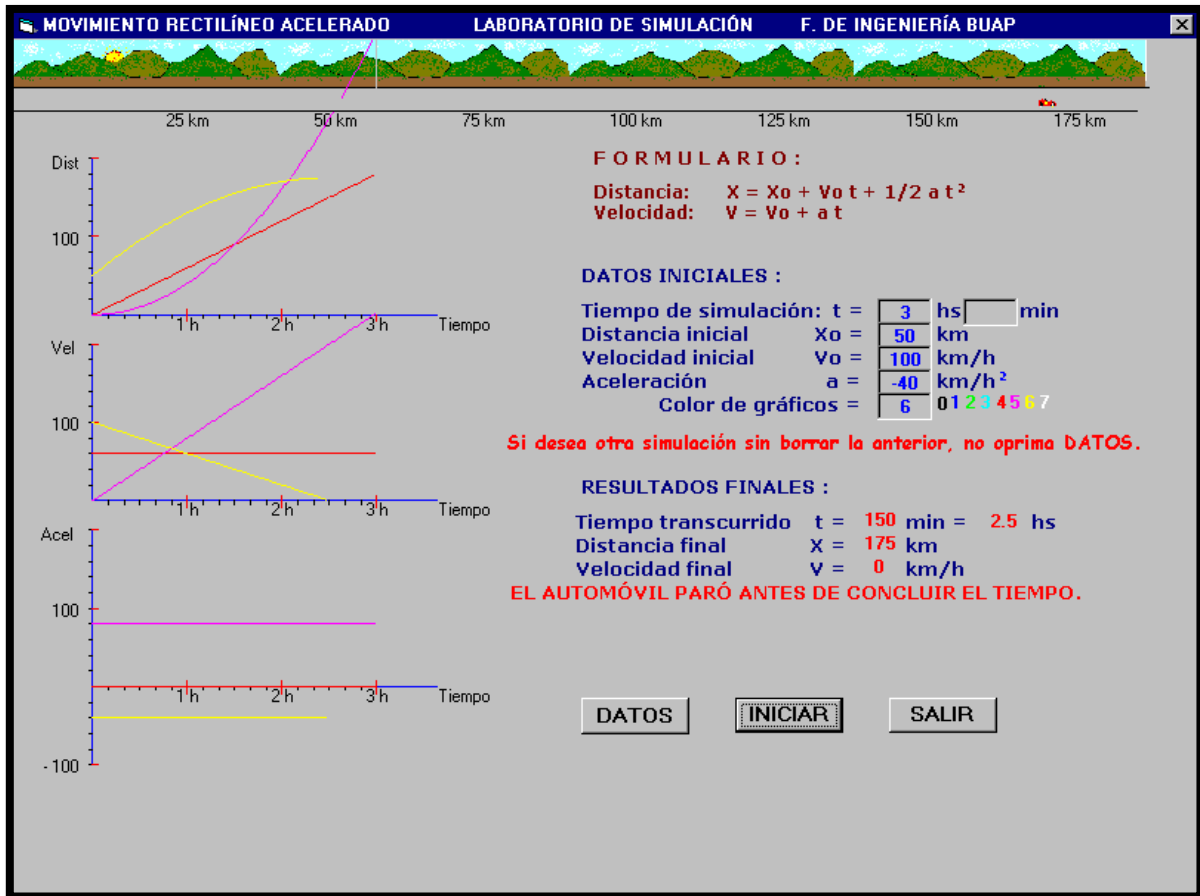
Ahora un nuevo recorrido similar al anterior indicado en color rojo, pero con mayor velocidad. Obsérvese la inclinación mayor en la gráfica de distancia-tiempo y en la de velocidad-tiempo la horizontal en posición más alta.



En rosa se muestra el recorrido de un auto que inicia con velocidad 0 Km/h pero con aceleración de 30 Km/h². La gráfica distancia-tiempo es curva tendiendo hacia arriba, y la gráfica velocidad-tiempo es recta pero inclinada lo que indica que la velocidad va aumentando con el tiempo.



En amarillo se muestran las gráficas de un auto que inicia su recorrido en el Km 50, con $V_0=60$ y aceleración negativa que disminuye su velocidad con el tiempo deteniendo su movimiento antes del tiempo previsto.



En esta última pantalla se muestran 3 recorridos. El alumno, a partir de estas gráficas debe decir cuáles fueron las condiciones de cada recorrido. Esta actividad que puede fácilmente plantear el profesor, gracias al modelo, desarrolla en el alumno una competencia muy importante que es la interpretación de un fenómeno a partir de las gráficas que lo describen.

