

44
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ACATLAN"

PROPUESTA DE ESTRATEGIA PARA IMPULSAR LA
INSERCIÓN DE TEMAS DE SIMULACION Y
SISTEMAS DINAMICOS EN LAS ASIGNATURAS
AFINES QUE SE IMPARTAN A LOS ALUMNOS
DEL C.C.H. NAUCALPAN



T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADO EN MATEMATICAS
APLICADAS Y COMPUTACION

P R E S E N T A

HERIBERTO ALFREDO SAMPSON AVILA





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

PENSAMIENTO	3
PRÓLOGO	4
INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO I	
CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA	8
I.1 Utilización de la simulación por profesionales para analizar sistemas dinámicos	8
I.2 Los alumnos de C.C.H. Naucalpan desconocen la simulación y los sistemas dinámicos	10
I.3 Formulación de la hipótesis científica	11
CAPÍTULO II	
ANÁLISIS DE SISTEMAS DINÁMICOS	12
II.1 Tipos de sistemas dinámicos	12
II.2 Importancia de la modelación de los sistemas dinámicos	21
CAPÍTULO III	
IMPORTANCIA DE LA SIMULACIÓN PARA LOS ALUMNOS DEL C.C.H. NAUCALPAN	27
III.1 Importancia actual de la simulación	27
III.2 La simulación como posibilidad de simplificar problemas	29
III.3 Preparación del alumno para estudios superiores y para el mercado laboral	32

CAPÍTULO IV	
ENSEÑANZA Y UTILIZACIÓN DE LA SIMULACIÓN PARA ANALIZAR SISTEMAS DINÁMICOS	33
IV.1 Importancia de la enseñanza de la simulación para analizar sistemas dinámicos	33
IV.2 El papel del profesor en el proceso de aprendizaje de la simulación y los sistemas dinámicos	34
IV.3 Principales problemas en la enseñanza de la simulación y los sistemas dinámicos	36
CAPÍTULO V	
PROPUESTA DE ESTRATEGIA PARA IMPULSAR LA INSERCIÓN DE TEMAS DE SIMULACIÓN Y SISTEMAS DINÁMICOS EN LAS ASIGNATURAS AFINES QUE SE IMPARTAN A LOS ALUMNOS DEL C.C.H. NAUCALPAN	39
V.1 Diseño de curso propedéutico en simulación y sistemas dinámicos para profesores	39
V.2 Diseño de conferencias sobre simulación y sistemas dinámicos para alumnos y profesores	85
CONCLUSIONES	89
NOTAS DE PIE DE PÁGINA	91
BIBLIOGRAFÍA	92

Lo más difícil de algunos caminos es que se recorren no únicamente solo, sino a oscuras.

PRÓLOGO.

Se puede considerar que acercar al alumno en general a la simulación es una necesidad propia de la actualidad, es decir, las personas de muchos lugares y de muchas disciplinas utilizan cada vez más la simulación para resolver problemas que involucran sistemas dinámicos y cuando se les preguntó a los alumnos del C.C.H. Naucalpan si sabían lo qué eran ciertos tópicos al respecto, ellos contestaron, en ocasiones hasta avergonzados, que no sabían lo que les cuestionaba.

Resulta muy importante introducir a los alumnos al campo de los sistemas dinámicos a través de la simulación, si México ha de avanzar tiene que hacerlo en base a sus estudiantes y trabajadores más destacados, y ¿cómo podrá ser posible que una persona sea sobresaliente si no conoce lo que está invadiendo la actualidad mundial?

En base a esto es posible que la aceptación que tengan los alumnos del C.C.H. Naucalpan por los temas relacionados con la simulación y los sistemas dinámicos será muy amplia, ya que la simulación se ha extendido a prácticamente todos los campos del saber humano, por lo tanto, es cada vez más indispensable para la persona que desea continuar sus estudios de licenciatura, maestría o doctorado y, a la larga, probablemente, en los trabajos de cierto nivel se requerirá de personas que sepan simular, sin olvidar a todos los científicos que la requieren cada vez más para comprender fenómenos naturales, la simulación de sistemas dinámicos está invadiendo la actualidad y no es posible quedarse atrás.

Se agradece la inapreciable ayuda del C.C.H. Naucalpan en general y en particular a los profesores: Angélica Galnares Campos, jefa de la Secretaría Docente del plantel; José Luis Castrejón y Gerardo Yañez, encargados del centro de cómputo. Así mismo a la asesora del presente estudio: María del Carmen González Videgaray, por su gran ayuda, y al profesor Noel Melgar Selvas por su asesoría metodológica.

INTRODUCCIÓN.

Los sistemas dinámicos son aquellas entidades que cambian su comportamiento conforme transcurre el tiempo, cosas tan habituales como el clima o el estado de ánimo son sistemas dinámicos y como éstos existen una gran variedad a todo lo largo del quehacer humano, paradójicamente el hombre no tiene la capacidad de controlar dichos sistemas, por lo menos en su totalidad, entonces se ha tenido que conformar con entender el comportamiento de dichos sistemas.

Muchas empresas en todo el mundo gastan una importante cantidad de dinero en intentan comprender el desarrollo de la inflación, por ejemplo, o el consumo futuro de un producto o las necesidades futuras de alguna población, en esta lucha se han desarrollado múltiples herramientas para atacar el problema y la simulación por computadora ha resultado una de las mejores alternativas.

En la actualidad las técnicas de simulación comienzan a ocupar un papel importante en diversas actividades tanto científicas como en la industria. Muchos procesos son simulados por computadora antes de ponerlos en práctica: acomodo de mercancía, consumo de productos, contaminación, estudios del suelo, análisis químico, análisis de mercado, estudio de catástrofes y muchos otros son minuciosamente estudiados a través de los resultados que arroja una computadora, y la razón es simple, el análisis de procesos en ocasiones resulta muy caro o en ocasiones hasta peligroso, por lo tanto las compañías y los institutos de investigación en todo el mundo contratan personas que tengan capacidad de simular por computadora, cosa que aporta un nicho natural para la gente que comprende sobre estas cosas.

Cuando se investigó el nivel de conocimientos que tienen los alumnos del C.C.H. Naucalpan con respecto a la simulación de sistemas dinámicos se descubrió un importante problema, existía una carencia casi absoluta de conocimientos al respecto, situación que es por demás preocupante, porque son precisamente estos alumnos los que podrían aspirar a ocupar puestos importantes en la industria o en la investigación, pero la carencia de conocimientos en simulación de sistemas dinámicos los deja en una notable desventaja con respecto a otras personas que si tienen nociones de estos tópicos.

Para tratar de solucionar esta situación se insertarán actividades de simulación de sistemas dinámicos en las asignaturas que por su estructura lo permitan, la intención no es que aprendan a hacer ejercicios que involucren sistemas dinámicos, sino darles

alternativas de solución a problemas con los que se pudieran topar y que les fuera muy difícil o aún imposible resolver.

Pero la inserción de actividades no es suficiente, pues parte de los conocimientos que adquieren los alumnos lo hacen a través de sus profesores, por lo tanto es necesario comenzar precisamente por éstos, la forma que se propone para acercar a los profesores a la simulación y sistemas dinámicos es sometiéndolos a un curso propedéutico con el fin de que los mentores descubran en la simulación una herramienta fácil, interesante y útil, y a través de su intercesión será más fácil que los alumnos lo comprendan también.

Por otra parte, y considerando los problemas de falta de tiempo en clase, se propone dictar conferencias para profesores y alumnos sobre esos temas, con el fin de complementar la enseñanza en el aula y aportar conocimientos actuales de la simulación de sistemas dinámicos, cosa que es sumamente importante en un campo tan variante.

En el capítulo I se intenta dar una visión general del problema, por una parte una gran cantidad de profesionales utilizando la simulación para analizar sistemas dinámicos y por la otra el casi completo desconocimiento por parte del alumnado del C.C.H. Naucalpan; y finalmente se presenta la hipótesis científica que permitirá dar las bases generales para la solución de este problema.

En el capítulo II se trata el tema del análisis de los sistemas dinámicos, para ello fue necesario mencionar los tipos de éstos, su clasificación, historia, etc.. Y por otra parte se habló de la importancia de su modelación.

En el capítulo III se toca el tema de la importancia de la simulación para los alumnos de C.C.H. Naucalpan. Se habla de su estatus actual y se maneja como una posibilidad real de simplificar problemas que serían muy difíciles de manejar si se usara otra herramienta, y esto traería como consecuencia la preparación del alumno para estudios superiores y para que su nivel en el mercado laboral sea mejor.

En el capítulo IV se habla sobre la importancia de la enseñanza de la simulación para analizar sistemas dinámicos, por ende, se ve el papel del profesor en el proceso de aprendizaje de ésta y aquellos, y por supuesto, se mencionan los principales problemas en la enseñanza de estos temas.

En el último capítulo se diseñan tanto el curso propedéutico en simulación y sistemas dinámicos, como el formato de las conferencias sobre estos temas, que es el objetivo principal de esta tesis.

A través de los capítulos se intentará que el alumno se familiarice con la simulación y descubra la facilidad de modelar sistemas dinámicos. En la medida que interactúe más con ésta probablemente deseará trabajar más con aquellos, y la consecuencia natural de ese proceso es que probablemente termine usando la primera para analizar los problemas que tengan que ver con los segundos.

La bibliografía ayudará en gran medida a profundizar los temas que aquí se mencionan.

CAPÍTULO I.

CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA.

I.1 Utilización de la simulación por profesionales para analizar sistemas dinámicos.

Los sistemas dinámicos son aquellas entidades que cambian su comportamiento conforme transcurre el tiempo, pero ¿por qué es importante estudiarlos? Es importante porque muchas de las actividades humanas tienen que ver con ellos, ejemplos de esto es: la bolsa de valores, el clima, epidemias, comportamiento de un edificio en un temblor, etc. Muchas empresas e institutos de investigación en todo el mundo gastan importantes cantidades de dinero en intentar comprender el desarrollo de diversos sistemas dinámicos, en este intento se han tomado en cuenta herramientas tales como los fractales, el juego de la vida de Conway, ecuaciones diferenciales, probabilidad, etc. pero la simulación por computadora ha resultado una de las mejores alternativas, es mucho más barata que muchas otras opciones y no requiere de personal de una alta especialización como en otros casos, además de su gran versatilidad a la hora de ser utilizada.

Jerry Banks en su libro “discrete-event system simulación” afirma lo siguiente:

“La simulación puede ser usada para los siguientes propósitos:

1. La simulación es útil para el estudio y experimentación de las interacciones de un sistema complejo o de subsistemas dentro de un sistema complejo.
2. Cambios en la información, organización y ambiente del sistema pueden ser simulados y el efecto de estas alteraciones pueden ser observadas en el modelo.
3. El conocimiento ganado al diseñar un modelo de simulación puede ser de gran valor para sugerir alternativas en el sistema bajo investigación.
4. Cambiando entradas en la simulación y observando las salidas resultantes, es posible estimar importancia y relación entre las variables.
5. La simulación puede ser usada como un medio pedagógico para reforzar las metodologías de solución analítica.
6. La simulación puede ser usada para experimentar nuevos diseños o políticas a implementar, así como para prepararse para lo que pueda suceder.
7. La simulación puede ser usada para verificar soluciones analíticas.”¹

¹Bank y Carson. “Discrete-event system simulation”, Prentice-Hall, New Jersey 1984, P.p.: 2-6.

Todo esto ha hecho de la simulación una poderosa herramienta para el estudio de diversos problemas y por ende los profesionales la han adoptado como parte de su vida y ha cotizado importantemente a las personas que la manejan.

I.2 Los alumnos del C.C.H. Naucalpan desconocen la simulación y los sistemas dinámicos.

La actual situación de la educación en México se refleja en muchos aspectos diferentes, entre ellos se tienen los notorios problemas en las escuelas de nivel medio superior y concretamente en el ámbito donde se toma información para la presente tesis, esto es, el C.C.H. Naucalpan. Muy significativo es que cuando se le pregunta a un alumno si conoce lo que son los sistemas dinámicos o la simulación éste contesta, muy probablemente, que desconoce lo más elemental de los temas cuestionados.

Cuando se revisó la historia de la computación que se desarrollaba en el C.C.H. desde sus inicios se encontró que en 1983 se realizaban tarjetas perforadas donde se codificaban los programas y posteriormente se llevaban a Ciudad Universitaria para correrlos; posteriormente (1987) se incorporaron los equipos Commodore 64 y la programación que se realizaba en ellos era en lenguaje Basic exclusivamente; a estos computadores siguieron en 1990 los I.B.M. con procesador 8086, estos contaban con 256 kb. de memoria para el usuario; acto seguido llegaron las computadoras compatibles con I.B.M. con dos unidades de disco y 640 kb., esto fue en 1992; posteriormente llegaron equipos igualmente compatibles pero con procesadores 80286 en 1994 y finalmente en 1996 se promete con abastecer al centro de cómputo del plantel de computadoras con procesadores 80486.

Es muy importante hacer notar que si bien los equipos de cómputo evolucionaron, las formas de trabajo realmente conservaron las mismas pautas, o sea, algunos maestros seguían dando el lenguaje Basic, otros Pascal, pero el punto fino del problema es que jamás se insertó un programa de estudios formal que incluyera a la simulación y por supuesto también quedaron excluidas las aplicaciones con sistemas dinámicos.

Lo más grave de todo es que ni siquiera en materias afines (que no sean de computación) se ve simulación y ¿qué decir de los sistemas dinámicos? Todo esto a pesar de que el plan de estudios ha sido recientemente reformado.

Ante este panorama es muy comprensible que los alumnos desconozcan lo más indispensable de cualquiera de los tópicos de la presente investigación.

I.3 Formulación de la hipótesis científica.

En la actualidad cada vez más profesionales requieren de utilizar la simulación para investigar diversos sistemas dinámicos, en tanto que los alumnos del C.C.H. Naucalpan desconocen lo más elemental tanto de simulación como de sistemas dinámicos, lo cual pone en una notable desventaja con respecto de alumnos de otras instituciones, con los cuales tendrá que competir a la hora de encontrar trabajo o sobresalir en él, realizar investigaciones, etc..

En vista del anterior conflicto se propone la siguiente hipótesis científica:

“Si se propiciara en los profesores del C.C.H. Naucalpan la enseñanza y utilización de la simulación para analizar sistemas dinámicos, y se dictaran conferencias sobre ambos, entonces, los alumnos utilizarían profusamente ésta (la simulación) para el análisis de aquellos (los sistemas dinámicos) y con esto aumentaría su nivel educativo poniéndolos en una posición menos desventajosa que la que tienen con respecto a otras personas de instituciones ajenas o de otros países”

La presente hipótesis resume la solución al problema de la falta de información de los alumnos del C.C.H. Naucalpan con respecto a la simulación y los sistemas dinámicos.

En los siguientes capítulos se intentará demostrar la importancia de la presente hipótesis.

CAPÍTULO II.

ANÁLISIS DE SISTEMAS DINÁMICOS.

II.1 Tipos de sistemas dinámicos.

Para iniciar el estudio se tienen que hacer una serie de preguntas que cuando sean respondidas se podrá comprender mejor el punto fino de este capítulo.

Lo primero que se debe preguntar es: ¿Qué es un sistema? Se tratará de despejar esta incógnita a través del diccionario:

“Sistema: Conjunto de elementos diferenciados que interactúan e interrelacionan entre sí para obtener un objetivo, meta o fin común.”

Pero esta definición es más bien escueta en relación con todo lo que es necesario saber acerca de los sistemas. Para el pleno entendimiento de los mismos es necesario considerar otras cosas, las cuales se bosquejarán en seguida.