7.8 VOLADORES DE CUETZALAN

En congruencia con el modelo educativo Minerva de la BUAP, que promueve el Pensamiento Complejo, hemos procurado combinar los conceptos de Física y Matemáticas con nuestra cultura. En esa --- desarrollamos un modelo que explica el Movimiento Rotacional alrededor de un Eje fijo tomando como modelo la sugerencia que nos hizo la Maestra Silvia Contreras y la información que nos proporcionó nuestra compañera Yessenia Gutiérrez Tirado, nativa de la población de Cuetzalan, lugar mágico lleno de tradiciones prehispánicas.

RITUAL DE LA DANZA DE LOS VOLADORES

El ritual inicia cuando se escoge un árbol, un rezandero es el encargado de elegir el árbol que se habrá de cortar para que un sacerdote bendiga éste en forma de palo; pero servirá para un sacrificio mayor. El palo seleccionado mide entre 32 y 35 metros de altura y peso superior a las 3 toneladas, es trasladado a la explanada de la iglesia principal donde se encuentra el hoyo (lugar) en el que se introducirá el mismo, es ahí donde se inicia otro ritual, el cual consiste en colocar dentro del mismo lugar un guajolote vivo, chiles, flores, palmas, agua bendita, velas, etc., todo sirve para darle poder y fuerza al palo. Después se procede a levantar el palo, en la parte superior de este se coloca una base de madera, una cruz, un pivote que impedirá el giro y una escalera unida a todo lo largo del palo.

En los extremos de la cruz se colocan 4 cuerdas que sujetaran a los voladores, los danzantes son cinco: 4 de ellos simbolizan los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste), el otro es el caporal que representa el Sol; el cual, se queda en lo alto del palo tocando un tambor y una flauta, lo que permite coordinar el ritual. Cada señal del caporal hace un tipo de acrobacia, en una de ellas cada danzante se lanza al vacío, sujetado de la cintura, boca abajo y afianzándose con las piernas; el volador gira 13 veces simulando descender por los 13 cielos del Dios Sol, que multiplicado por los cuatro voladores da como resultado 52, el número que simboliza las 52 semanas del año. El ritual finaliza cuando los danzantes empiezan a abrir el círculo hasta tocar el suelo.

Este ritual está asociado a la fertilidad, misma que se representa mediante el descenso de los danzantes simbolizando la caída de la lluvia.

A continuación se muestra la descripción del ritual en la Lengua nativa de los voladores de Cuetzalan:

MAWITSIOTILISTI IN MIJTOTIANI KUAUPATANINI NIKAN KUETZALAN.

IN MAWITSIOT PEWA KEMAN KI IXTEMOWA IN KUAWIT (NEJIN KUAWIT NITAMACHIU KIPIA SEMPOWAL WAN MAJTAK WAN SEMPOWAL WAN KACHTOL IJKA WUEJKA PA, WAN IJKA EJTIK KIPIA SATEPAN EYI TSONTI) SE TIOTATOL TAJNOJNOTSKE YEJWA KIPIA KE KIICHPEJPENAS WAN SE TIOPICHKAT KIPIA KE KITIOCHIWAS; IJKA TATSOTSON WAN MITOTIANI, MOTAJPOJ POLWIA IWAN NE KUAWUTA KEJMAN KIJKUI NEJKA KUAWIT IJKA SAJEPAN KIJCHIWALTIS OJTSE TEJKIT. IN KUAWIT KITEJKI WAN TI MOJKAWA SE KUAWIT MELASTIK, IKUAK KEMAN KI WIJKA NEJKA TIOPANICHTENO KAMPA TACHKUA WAN IJKA OMPA KIMETS KALAKISKES OMPA KIMAWITSIOTILIA IJKA SE WUEWVEJCHO XOLTOK, CHIL, XOCHIT TATIO CHI WALAT, TANECH, NOJCHI XIN TANAWATILME KI PANKALAJKIA ITECH NEJIN TEJKOCH WAN IJKON KIJMAJKA CHIKAWALIS NEJIN KUAUTAKETSAL OMPA KIJTALILIA SE CHIUTOK AJTEJKOMAT IJKA NEJIN WELIS MOJ MAJLAKACHOS, IJKON NO KITALILIA SE ESKAWAS ITECH NOCHI IN KUAWIT MELASTIK, TAJTENNO ITECH NEJIN KOLOTSIN KI ILPILIA NAWI TAILPILONIMEJ TEIN IJKA MOPILOSKE NEJIN MITOTIANI.