En cuanto a la estructura del sistema se debe entender que está perfectamente diferenciado, es decir, que los elementos que lo constituyen deben estar contenidos o excluidos del conjunto, esto lleva a un concepto simple pero muy importante, el sistema tiene “fronteras”, las cuales serán la entidad teórica que segregará los elementos del sistema de los que no lo son. Este concepto conduce a otro no menos importante: el “medio ambiente”, esto se refiere a todo lo que no forma parte del sistema, pero afecta el desarrollo del conjunto, es decir, cuando una entidad externa al sistema lo modifica, se dice que esta última es parte del medio ambiente del sistema; por otro lado si ese algo puede ser afectado en alguna forma por el sistema significa que ese algo es parte del conjunto y ya no forma parte del medio sino que se convierte en un elemento del mismo sistema. Lo anterior acerca al hecho que el sistema presenta una “retroalimentación”, derivada de la dependencia del sistema con los elementos internos al conjunto y el medio ambiente, y de los elementos con el conjunto, es decir, sería muy lógico que los elementos que constituyen el conjunto, así como el medio afecten al sistema, y desde luego que el sistema en general afecte o condicione a los elementos. Es evidente que cuando una entidad está fuera del sistema y además no lo afecta de alguna forma, este ente no forma parte del medio ambiente, ni del sistema, por supuesto, por lo tanto es mejor no tomarlo en cuenta, pues el transcurso de su actividad no es importante para el sistema y tampoco para su estudio. De manera muy conceptual es posible entender que

existe una primera división para los sistemas, esto es, los abiertos y los cerrados, los primeros tienen relación con el medio y los segundos no. Es importante hacer notar que algunos autores piensan que los cerrados son propios de la mente humana, que los utiliza para entender otros más grandes, los cuales serían muy difíciles si se consideraran como abiertos; los mismos autores sospechan que los cerrados no existen de manera natural, pues el separar alguna entidad de su entorno la metería en graves problemas y posiblemente algunos serían heredados al todo, lo cual definitivamente crearía un nuevo sistema del conjunto original y el elemento separado (completamente separado) “moriría” por decirlo de alguna manera o (si pudiera relacionarse con elementos igualmente segregados) crearía una nueva organización.

Ahora es posible definir el concepto de “recursos del sistema” como aquel conjunto de elementos que están dentro del éste y son los medios que utiliza para realizar sus trabajos, es decir, todo lo que desde dentro del conjunto ayuda a que los fines se lleven a buen término, por así decirlo. Los creados por el hombre podrían ser: herramientas, personal humano, mobiliario, etc.. Y en otros un poco más generales sería todo aquello de lo que se vale el conjunto para satisfacer sus objetivos.

Otra cuestión importante son los “componentes del sistema”, es decir, el conjunto de actividades concretas que ayudarán a la realización de sus fines.

Algunos autores introducen otros elementos para la comprensión de sistemas, aunque lo consideran más bien desde el punto de vista administrativo, es decir, existen individuos que piensan que debe ser insertado el “objetivo”, porque creen que cuando se hace el análisis es de vital importancia el que los objetivos de éste queden perfectamente definidos desde el principio, porque de no ser así, se correría el riesgo de que tienda a metas que no son las que se están buscando, en otras palabras, que no se tome el verdadero objetivo y se estén encaminando esfuerzos para realizar una meta secundaria o incluso ajena a la que se deseaba. Y por supuesto no falta quien piensa que la “administración” del sistema forma parte del mismo, es decir, creen que la parte que se encarga de la generación de planes y el establecimiento de metas debe ser parte integrante del conjunto. Por otro lado se tienen los “datos”, es decir, las entidades que van a integrar la información que se requiere, éstos necesariamente deberían formar parte del sistema total, así mismo como la “documentación” relacionada, etc..

En este momento se puede aspirar a entender, aunque sea superficialmente, lo que es un sistema; ahora lo interesante es entender la génesis y evolución de la forma de verlos, pero para esto, es necesario introducir algunos conceptos antes de proceder a la enumeración de hechos históricos relacionados con su estudio.

El primer tópico a tratar es el “reduccionismo”, éste “es una doctrina que sostiene que todos los objetos y eventos, sus propiedades y la experiencia, así como el conocimiento de ellos están formados por elementos últimos o partes indivisibles”² (esto ya lo comprendían los antiguos griegos cuando sostenían que todo cuerpo estaba constituido de partes indivisible, o sea los átomos).

Un segundo tópico es el relacionado con el “pensamiento analítico” el cual es un complemento natural a la doctrina del reduccionismo. Es el proceso mental por el cual se descompone cualquier cosa a explicar. “Las explicaciones del comportamiento y las propiedades del todo se obtienen a través de las explicaciones del comportamiento y las propiedades de sus partes”³.

En un problema, primero se “reduce de tamaño”, entonces se solucionan las partes más sencillas y se conjuntan las soluciones para encontrar la respuesta del todo.

Anteriormente se creía que todo y cada evento podía reducirse a partículas de materia y su movimiento, se consideraba que se podría explicar en principio cada fenómeno con las leyes que gobernaban la materia y el movimiento. Así se consideraba a los cuerpos animados como máquinas que no diferirían en forma esencial de los inanimados, en consecuencia se opinaba que las ciencias físicas eran todo lo necesario para explicar la vida, y esta doctrina se llama “mecanicismo”.

Un tercer tópico a mencionar es el “expansionismo”, el cual se refiere a que todos los objetos, eventos y experiencias que forman parte de entidades mayores. Con lo expresado no se trata de decir que se niegue que tengan partes, sino que tanto los objetos, los eventos y las experiencias son partes de algo que los engloba.

El expansionismo implica el modo sintético de pensamiento, en él se considera que lo que se va a explicar es parte de un sistema mayor y se maneja en función del papel que juega en ese mayor. Al modo sintético de pensamiento se llama “enfoque de sistema”. El funcionamiento de un conjunto depende de la forma en que se relaciona con su medio ambiente y de cómo interactúa con otros en ese ámbito.

El último concepto que se tocará es la “teleología”. En el pensamiento teleológico se puede explicar el comportamiento por lo que se produjo, por lo que produce o desea producir. El estudio de las funciones, metas y propósitos de los individuos y grupos ha

²Ackoff, Russell A., “Rediseñando el futuro”, Limusa, México 1979, Pág.: 10

³idem., Pág.: 11

producido mayor habilidad para mejorar su desempeño de la que resultó del estudio de los mismos considerados como mecanismos sin un propósito.

De aquí en adelante se procederá a hablar de la historia, en sí, del estudio de sistemas.

La noción de sistema es tan antigua como la escuela filosófica europea. La filosofía y su descendiente, la ciencia, ven la luz en el instante en que los griegos antiguos aprenden a ver o encontrar, en el mundo de la experiencia, un orden o cosmos (que es lo opuesto al caos que es el completo desorden) inteligible, así mismo, controlable (según ellos) mediante el pensamiento y la acción racional.

Aristóteles afirmaba: “el todo es más que la suma de las partes”, aunque en su tiempo sus palabras no cobraron mucha importancia, se conservaron para la posteridad y después vendrían a describir con gran propiedad lo que sería la Teoría General de Sistemas.

La siguiente etapa del recorrido entraría en una etapa terriblemente estancante en toda la historia del pensamiento científico, ésta es la Edad Media, es decir el oscurantismo. Durante ese periodo no hubo avances científicos importantes (al menos en occidente), y por lo tanto en el estudio y comprensión de los sistemas tampoco, y por otro lado buena parte de la humanidad se dedicaba al conocimiento fundamentado en posiciones idealistas (al menos en occidente también).

Algunas de las innovaciones fueron dadas por la nueva manera de mirar al mundo de Giordano Bruno, Nicolás Copérnico y Galileo, el último sustituyó la visión descriptivo-metafísica de la escuela de Aristóteles por la concepción matemático-positivista.

El siguiente paso y de los más decisivos en la evolución de la concepción de los sistemas viene con Sir Isaac Newton el cual es el precursor del mecanicismo y con la concepción de esto último el gran despegue del estudio de los sistemas.

René Descartes bosquejó el primer modelo del método científico. Y en cuanto a los sistemas, la máxima segunda del “Discours de la Méthode” cartesiano era “descomponer cada cuestión en tantos elementos simples como fuera posible”. Esto, formulado también por Galileo como el método “resolutivo” ha sido el paradigma conceptual de la ciencia desde sus orígenes hasta el trabajo experimental que se realiza en los laboratorios de la actualidad: resolver y reducir los fenómenos complejos en procesos y partes elementales.

Posteriormente, en los años cuarenta se da un gran desarrollo en la ciencia y la tecnología. Howard Aiken crea la computadora Mark 1; Norbert Wiener, da los principios de la cibernética; Claude Shannon, trata la teoría de la información; George Dantzing, da las bases de la investigación de operaciones; y finalmente llega Ludwig von Bertalanffy, con la teoría general de sistemas.