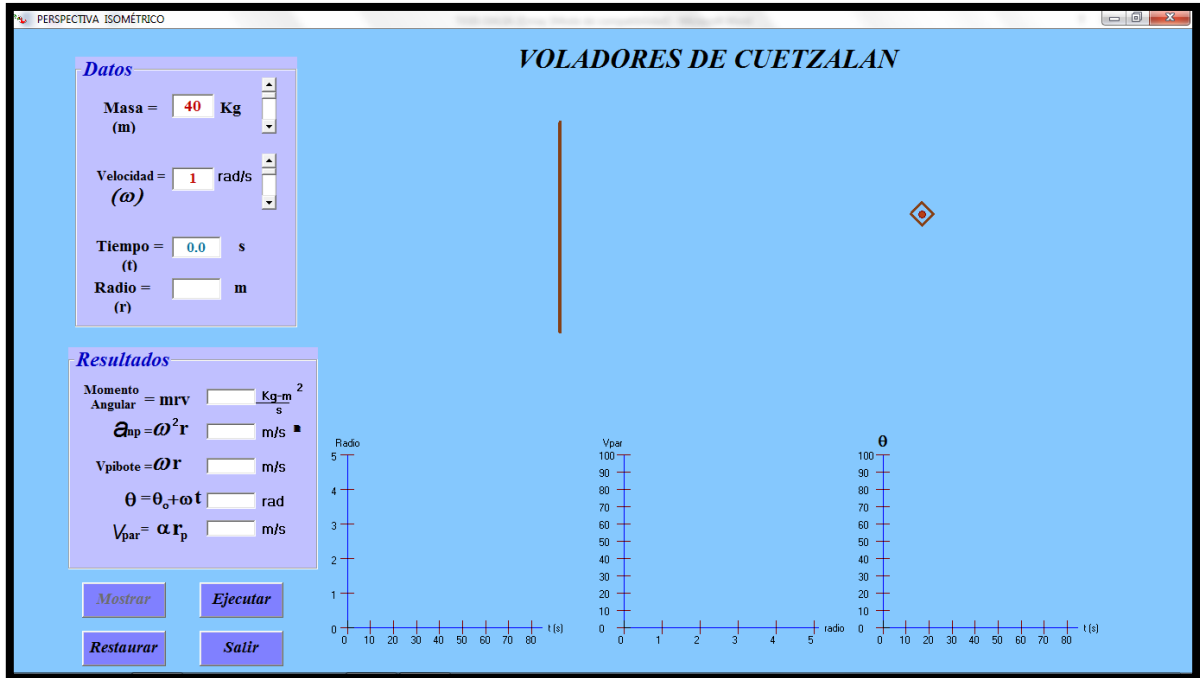
NEJIN KUAUPAJTANINI CHIUTOKE MAJKUILIMEI NAWIN KIXNECHTIA NAWIKOPA KENIU XIUTOK IN TALTIKPAK (IXKOPA IJKANKOPA TONALKITSAYANPA WAN TONAL EWALKOPA WAN TAIXYENKANKE KEIXNECH TIA IN TONAL IN TAOJKAWA HASTA KAMPA TAMI IN KUAWIT OMPA KIJTETELOWA IN KUAUTATSOTSON WANSETAPIS WANIJKA KI YEJEHIWA IN MAWITSIOT. IN KUAUPATANINI MOPANKAJKAWA SEJPASA MOJTAJKOILPIA PANTAPACHIUTIWUI, MOJKESNEPANOWA WAN MO IXKEPA MAJTAKTIOMEYI KOPA, IJKA NEJIN TAMACHIL KIXNECHTIA IN MAJTAKTIOMEYI ILWIKAME IN TONAL TOTAJTA IN KIJTEMAJKA IJKA NAWI KUAUPAJTANINI KIJTSAJKI OMEPOWAL WAN MAJTAKTIOMOME IJKAN IN XIUMEJ TEIN KIJPIA IN NEMILIS TOJTONAKU WAN AXTEKA MONOTSA XIUHMOPILLI WAN KIJTONESKI ILPIKIS ITECH SE XIWIT AMAN TI KICHMATI IJKA SE YEWAL TAPOWAL, IN MAWITSIOT TAMI KEMAN IN KUAUPATANINI MOYEWALOWA WUEYIKOPA WAN KEMAN METSATSITITECH IN TALIXKO.

IN MAWITSIOT NO KI MANELOWA IJKA NEJIN MOJTAYEKCHIWALIS, IWAN IN MIJTOTIANI MOPAN KAJKAWA NO KI IXNECHTIA KENIWU PANWUETSI IN KIOWIT.

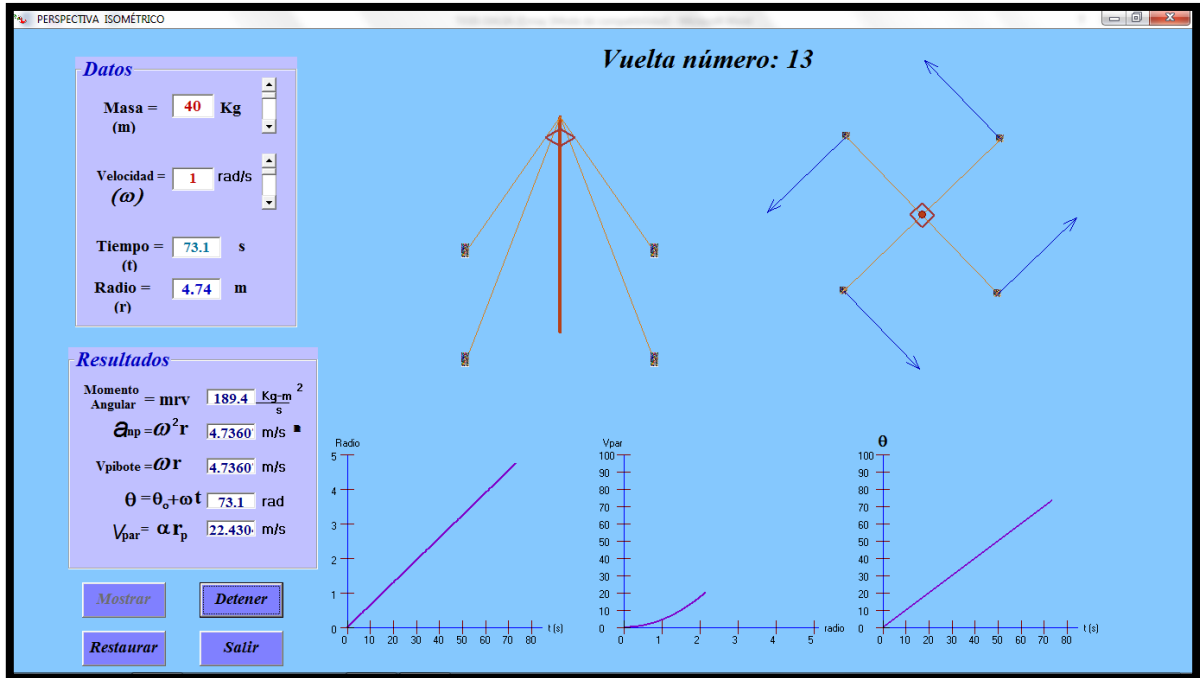
SIMULACIÓN DEL RITUAL



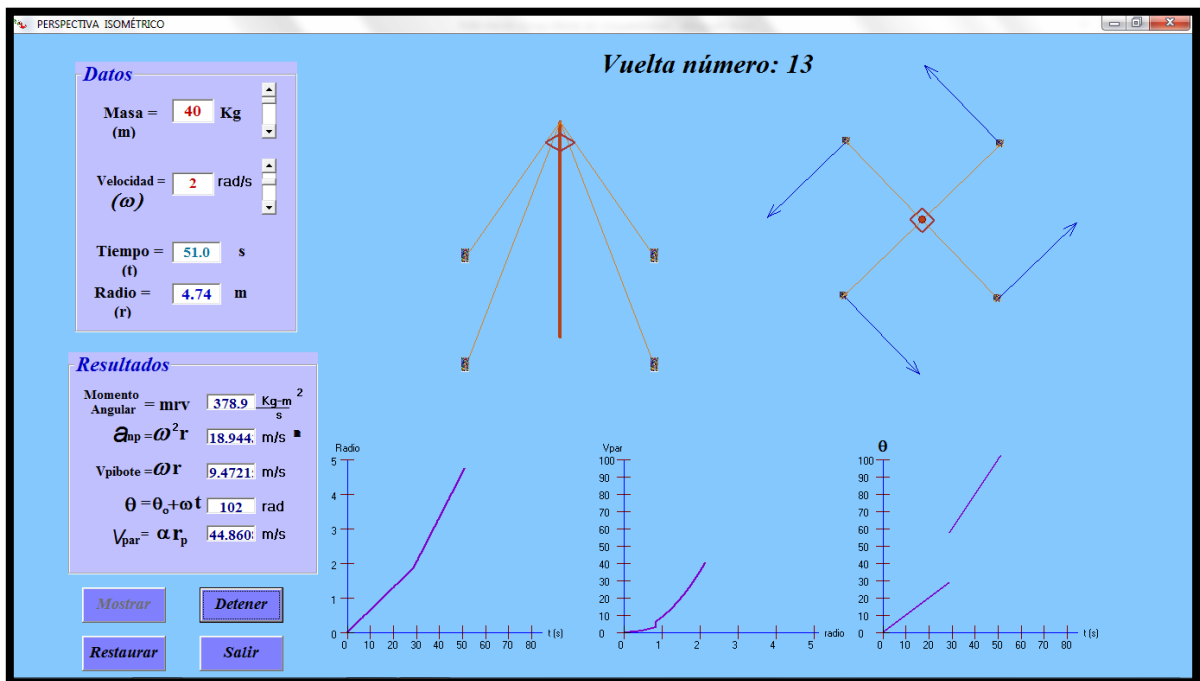
Ésta es la pantalla que se muestra al inicio de la ejecución del simulador, en ella se muestran los datos que pueden proporcionarse al inicio, los resultados del movimiento y cuatro botones que permiten, mostrar a los voladores, ejecutar el simulador, restaurar el modelo y salir.