Bertalanffy escribió:

“Puesto que el carácter fundamental de la cosa viviente es su organización, la investigación usual de procesos o elementos individuales es incapaz de ofrecer una explicación completa de los fenómenos vitales. Dicha clase de investigación no informa sobre la coordinación de partes y procesos. La tarea básica que debe fijarse será, por lo tanto, el descubrimiento de las leyes de los sistemas biológicos. Los intentos de encontrarle fundamentación a la biología teórica apuntan a un cambio radical en la visión del mundo. A esta nueva visión, considerada como método de investigación, llamo ‘biología organismica’ y, en cuanto intento explicativo, ‘la teoría de sistemas del organismos’. Si el término ‘organismo’ que se ha utilizado en las líneas precedentes se sustituye por el de ‘entidad orgánica’ (grupos sociales, personalidad, dispositivos tecnológicos, etc.) se obtiene el programa de la teoría de sistemas.”

Ludwig von Bertalanffy esbozó la teoría “dinámica” de sistemas y describió matemáticamente varias propiedades sistémicas (totalidad, suma, crecimiento, competencia, alometría, mecanización, centralización, finalidad, etc.) derivada de la descripción del sistema mediante ecuaciones diferenciales simultáneas.

A Bertalanffy le interesaba especialmente elaborar la teoría de “sistemas abierto”. La que guarda múltiples relaciones con la cinética química en sus aspectos biológicos, teóricos y tecnológicos, con la termodinámica de procesos irreversibles, etc.; los sistemas abiertos pueden dar origen (teóricamente) a los cerrados con sólo igualar a cero las llamadas variables de transporte.

La teoría dinámica de sistemas tiene interés por las transformaciones de los mismos en el tiempo. Una noción capital para la teoría dinámica es la estabilidad, o sea, la respuesta a las perturbaciones.

Y finalmente, debe distinguirse entre “sistemas reales” y “abstractos”. Los primeros son las entidades percibidas o deducidas de la observación, cuya existencia es independiente del observador. Frente a ellos se tienen los conceptuales tales como la lógica y las matemáticas, que son esencialmente construcciones simbólicas, y una

subclase son los abstractos (las ciencias), los cuales son conjuntos conceptuales que tienen correspondencia con la realidad. Sin embargo, su distinción no resulta tan clara como parece a primera vista.

En resumidas cuentas, toda frontera es más dinámica que espacial. Por consiguiente, cualquier objeto y en especial cualquier sistema es solamente definible por su cohesión, tomada en sentido lato, es decir, por las interacciones entre los elementos componentes. Según esto, un ecosistema o un sistema social son tan reales como una planta, un animal o una persona; por otro lado las interacciones (interrelaciones), son construcciones conceptuales.

Una vez vistos los sistemas de manera general se procederá a clasificarlos:

- **SISTEMAS ABIERTOS / SISTEMAS CERRADOS:** Se establece como característica la existencia de flujos e intercambio significativo entre el sistema y el medio.
 - ⇒ Sistemas abiertos: Es aquel que tiene un constante flujo con el medio.
 - ⇒ Sistema cerrado: Es aquel en que interactúan en muy poco grado con su medio ambiente
- **SISTEMAS CON PROPÓSITO / SISTEMAS REVISORES DE PROPÓSITO / SISTEMAS CON PROCESO TELEOLÓGICO:** El criterio se basa en la posible persecución de objetivos o propósitos por el sistema que se trate, que puede incluir ciertas variantes:
 - ⇒ Sistemas con propósito: Éstos son creados o diseñados con su objetivo ya definido y su funcionamiento sólo incluirá tratar de lograr dicho fin, como ejemplos de estos sistemas son las máquinas en general y los objetos, sin importar su clase.
 - ⇒ Sistemas revisores de propósito: El sistema además de perseguir una serie de objetivos, tiene la capacidad de establecer estrategias y caminos alternativos para conseguir dichos propósitos, un ejemplo de esta clase de sistemas son los animales.
 - ⇒ Sistemas con proceso teleológico: No sólo tiene capacidad de crear y elegir caminos y estrategias para conseguir sus propósitos sino que también tiene la posibilidad de enjuiciar y modificar o autoimponerse nuevos fines, el ejemplo por excelencia para esta clase de sistemas es, por supuesto, el hombre.
- **SISTEMAS DUROS / SISTEMAS SUAVES:** Los criterios que tienen que ver con esta clasificación son los siguientes.
 - ⇒ Grado de perfección en la definición de los objetivos o propósitos del sistema.

⇒ Grado de perfección en la definición de las medidas de eficiencia o rendimiento del sistema.

⇒ Grado de claridad y estructuración del proceso de decisión del sistema.

- **SISTEMAS SIMPLES / SISTEMAS COMPLEJOS:** Esta taxonomía se basa en una medición del grado de complejidad de la estructura del sistema, estableciéndose como extremos la estructura más simple conocida y la más compleja.
- **SISTEMAS MECÁNICOS / SISTEMAS ORGÁNICOS:** Se reconoce la existencia de sistemas con un alto grado de evidencia de proceso en que es posible identificar relaciones de causa-efecto (entidades mecánicas), y por otra parte conjuntos en que esta relación aún existiendo no es fácil de identificar (sistemas orgánicos). Por otra parte corresponde a las entidades mecánicas una estructura mucho más estable (permanente) que en el caso orgánico.
- **SISTEMAS DECADENTES / SISTEMAS ESTABLES / SISTEMAS NEGENTRÓPICOS:** Este esquema se basa en el conocimiento de la forma en que los sistemas abiertos interactúan con el medio, siendo posible tres alternativas:
 - ⇒ **Sistemas decadentes:** En esta clase de sistemas el medio ejerce una influencia tan notable sobre éstos que termina por “permear” o infiltrar, tanto su estructura como su proceso decisivo, de modo tal que en un lapso determinado la estructura tiende a degenerar o caer y el ente desaparece, lo cual origina en muchos casos la creación de un conjunto nuevo.
 - ⇒ **Sistemas estables:** En este caso la interacción medio-sistema se da de tal modo que ni uno ni otro influyen de modo preponderante sobre el otro de modo que se establece un equilibrio generalmente duradero.
 - ⇒ **Sistemas Negentrópicos:** El sistema no sólo es capaz de asimilar entropía (situación caótica o de desorden) del medio, sino que tiene la capacidad de combatirla en entropía negativa y devuelve ésta a su medio, influenciándolo de tal manera que en general se presenta una tendencia a la expansión, ya sea por crecimiento o reproducción de la estructura.
- **SISTEMAS VIVIENTES / SISTEMAS NO VIVIENTES:** Aún cuando no existe un acuerdo completo al respecto se han utilizado factores para distinguir estos sistemas:
 - ⇒ Existencia de fenómenos de adaptación.
 - ⇒ Existencia de procesos teleológicos.
 - ⇒ Existencia de procesos de homeostasia (es cuando se mantiene un estado de equilibrio).
 - ⇒ Tendencia a la reproducción de sus estructuras.

Se ha estado tratando de manera más o menos general lo que es un sistema, pero en este momento se entrará al tipo de sistemas que se involucran en el estudio de la presente tesis: los sistemas dinámicos.

La dinámica (según el diccionario) es la rama de la física que se encarga del estudio del movimiento, de ahí se parte para generalizar lo que se considera un proceso dinámico.

Un proceso dinámico es aquel cuyo desarrollo a través del tiempo presenta transformaciones importantes (caso opuesto a los procesos estáticos que no sufren tales cambios).

Basado en lo anterior un sistema dinámico es un conjunto de procesos dinámicos que interactúan para la realización de algún efecto.

“Denótese por ejemplo, para un sistema S una entrada con U y una salida con Y .

Al aplicar dos entradas U' y U'' al sistema S , suponiendo que siempre se empieza en el mismo momento t_0 y que el sistema se encuentra en las mismas condiciones iniciales de t_0 , las entradas U' y U'' pueden cambiar con el tiempo...

Ahora bien, si las dos entradas son iguales sobre el intervalo $[t_0, t_1]$, y diferentes para todo $t > t_1$. Se dice que el sistema S es “causal” en un intervalo $[a, b]$, si y sólo si

$$U'(t) = U''(t) \forall t \in [t_0, t_1] \Rightarrow Y'(t_1) = Y''(t_1)$$

para todo $t_1 \in [a, b]$.