Al oprimir el botón <mostrar> se muestran: El palo de los voladores en vista frontal y superior, al lado izquierdo los datos de masa y velocidad que pueden ser escritos o generados mediante un “scroll”, lo que impide que se salgan de límites lógicos; luego las variables tiempo y radio que van modificándose conforme se desarrolla el ritual, finalmente los cinco resultados del movimiento. En las tres gráficas se van dibujando: la variación del Radio y el Ángulo Total con respecto al tiempo y Velocidad de la partícula con respecto al radio. Ahora se puede Ejecutar el modelo presionando el botón correspondiente.



Si el ritual se ejecuta normalmente, los valores irán cambiando como ocurre en la realidad y al final se mostrarán las tres gráficas en su estado final, lo mismo que los valores.



Presentación del modelo en Cuetzalan, Puebla.



8. CAPITULO 5. EXPANSIÓN DEL PROYECTO

8.1 MÉXICO

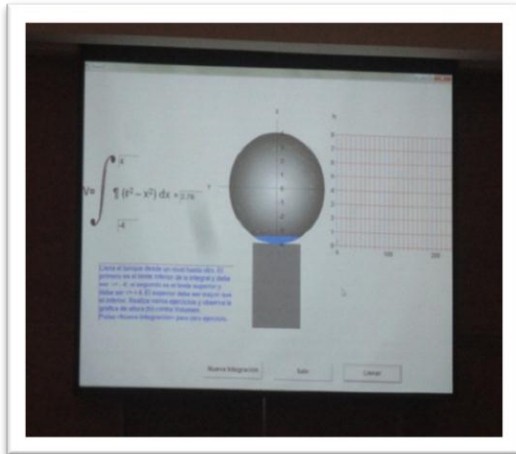
El proyecto ha tenido la fortuna de ser reconocido y hemos sido invitados a difundirlo en foros de diversos países. A continuación se muestra una relación de los diferentes eventos en que hemos participado mostrando el proyecto. Cabe decir que ha sido apreciado cada vez que se presenta.

8.1.1 ANFEI, San Luis Potosí 2013.

ANFEI 2013. Participación en la Conferencia Nacional de Ingeniería

San Luis Potosí, México.





8.2 LATINOAMÉRICA

8.2.1 Colombia

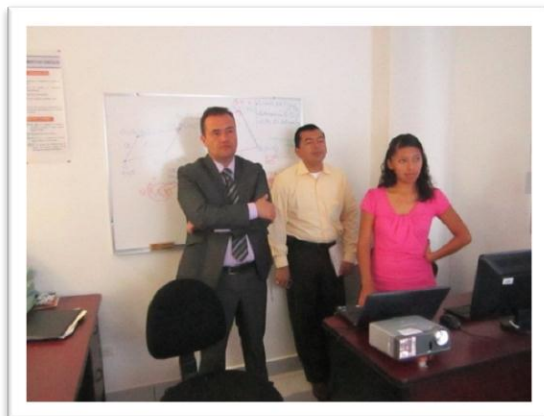
8.2.1.1 ECCI, UNINNCA y COOPERATIVA, Bogotá 2012.

Colombia 2012: Congreso Internacional de Ingeniería Industrial; organizado por las Universidades ECCI, UNINNCA y Cooperativa de Colombia.



8.2.1.2 Visita de la ECCI a la BUAP (LTI)

Visita de autoridades de la ECCI de Colombia para conocer nuestro trabajo



8.2.1.3 CONEIAP, Bogotá 2013

CONEIAP 2013 Bogotá: Video Conferencia, evento central del Congreso Nacional de Estudiantes de Industrial, Administración y Producción de Colombia, con la participación de 17 Universidades; organizado por la ANEIAP.



Nuestro Director enviando un saludo previo a la presentación de los Maestros y Alumnos

8.2.1.4 ECCI y FI (BUAP), Bogotá 2013

Colombia 2013: 1er Congreso Internacional “Integración y Aplicación de las Tecnologías Blandas y Duras”; organizado por la Universidad ECCI y la Facultad de Ingeniería de la BUAP.



El Doctor César Pérez Córdova exponiendo los proyectos del grupo

8.2.2 Perú

8.2.2.1 RED I4, LIMA 2014

Perú 2014. VII Simposio Internacional de Ingeniería Industrial. Organizado por RedI4 y la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima Perú



Red I4 Integración a la Red Internacional de Investigación en Ingeniería Industrial, encabezando una línea de desarrollo de Modelos para la Educación en Ingeniería Industrial.

8.3 PROYECTO INTERNACIONAL

8.3.1.1 MÉXICO (BUAP) - BRASIL (UFPR) - FRANCIA (INSA)

PROYECTO TRINACIONAL E-MATHS 2013: Elaboración de Software Educativo para la Maestría en Enseñanza de la Ingeniería.

En el marco de un convenio entre el Instituto Nacional de Ciencias Aplicadas de Lyon Francia, La Universidad Tecnológica Federal de Paraná Brasil y la BUAP México para realizar una maestría en la Enseñanza de la Ingeniería, surgió la necesidad de elaborar un nuevo material didáctico acorde con un nuevo modelo de enseñanza. Conocido el Grupo de Alumnos Desarrolladores de la Facultad de Ingeniería, se nos convocó a una videoconferencia en la que las tres instituciones presentaran una muestra de lo que podían hacer.

Después de mostrar lo que cada quien podía desarrollar se decidió que fuéramos nosotros los que desarrolláramos el software.



Entrega de los Modelos desarrollados, a las autoridades del INSA Francia y de la UTFPRN Brasil

Animación o Simulación

Se pretendía que se utilizara el lenguaje Flash y realizar animaciones, también llamadas películas, para mostrar el comportamiento de las operaciones en la materia de Espacios Vectoriales. Nos opusimos a esa filosofía que va en contra de la manipulación y exploración. En su lugar aprendimos, sin ayuda externa, el lenguaje Java Script, pues el Visual Basic 6 no permitía correrlos en la WEB.

Finalmente realizamos los programas no en Flash sino en Java, no en 2 dimensiones sino en 2 y 3 dimensiones para lo cual fue necesario aportar ideas que permitieran visualizar en qué octante se encuentra cada vector.

Desarrollan alumnos Modelos de Simulación para la enseñanza de la Ingeniería

*** Proyecto ha recibido reconocimiento del Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Lyon Francia, así como de la Universidad Tecnológica Federal Do Paraná, (UTFPR) de Brasil**

Alumnos de la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla han desarrollado una plataforma educativa que sin duda va a impactar en la enseñanza de la ingeniería no sólo en México sino en instituciones de Educación Superior de América Latina. Coordinados por el Dr. César Pérez Córdova y la Maestra Silvia Contreras Bonilla, estudiantes de alto nivel han formado un grupo en la Facultad de Ingeniería denominado: **Alumnos Desarrolladores de Modelos de Simulación.**



Este proyecto consiste en diseñar modelos de simulación que servirán de apoyo para que los profesores puedan enseñar mejor sus materias, ya que

permitirá a los profesores dar clases donde se puedan ver hasta 50 ejercicios. Este modelo explicó el Dr. César Pérez Córdova ha obtenido reconocimiento de instituciones de Francia, Brasil y Colombia, ya que este consiste en desarrollar una plataforma para la enseñanza de la ingeniería, misma que estará enfocada al tema de la construcción. Dijo que hace unas semanas, los alumnos de la Facultad de Ingeniería de la BUAP recibieron a académicos y autoridades del grupo de Matemáticas del Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Lyon Francia, así como de representantes de la Universidad Tecnológica Federal Do Paraná, (UTFPR) de Brasil, quienes reconocieron la labor que se desarrolla en la Universidad Poblana.

Por su parte Dalia Hernández Serrano de la Facultad de Ingeniería explicó que forma parte de un grupo de alumnos que integran el Laboratorio de Tecnología e Información, somos dirigidos por el



actualmente este grupo desarrolla también programas de simulación para la plataforma E-MATHS.

Esta plataforma -agregó- es parte del proyecto que se está elaborando en Colaboración con la UTFPR (Universidad Tecnológica Federal Do Paraná) de Paraná Brasil, el INSA (Institut National des Sciences Appliquées) de Lyon Francia y la BUAP en Puebla, México.

Además de que los programas que se designaron para el primer capítulo de la plataforma fueron de álgebra lineal donde elaboramos programas como:

- **Propiedades del Vector en 2D y 3D**
- **Producto de un vector por un Real en 2D y 3D**
- **Suma de 2 vectores en 2D y 3D**
- **Producto Vectorial**
- **Intersección de Planos**



Dalia Hernández Serrano subrayó que en la Facultad de Ingeniería de la BUAP se está innovando en la enseñanza, por lo que este primer capítulo se basó en la enseñanza del álgebra, para que posteriormente se aborden áreas como la cinemática y la física, y luego el de



muchas veces en una clase un maestro abarca tramos pequeños en la transmisión de sus conocimientos, mostrando ciertas limitaciones.

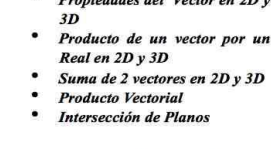
Sin embargo, los modelos de simulación del Grupo de Alumnos Desarrolladores de la Facultad de Ingeniería de la BUAP, buscar dotar de las herramientas tecnológicas adecuadas, la cual les

Doctor César Pérez Córdova y la Maestra Silvia Contreras Bonilla.