Esto quiere decir que si U' y U'' son iguales para todo el intervalo pasado con respecto al momento t_1 , entonces las salidas correspondientes Y' y Y'' también son iguales en el momento t_1 .

“Es posible definir la “clase de equivalencia” de las entradas de un sistema S como el conjunto de todas las entradas equivalentes de este sistema, sobre un intervalo dado $[t_0, t_1]$. Hay que observar que esta propiedad depende del intervalo de tiempo, y constituye

*Raczynsky, Stanislaw. “Simulación por computadora”. Limusa, México 1993. P.p.: 18-20

una “relación de equivalencia”. El concepto de la clase de equivalencia permite clasificar los sistemas dinámicos de la siguiente manera (refiriéndose siempre al intervalo $[t_0, t]$):

- 1) Hay sólo una clase de equivalencia: En este caso el sistema se llama “algebraico”. Como ejemplo de éste se tiene el sistema descrito con la ecuación $Y(t) = \ln(U(t))$, es algebraico, porque para cualquier $t > t_0$ todas sus entradas son equivalentes y pertenecen a la misma clase de equivalencia.
- 2) El número de clase de equivalencia es finito: Estos sistemas llevan el nombre de los “autómatas finitos”. Esta situación ocurre, si un sistema puede encontrarse solamente en unos estados fijos, cuyo número es finito. Por ejemplo un sistema digital compuesto de un número finito de compuertas NAND, NOR y flip-flop es un autómata finito.
- 3) El número de las clases de equivalencia es infinito, pero numerable: Estos sistemas se llaman autómatas infinitos. Por ejemplo, un sistema de servicio con una fila no limitada y un puesto de servicio es un autómata infinito.
- 4) El número de clases de equivalencia es infinito no numerable, pero existe una correspondencia biunívoca entre los números reales y las clases de equivalencia. Estos son los sistemas con parámetros concentrados. Cualquier sistema descrito con un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias pertenece a esta clase.
- 5) Hay más clases de equivalencia que los números reales: En este caso se dice que el sistema es de parámetros distribuidos: A esta clase pertenecen todos los sistemas descritos con ecuaciones diferenciales parciales. Como ejemplos se tiene:
 - ⇒ El proceso de propagación de temperatura en un pedazo de metal, donde la temperatura depende de la posición (dentro de la pieza) y del tiempo.
 - ⇒ El proceso de difusión de un componente químico dentro de un tanque con una solución, sin mezclar el contenido del tanque.

Más intuitivamente, esta clasificación se puede relacionar con el número de los estados posibles de un sistema dinámico en el momento. Recuérdese que un vector X representa el estado de un sistema dinámico, si y solamente si existe una función F tal que para todo $t \geq t_1$.

$$X(t) = F[t, U\{t_1, t\}, t_1, X(t_1)]$$

En otras palabras, X es el estado del sistema, si, al conocer X en un momento dado y la entrada del sistema, se pueden calcular los estados futuros. Es posible observar que el número de las clases de equivalencia es igual al número de los estados posibles en el momento, desde luego, para los sistemas cuyo estado está bien definido.”⁵

⁵Raczynsky, Stanislaw. “Simulación por computadora”. Limusa, México 1993. P.p.: 15 y 16

II.2 Importancia de la modelación de los sistemas dinámicos.

Primeramente es importante que se tenga una aproximación con los modelos y eso es justamente lo que se hará.

Se define modelo (según la ingeniería de sistemas) como una representación cuantitativa o cualitativa de un sistema. Esta representación debe mostrar las relaciones entre los diversos factores que son de interés para el análisis que se esté llevando a cabo.

Las características que se toman en cuenta para clasificar los modelos son: la variación o adaptación de los éstos en el tiempo, el grado de intervención de factores aleatorios y la forma o grado de abstracción.

Para una clasificación más específica se mencionará lo siguiente.

MODELOS MATERIALES / MODELOS FORMALES: Desde hace mucho tiempo el hombre ha necesitado hacer representaciones más sencillas de modelos, por ejemplo: una maqueta, para representar una construcción o un diagrama para estudiar un proceso x.

- **MODELOS MATERIALES (icónicos):** Éstos son transformaciones de los sistemas físicos originales, en otros sistemas, también físicos pero más sencillos que los originales (en general) y que conservan sus características esenciales. Estos modelos se dividen según su grado de semejanza con la realidad en:

- ⇒ Modelos materiales tipo replica: Éstos son representaciones físicas de los objetos materiales originales; conservándose en éstas la “dimensionalidad” de los objetos originales. Ejemplos de esto es una estatua, una maqueta, un tren de juguete, etc..

- ⇒ Modelos materiales tipo cuasi-réplica: En estas representaciones se pierde una o más de las dimensiones del objeto original al no ser considerada en el modelo. Ejemplos: una fotografía, el cinemascope, mapas, etc..

- ⇒ Modelos materiales tipo análogos: Son modelos que no tienen un parecido directo con el objeto original; pero puede establecerse un mapéo o correspondencia uno a uno entre las variables fundamentales del modelo y las del objeto original. Ejemplo: una representación donde no se ilustran las sillas, camas, mesas, etcétera como tales, sino con figuras que los simbolicen.

- **MODELOS FORMALES:** Se definen como una serie de aseveraciones expresadas en términos lógicos, que representan las propiedades esenciales del sistema en sí; éstos se subdividen según su grado de abstracción en:
 - ⇒ Modelos formales tipo descriptivos: Son una serie de aseveraciones sobre el sistema original expresadas en lenguaje humano natural. Ejemplo: un libro donde se maneje únicamente texto.
 - ⇒ Modelos formales tipo simulativo: Generalmente están expresados en lenguajes de simulación (GASP II, GPSS, SYMScript, etc.), aunque también pueden contener expresiones en lenguaje humano natural o fórmulas y expresiones matemáticas. Ejemplos: las tablas de decisiones lógicas, un programa para computadora para una jugada de ajedrez, etc..
 - ⇒ Modelos formales tipo formalizativos: Son una serie de aseveraciones sobre el sistema original, expresadas en símbolos manipulados mediante las operaciones definidas por una estructura matemática formal. Ejemplo: una ecuación diferencial que describa el comportamiento de un circuito eléctrico.

MODELOS ESTÁTICOS / MODELOS DINÁMICOS: Se dice que un modelo es estático cuando no sufre transformaciones importantes con el tiempo. Ejemplos: un mapa, los 10 mandamientos, etc..

Un modelo dinámico es el que si sufre transformaciones importantes con el tiempo. Ejemplos: las leyes de un país, una ecuación diferencial estocástica, etc..

MODELOS PROBABILÍSTICOS / MODELOS DETERMINÍSTICOS: Los modelos probabilísticos son aquellos que contiene elementos probabilísticos o aleatorios que afectan el comportamiento del sistema. Ejemplos: experimentos genéticos, ecuaciones diferenciales estocásticas, etc..

Los modelos determinísticos no contienen elementos probabilísticos que afecten el comportamiento del sistema. Ejemplos: las leyes de Newton, estatuas, mapas, etc..

Con las clasificaciones anteriores es posible situar un sistema determinado en un cierto marco, por ejemplo: un reporte meteorológico es un modelo estático, probabilístico, formal de tipo descriptivo.

Ahora corresponde estudiar las clases de modelos.

Entre las finalidades que se persiguen al establecer un modelo pueden citarse:

- Describir el sistema de estudio y sus componentes.
- Describir el comportamiento del sistema ante diferentes estímulos.
- Visualizar aspectos de confiabilidad.
- Evaluación de costos y eficiencia.
- Visualizar tiempo y movimiento, etc..

Los modelos pueden tomar diferentes formas, como son:

- Un diagrama que muestre los diferentes elementos (principales) del sistema.
- Un diagrama que muestre cómo hacer un trabajo.
- Descripción detallada de procedimientos.

Los modelos de descripción son generalmente de naturaleza cualitativa, de ellos se extraen características del sistema: exactitud, rapidez, etc.. Se establecen tomando en cuenta las características de los componentes y su interconexión.

Los modelos de tiempo son de utilidad cuando se desea controlar el tiempo de avance y realización de un proyecto.

Los modelos de confiabilidad tiene el fin de mostrar la parte que cada componente juega en el éxito del sistema; ayudan a ver qué elementos son fundamentales y cuales no; además cuales podrían mejorar la confiabilidad del sistema si contaran con unidades de apoyo en caso de falla.

Los modelos de costo son usados para obtener costos por unidad, eficiencias, costos de componentes, etc.; éstos son importantes ya que la decisión de realizar o no un proyecto depende de la rentabilidad.

Para realizar un modelo se requiere conocer su finalidad y la naturaleza del sistema, una vez que se tiene esto, se comienza a trabajar en el modelo; al principio es recomendable empezar por modelos sencillos e ir detallándolos a medida que se conoce mejor el sistema.

Para el desarrollo de un buen modelo se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

Objetivos: Es importante determinar en forma clara los objetivos del sistema; esto se da a través de la observación de su comportamiento; para estos procesos de análisis es importante que el investigador se involucre profundamente con el conjunto para entender su mecánica.

Análisis del sistema: Su finalidad es aislar las partes, interacciones, relaciones y mecanismos dinámicos del sistema, en esta etapa es importante determinar qué variables son endógenas (internas) y cuales exógenas (externas). Un cambio en el primer tipo de variables depende de la dinámica del sistema; mientras que otro en el segundo tipo es independiente al conjunto, aunque en ocasiones una misma variable puede ser endógena y en otras exógena. También es necesario identificar las variables de estado del sistema, con este nombre se conoce a aquel conjunto de variables, cuyo valor es necesario conocer en un determinado instante de tiempo, para determinar, dada la variación en las variables exógenas el nuevo estado del sistema en el tiempo.

Por otro lado, además de detectar las variables de estado se debe buscar las leyes que rigen los cambios en esas variables.

Los objetivos de la etapa de análisis del sistema pueden sintetizarse determinando:

- Fronteras.
- Medio ambiente en que se desenvuelve.
- Elementos.
- Elementos o actividades que tienen características retroalimentativas.
- Variables de estado.
- Leyes de transición de las variables de estado.

Además de lo anterior es necesario considerar las etapa siguientes cuando se desea modelar un sistema con el fin de optimizarlo:

Síntesis del sistema: En esta etapa se integran todos los conocimientos que se tienen del sistema en un modelo que represente mejor las características que se buscan; la decisión del tipo de modelo es necesaria porque quizá un modelo determinado resulte más apropiado que otros.

Verificación del modelo: Consiste en determinar si éste opera como su planeador ha concebido que debiera hacerlo.

Validación del modelo: En esta etapa se comparan las respuestas del sistema real con las obtenidas en el modelo. Si la etapa de validación no se terminó con éxito, debe reiniciarse el proceso de creación del modelo, a partir de las etapas de análisis o síntesis del sistema.

Inferencia: Consiste en una serie de experimentos que son utilizados para:

- Determinar el comportamiento dinámico del sistema como respuesta a ciertas entradas durante un periodo de tiempo.
- Determinar los cambios relativos (marginales) en los resultados producidos por cambios unitarios en los elementos del sistema (análisis de sensibilidad).
- Determinar puntos óptimos de operación; o sea, buscar el ambiente y la combinación de entradas, para que el sistema trabaje de manera óptima (según ciertos criterios).

Las falacias más frecuentes de la validación de modelos son:

- De nivel: se considera verdadero para el todo lo que es cierto para las partes.
- Individualista: alude a pensar que lo que es cierto para los individuos lo es para los grupos.
- Histórica: considera que los sistemas no cambian con el tiempo.

La función de producción es un modelo matemático entre cantidades físicas de insumo y producto.

En todas las fases de un análisis de sistemas es necesario tomar decisiones sobre el aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles.

En las fases de diseño, construcción y operación estos recursos limitados se transforman en recursos de mayor valor.

Tanto durante el diseño como durante la operación del sistema debe tenderse a un aprovechamiento óptimo de los recursos, es decir, deben minimizarse el costo de insumos y maximizar el valor del producto.

El análisis de sistemas, ya sea que se enfrente a un problema de análisis o de diseño, tiene que tomar en cuenta los factores siguientes:

- Las leyes físicas o de otra índole que gobiernan la transformación de insumos en productos.
- El valor por el sistema.
- El valor de los productos generados por el sistema.

Apoyado en todo lo anterior, se puede afirmar que uno de los pasos más importantes en cualquiera de las fases de análisis de sistemas es el modelado. Del establecimiento del modelo adecuado para la fase del análisis depende en gran parte el éxito del estudio, ya que los resultados nunca podrían ser mejores que el modelo que se emplea para obtenerlos.

El número de variables que interviene en un sistema pueden ser muy grandes, por lo que es importante incluir en el modelo solamente aquellos factores que sean relevantes para el análisis.

El modelo tiene como ventaja el que se puede someter a diversas condiciones de operación y estudiarse su comportamiento sin necesidad de crear el sistema y someterlo a situaciones reales (lo que sería caro y hasta peligroso). Ahora que por otro lado en ocasiones se puede modelar su sistema ya existente con el fin de ver a futuro el comportamiento del mismo.

Ahora, se cuenta con una comprensión más clara de los sistemas tanto dinámicos como no dinámicos, y es evidente que la utilización de los modelos es generalmente mejor que realizar experimentos con sistemas reales, de ahí su gran importancia.

CAPÍTULO III.

IMPORTANCIA DE LA SIMULACIÓN PARA LOS ALUMNOS DEL C.C.H. NAUCALPAN.

III.1 Importancia actual de la simulación.

En la actualidad la simulación se ha convertido en un herramienta de uso para una gran cantidad de profesionales. Físicos, químicos, economistas, médicos, etc., se ven cada día más interesados en la simulación.

Federico Rodríguez Torres en su libro "Técnicas y modelos de simulación" habla de simulación en los siguientes términos:

"La técnica de simulación de sistemas es una herramienta de análisis, cuyo uso se ha extendido a diversas áreas (administración, economía, ingeniería, etc.) en forma muy reciente. Su inicio se ubica en la década de los 40's cuando von Newman y Ulam la utilizaron para analizar y resolver problemas complejos en el campo de la física, en los que la solución analítica no siempre es factible o bien, es demasiado costosa para hacerlo en forma experimental.

El uso de la computadora con las facilidades y ventajas que esto implica, hizo posible que la simulación de sistemas, ampliara las áreas y objetivos de su aplicación, así fue como se incrementó el uso de la técnica para realizar funciones de control y evaluación, experimentación controlada de sistemas administrativos y/o económicos, prognosis, etc.."⁶

De hecho la simulación tiene un sinnúmero de aplicaciones en la actualidad para tocar sólo algunas se mencionan las siguientes:

1. Modelado de sistemas ecológicos:
 - Producción de alcohol mediante levaduras.
 - Modelado de una población de ratas.
 - Evolución de conejos, ciervos, etc.
 - Modelos tipo "Lotka-Volterra".

⁶Rodríguez y Delgado. "Técnicas y modelos de simulación". Dirección de bibliotecas y publicaciones del I.P.N., México 1991. Pág.: 9

2. Modelado de sistemas físicos, químicos y matemáticos:
 - El movimiento de un punto en el plano.
 - Cinética química.
3. Modelado de un sistemas de transmisión de una enfermedad:
 - Modelo de la fiebre amarilla.
4. Modelado de un sistema histórico:
 - Evolución de una civilización precolombina los Mayas por ejemplo.
5. Modelado de sistemas empresariales:
 - Contratación de vendedores de periódicos.
 - Gestión de inventarios.
 - Evolución de un “polígono industrial”.
 - Modelado de un proceso productivo con varias etapas, una empresa por ejemplo.
6. Modelación de sistemas económicos y sociales:
 - Historia de una peseta.
 - Un sistema oferta-demanda.
 - Crecimiento económico.
 - Modelado de un sistema demográfico.
 - Modelado sobre la estabilidad de la economía capitalista.
 - Modelado sobre la difusión de un rumor.
7. Prospectiva y planificación:
 - Modelo de planificación territorial.
 - Modelo de planificación ganadera.
 - Modelo de planificación educativa.
 - Modelo de planificación del agua.⁷

Una vez observada la gran diversidad de aplicaciones de la simulación es muy claro que casi cualquier sistema podría ser modelado mediante simulación, de ahí que los profesionales en la actualidad se sientan a sus anchas con la simulación, y se podría prever que en la medida que la ciencia y la tecnología sigan avanzando la simulación se utilizará cada vez más.