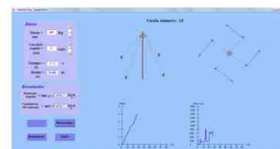
Mencionó que los alumnos que pertenecen al dicho laboratorio son:

- **Itzel Anahi Contreras Carballo**
- **Alejandra Espinoza Cid**
- **Miguel Ángel García Hernández**
- **Magda Selene Hernández Figueroa**
- **Arturo Hernández Pérez**
- **Dalia Hernández Serrano**

Indicó que este laboratorio se encarga de elaborar programas de simulación para la llamada "Aula Minerva", y donde



Insistió que en este primer capítulo se va a desarrollar un piloto para ver su funcionalidad., ya que el objetivo de la plataforma que desarrolla Francia, es dar clases a algunos maestros para la enseñanza de la Ingeniería con un nuevo concepto, que en el caso de la BUAP va enfocado al modelo universitario Minerva.

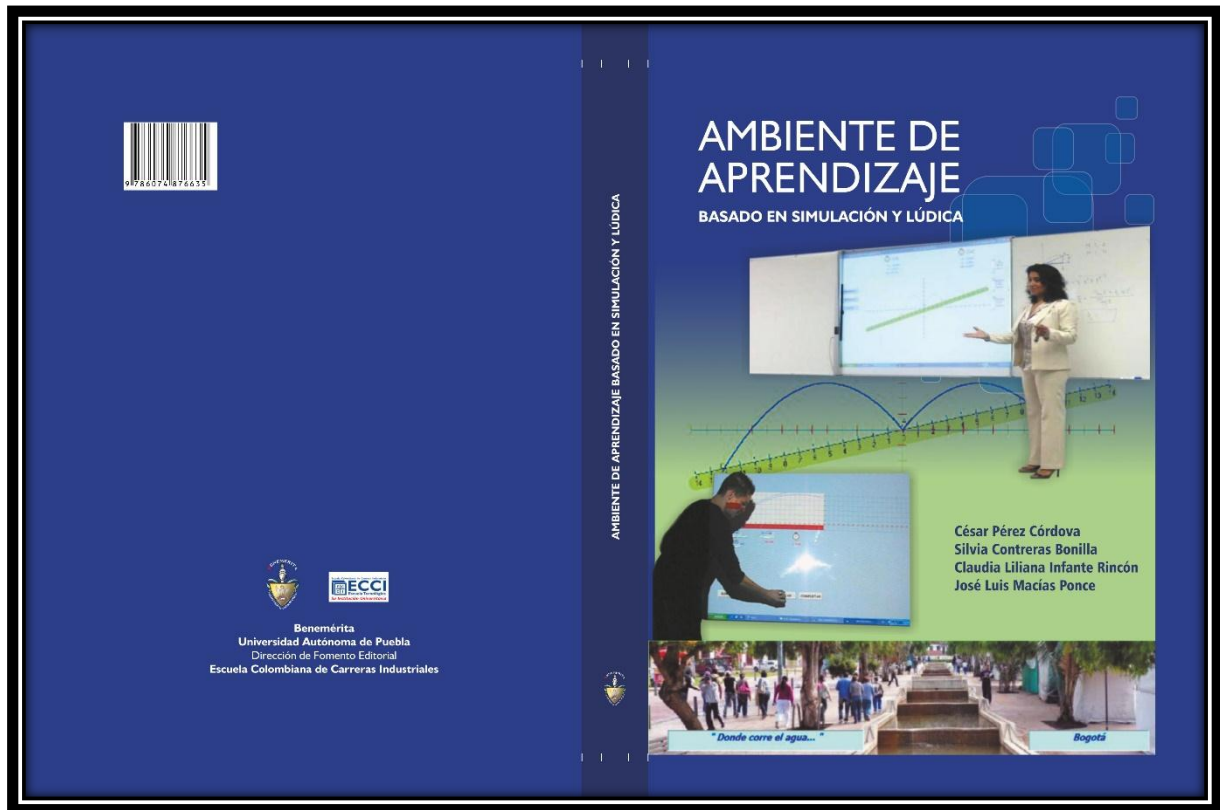


cálculo. Finalmente abundó que integrar esta nueva forma de enseñanza para que los alumnos puedan manipular sus propios programas, permite que sean más didácticos, entretenidos y sirven con un apoyo al docente. *"es más fácil trabajar una herramienta que fue hecha por los alumnos que una que está preestablecida".*



Divulgación en la prensa del trabajo realizado por el grupo

8.4 LIBRO “AMBIENTE DE APRENDIZAJE BASADO EN SIMULACIÓN Y LÚDICA”



“Este libro reconoce la labor dedicada y comprometida del Grupo de Alumnos Desarrolladores del Laboratorio de Tecnología e Investigación de la Facultad de Ingeniería de la BUAP, en especial a la alumna Dalia Hernández Serrano.”

(Página 7 del libro).

9. CONCLUSIÓN

El trabajo desarrollado en este proyecto ha sido intenso pero cuidadoso; se ha interactuado con profesores y estudiantes cuyas opiniones han sido favorables.

Un conjunto de hechos reportados permiten establecer las siguientes conclusiones:

- ✓ El modelo de enseñanza despierta el interés por explorar.
- ✓ Se alcanza un mayor nivel de comprensión.
- ✓ Se induce a estudiantes hacia actividades de investigación.

El fundamento pedagógico fue determinante para los resultados. Se logró que los modelos pudieran ser manipulados para explorar y descubrir con absoluta libertad.

La presentación simultánea de los modelos en forma simbólica, numérica, gráfica y física-animada ayudó a mejorar la comprensión de los fenómenos.

Estos programas ayudan a potenciar el resultado del profesor en el aula, ya que cada problema representa un ejercicio diferente cuya resolución lleva tiempo, pero lo más importante es el nivel de comprensión que se logra.

Han sido meses y años de intenso trabajo creativo, colaborativo, de aprendizaje, de retos, con dificultades; pero siempre en un ambiente amistoso. Viene a mi mente aquél momento cuando logramos que la punta de flecha de los vectores no se deformara al sufrir ciertas transformaciones, problema que tardó varios días en resolverse. Fue un pequeño paso pero, para nosotros, la demostración de que tenemos la capacidad de superar cualquier problema. Terminamos celebrándolo en la cafetería de la facultad.

Mi estancia en el Laboratorio y con los compañeros desarrolladores ha concluido, pero veo, cuando los visito, nuevos e interesantes diseños que seguramente serán publicados en un siguiente libro. Vendrán nuevos alumnos que nos relevarán sin problema, pues tenemos una mecánica para transmitir conocimientos y experiencia que lo garantiza.

En cuanto a mí, estoy por iniciar una nueva e interesante etapa, me integro al mundo laboral en una empresa internacional, con la misma ilusión que tuve al iniciar este proyecto y la fe de que encontraré en el camino muchas cosas, obstáculos que vencer y también errores, de los que tendré que aprender. Quiero tener un poco de experiencia antes de irme a estudiar la maestría al extranjero, que será mi siguiente paso, gracias al programa del cual soy beneficiaria “Jóvenes de excelencia Banamex”. Muy agradecida con la Universidad que me forjó y los profesores que, a lo largo de la carrera, me aportaron algo para ser lo que soy. Especialmente el Dr. César Pérez Córdova quien siempre ha sido mi fortaleza, es quien me ha enseñado mucho de lo que sé pero además me ha guiado con sus consejos para llegar a ser una profesionista, quiero reconocer que es a él a quien debo mi carrera, él siempre creyó en mí, incluso cuando yo dejaba de hacerlo, me devolvía las fuerzas para siempre salir adelante de cualquier problema.

No tengo duda alguna de que los compañeros que continúan harán un excelente trabajo, este modelo que fue desarrollado, es tan sólido que estoy segura que continuará dando resultados positivos para la facultad, la universidad pero sobre todo a los alumnos que participan del proyecto, y quienes tienen la oportunidad de aprender en clase con ellos. En el futuro podremos ver salir de ahí grandes profesionistas que seguirán ayudando al crecimiento y desarrollo no sólo del Estado sino del País y por qué no un poco más allá.

10. BIBLIOGRAFÍA

ARIAS Ochoa, Marcos Daniel. El desarrollo del proyecto de Innovación docente y el cambio de grupo a escuela. México, UPN, 1995.

ARIAS Ochoa, Marcos Daniel. El proyecto pedagógico de acción docente. México, UPN, 1995.

DELGADILLO Santos, Francisca Elia. La práctica docente en la comunidad. Pachuca, Hidalgo, Unidad IPN 13-A, 1995.

FLORES Martínez, Alberto. Interrogantes y concreciones. México, UPN, 1985.

HIDALGO Guzmán, Juan Luis. Investigación educativa: una estrategia constructivista. México, Paradigmas, 1994.

OROPEZA Monterrubio, Rafael. Creatividad e innovación empresarial. México, Panorama Editorial, 1994.

RAMÍREZ, Jaime A., David Hernández López y M. Daniel Arias Ochoa. EL problema de plantear el problema. México, UPN, 1995.

RÍOS Durán, Jesús Eliseo, Ma. Guadalupe Bonfil y Castro y Maria Teresa Martínez Delgado. Características del proyecto de gestión escolar. México, UPN, 1995.

SÁNCHEZ Vázquez, Adolfo. Filosofía de la praxis. México, Grijalbo, 1980.

UNESCO. El tiempo de la innovación en materia de educación. T. 1, México, SEPSETENTAS, 1975.

https://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_de_programaci%C3%B3n

<http://www.slideshare.net/josevazquez7503/teorias-del-aprendizaje-24359252>