⁷Martínez y Requena. “Dinámica de sistemas 2 (modelos)”, Alianza editorial, Madrid 1986, P.p.: 293-295.

III.2 La simulación como posibilidad de simplificar problemas.

En el apartado anterior se pudo observar que la cantidad de lugares donde se usa la simulación es muy grande, pero la pregunta es: ¿por qué una gran cantidad de profesionales decidieron al mismo tiempo utilizar una herramienta como esta para trabajar? Por supuesto la respuesta es de lo más evidente, por la facilidad de utilizarla, esto es, si una persona se enfrentara a un fenómeno natural casi de cualquier tipo, tendría que emplear herramientas muy avanzadas de matemáticas y física para intentar darle solución al problema que se hubiera planteado, esto presenta una serie de problemas, el primero podría ser la carencia de profesionales en la rama que contiene al hecho que se pretende entender o bien la dificultad de conectar con dicho profesional en caso que existiera, por otro lado se tendría la falta de tiempo que se requeriría para estudiar el sistema, así como la enorme cantidad de dinero que se requeriría para la investigación o la falta de tiempo para hacerla y una innumerable lista de dificultades para poder analizar el sistema deseado. La simulación presenta la gran ventaja que puede ser implementada en poco tiempo y se pueden obtener también de prisa los resultados, por lo menos mucho más rápido que si se intentara su solución analítica, otra gran ventaja es que pueden ser modificadas las condiciones iniciales del problema y ver su desarrollo sin que esto lleve a hacer otra investigación igualmente costosa, también se tiene la ventaja que por la metodología para simular es necesario modularizar el proceso para poderlo manejar y cuando se hace esto automáticamente se empieza a entender el sistema, por lo tanto no resultaría extraño que el investigador antes de realizar la corrida del programa pudiera prever resultados e incluso percatarse de errores en la apreciación del modelo, cosa que sería muy difícil si se pretendiera hacer en la solución analítica, en este caso se tendría que esperar hasta que el modelo analítico de sus frutos para darse cuenta si el resultado es correcto o no y en ocasiones ni siquiera en ese momento se puede percatar el investigador de su error, sino hasta que se den las condiciones teóricas “pico” del modelo para ver si se acerca lo suficiente a la realidad o no. Por otra parte si se cuenta con un modelo de simulación válido se pueden observar importancias e interacciones entre las variables con solo modificar las entradas y sin menoscabo del gran poder predictivo de la simulación en situaciones sumamente “caóticas”, situación casi imposible en el estudio analítico. Por otra parte la simulación puede ser de gran ayuda para comprobar el estudio teórico. Estas y muchas otra razones dan fe de la gran importancia de la simulación.

Para finalizar esta sección se procederá a transcribir una aparte del libro “dinámica de sistemas” de Martínez y Requena donde se da una visión muy clara de la utilidad de la simulación para entender sistemas de cierto grado de complejidad.

“Se va a examinar con un ejemplo sencillo, lo que se significa por “comportamiento” para un modelo implementado en un ordenador. Establézcase que la relación entre la población en un instante de tiempo y el instante anterior, viene determinada por la relación:

$$P(T) = P(T - 1) + DT * (N - D)$$

donde DT es el tiempo transcurrido desde el instante T-1 hasta el instante T, N son los nacimientos habidos en ese período y D las defunciones acaecidas en el mismo intervalo. La ecuación expresa un modelo matemático, simple, de la población: conocidos N, D y la población en un instante (T-1) es posible determinar la población en el instante siguiente T...

Se complicará un poco más el sencillo modelo. Supóngase que se asume que los nacimientos vienen dados por una tasa de natalidad (TN), aplicada a la población,

$$N = P(T-1) * TN$$

con igual consideración para las defunciones

$$D = P(T-1) * TM$$

Desde un punto de vista se disponen de tres ecuaciones; desde otro, tres instrucciones de programación, que integradas en un pequeño programa de ordenador y haciendo uso de un lenguaje concreto de programación como el BASIC, se escribiría del modo siguiente

```
FOR T = 1960 TO 1980 STEP DT
N = P * TN
D = P * TM
P = P * DT * (N - D)
NEXT T
```

...

Si se disponen de capacidades gráficas, altamente deseable, es posible introducir, antes de la instrucción NEXT T y posteriormente al último cálculo (después de la instrucción que define a P) las instrucciones precisas para visualización en pantalla de las gráficas correspondientes .

En definitiva, parecería una película del proceso, por lo que es posible pensar en el “ordenador” comportándose y al usuario interpretando su comportamiento como el resultado del modelado atribuida a la evolución de la población.”⁸

Después de ver el programa anteriormente mostrado restaría meditar en la dificultad de modelar matemáticamente este mismo sistema.

⁸Martínez y Requena, “Dinámica de sistemas 2 (modelos)”, Alianza editorial, Madrid 1986, P.p.: 12-14.

III.3 Preparación del alumno para estudios superiores y para el mercado laboral.

La crisis económica de México ha sido en muchos aspectos perjudicial para la población en general, pero en cierta medida podría ser benéfica para estimular la creación de trabajadores de mejor nivel, pero para tener trabajos de cierto nivel es indispensable contar con estudiantes también de calidad, lo anterior remite a la siguiente reflexión: ¿cómo es posible ser mejores estudiantes o trabajadores si se desconoce lo que está invadiendo la actualidad mundial?, ¡Es imposible!, al menos desde un punto de vista razonable. La sociedad mexicana requiere hoy más que en otro momento de profesionales que puedan dar la cara a nivel internacional con sus investigaciones, que dicho sea de paso es la una de las formas de desarrollo de los pueblos, la otra es el desarrollo de tecnología, pero para generar tecnología es necesario tener conocimiento de punta y ¿cómo es posible tener conocimientos del más alto nivel si no se realizan investigaciones propias? El derrotero es muy claro, es necesario que se comience a hacer ciencia propia si se desea progresar.

Esta es la razón por la cual los estudiante en edad temprana se les debe estimular para que incursionen a la investigación lo más pronto posible, porque, de no ser así empezaran a creer que la ciencia es lo que les ha enseñado la sociedad, o sea, “una cosa monstruosa en la que sólo pueden entrar los genios o bien los locos”.

Es el momento de emprender el vuelo, ha llegado el tiempo de que el país levante la cabeza y es de suponerse que la mejor forma en que puede hacerlo es a través de sus estudiantes y concretamente los de nivel medio superior, ya que son éstos los que están más cerca de dos escenarios básicos: el primero es que están próximos a iniciar una vida laboral de cierto nivel y la otra es que están a punto de iniciar su especialización profesional, por lo tanto es importante que se enfrenten a estas dos situaciones en la mejor posición intelectual posible, es decir, manejando las herramientas más útiles y poderosas del análisis humano en la actualidad, es decir, la simulación, para el estudio de los problemas más difíciles e importantes, es decir, los sistemas dinámicos.

CAPÍTULO IV.

ENSEÑANZA Y UTILIZACIÓN DE LA SIMULACIÓN PARA ANALIZAR SISTEMAS DINÁMICOS.

IV.1 Importancia de la enseñanza de la simulación para analizar sistemas dinámicos.

Los sistemas dinámicos normalmente presentan un grado muy importante de dificultad, aún cuando se simplifique y se quiten algunas características del sistema, éste sigue siendo, normalmente, muy difícil de manejar.

La simulación presenta una posibilidad real de atacar el estudio de los sistemas dinámicos, es, normalmente, más fácil observar las características generales del sistema y plasmarlo en un modelo por computadora que pretender analizarlo teóricamente, por lo tanto la enseñanza de la simulación para analizar dichos sistemas es extremadamente importante para los profesionales en general que se dedican a los sistemas dinámicos.

De la misma forma que la simulación es importante para los profesionales de las más diversas disciplinas también lo es para los alumnos del C.C.H. Naucalpan, ya que con su poca experiencia y conocimiento sobre las ciencias básicas es necesario que utilicen la simulación para analizar los sistemas dinámicos que se les presenten. El solo hecho de pensar que un alumno de nivel medio superior utilice información teórica para conseguir entender un sistema dinámico se antoja extremadamente difícil, por lo tanto es muy factible pensar que la simulación es el único recurso real para los alumnos del C.C.H. Naucalpan para introducirse en el fascinante mundo de los sistemas dinámicos.

IV.2 El papel del profesor en el proceso de aprendizaje de la simulación y los sistemas dinámicos.

El papel del profesor en la actualidad es sumamente importante para la sociedad en general de hecho se considera que “la escuela, a través del profesor, viene a ser el eslabón intermedio entre la familia y la sociedad... Si el profesor quiere seguir siendo el principal artífice de la educación... es preciso que se adapte humanamente a todos y a cada uno de los individuos que se le confían. O lo que viene a ser lo mismo, el profesor ha de ser, ante todo, guía o acompañante, orientador y modelo en el complejo proceso educativo”⁹.

Juan Delval lo dice de la siguiente forma:

“Parece obvio que cualquier cambio en la educación tiene que prestar atención especial a los maestros y a su formación. Se ha señalado que el que aprende tiene que construir sus propios conocimientos, pero lo hace dentro de un ambiente y de unas determinadas relaciones sociales, y en la escuela el que administra esas situaciones es el maestro. El tiene que crear condiciones favorables para que el alumno aprenda y se desarrolle, y esa es una tarea muy difícil.”¹⁰

Es innegable el papel que ostenta el profesor para el desarrollo de sus educandos, de hecho no es extraño oír que una persona u otra deven todo lo que saben a sus profesores o como reza el dicho popular “todo se lo devo a mi manager”.

La enseñanza de la simulación y los sistemas dinámicos no es la excepción a la norma cuando se considera que el profesor es el personaje fundamental en el desarrollo de los alumnos. No es sencillo imaginar como un grupo de personas pudiera adquirir una cantidad importante de conocimientos si no fuera por la intercesión de un buen profesor. Los profesores no sólo brindan sus conocimientos, sino también su experiencia, que no sería normal encontrarla en un alumno, pero quizás lo más importante en la carrera magisterial es la vocación, es decir, esas características innatas que hacen de un profesor un verdadero compañero y amigo.

“Al enumerar las cualidades que debe poseer el profesor es fácil confeccionar una lista interminable, que hacen de esta tarea algo difícilmente alcanzable para la gran

⁹Ferrandez y Sarramona, “La educación”, Ceac, Barcelona 1980, pág.: 183.

¹⁰Delval, Juan, “Los fines de la educación”, Siglo veintiuno, México 1991. Pág.: 82.

mayoría de los mortales y patrimonio de seres especialmente privilegiados. Con un propósito mucho más realista se solicitarán las condiciones fundamentales:

1. Capacidad de conocimiento y adaptación a los educandos, considerados individual y colectivamente. Esto supone una personalidad equilibrada y madura, donde converjan el carácter con los conocimientos psicosociales.
2. Capacidad y conocimiento didáctico para adoptar los contenidos instructivos y educativos a las necesidades y características del educando y la sociedad. Esto supone formación técnica y didáctica a nivel satisfactorio.

Las cualidades exigibles al profesor se pueden concluir por análisis del acto educativo, esto es, de forma teórica y deductiva, o partiendo del criterio de 'éxito profesional', que supondría la vía inductiva. Un amplio campo de la investigación educacional se ha dedicado a este segundo tipo de estudios."¹¹

Un maestro que carezca de una firme orientación teórica, estará haciendo inevitablemente muy poco más que cumplir con sus obligaciones de trabajo. Es cierto que muchos educadores operan en esta forma y emplean sólo un conjunto confuso de métodos, sin orientación teórica; sin embargo, no hay duda que esa forma desorganizada de enseñanza es la causa de muchas de las críticas adversas que se hacen en la actualidad contra la educación pública.

Los educadores que tienen bases firmes de psicología científica -en contraste con la "psicología del folklore"- poseen fundamentos para tomar decisiones que tengan más probabilidades de producir resultados eficientes en las aulas.

No es posible encontrar alguna teoría que sea absolutamente superior a todas las demás; no obstante, un profesor puede llegar a desarrollar una teoría propia del aprendizaje que, debido a su armonía interna y su pertinencia educativa, pueda respaldar.

¹¹Ferrandez y Sarramona, "La educación", Ceac, Barcelona 1980, pág.: 184.

IV.3 Principales problemas en la enseñanza de la simulación y los sistemas dinámicos.

Para empezar es necesario considerar que los problemas para enseñar simulación y sistemas dinámicos son esencialmente, en principio, los mismos que para enseñar cualquier otra asignatura. "Ser maestro es una profesión mal pagada y pocas personas que puedan elegir otra mejor remunerada y con más prestigio social eligen ser maestros. La mayoría de los que la abrazan lo hacen por limitaciones de tipo social, mayor duración de otros estudios, lejanía de otros centros de enseñanza, etcétera. Por ello, no son pocos también los maestros que, si encuentran la oportunidad, cambian de profesión. Por estas mismas razones no se selecciona a los mejores individuos para ser maestros. Siendo, como se ha dicho una profesión muy difícil, se suele dar una preparación corta y frecuentemente muy anticuada. El hecho de que esto se haga así pone de manifiesto lo poco importante que se considera la función del maestro, y sobre todo que su función cambie.

...Los alumnos reciben hoy en día una enorme cantidad de información por otros medios, sobre todo por los de comunicación y en especial por la televisión. Esos medios, sin embargo, no les enseñan a analizar la realidad, más bien dan información concreta y crean valores y actitudes. La escuela parece, pues, insustituible hoy por hoy para provocar y desarrollar la capacidad de creación, para enseñar a analizar la realidad críticamente y a pensar por sí mismo, cosa que no se adquiere, desde luego, viendo la televisión. Uno puede empezar a sospechar que los poderes sociales se sienten contentos con esta situación, y la influencia de la televisión no se contrarresta en centros que deberían enseñar a pensar y a analizar por uno mismo los mensajes."¹²

Particularmente en el C.C.H. Naucalpan los problemas tienen sus propios tintes, es decir, cuando se entrevistó a algunos de los profesores y externaron sus opiniones se dejaron muy claros los siguientes problemas académicos:

1. Existen problemas de abstracción en los alumnos, que podría deberse a la falta de bases que vienen acarreado.
2. Falta continuidad en las bases teóricas y prácticas que les imparten a los alumnos, un ejemplo de ello es que una de las materias sumamente útiles para realizar simulaciones es la estadística y dicha asignatura es optativa para los alumnos.
3. Existe una notable falta de tiempo para cubrir los programas que se proponen.

¹²Delval, Juan. "Los fines de la educación", Siglo veintiuno, México 1991. Pág.: 82 y 83.

4. Recientemente se ha modificado el plan de estudios y con ello se cambió el método de enseñanza sin mediar cursos propedéuticos efectivos.

Para tratar de subsanar los problemas antes detallados se imparten cursos intersemestrales para profesores, los primero constan de dos semanas de preparación, pero existen consistentes problemas de dichos cursos, uno de ellos es que los profesores que los imparten son del mismo plantel y lo único que los diferencia de sus compañeros es un curso previo de dos semanas donde se les capacita para dar cátedra a los profesores cosa altamente cuestionable; lo anterior es empeorado con el hecho que “cuando una nueva teoría llega eventualmente a afectar las normas escolares, no desplaza habitualmente a sus predecesoras, sino que sólo compite con ellas. Así, al incorporarse nuevas teorías, se ha agregado a las antiguas y la escena educativa se ha ido haciendo cada vez más confusa. Es probable que la mayoría de los maestros, de cuando en cuando, hayan adoptado características en conflicto de diversas teorías del aprendizaje, sin darse cuenta que son fundamentalmente de naturaleza contradictoria y no pueden armonizarse entre sí.”¹³

Otra medida que se implantó es la de dar diplomados sobre cómo dar sus clases, pero dichos seminarios también tenían sus bemoles, uno de ellos y el más importante de todos es que los profesores que imparten el seminario son personas que manejan muy bien la teoría, pero que no han dado clase, por lo tanto les hace falta el fogueo necesario para instruir a los profesores que toman dicho seminario. Por otro parte cuando los profesores que imparten los seminarios se dan a la tarea de dar clases a alumnos, éstos normalmente no les entienden, lo cual cuestiona seriamente su labor al tratar de mejorar la actuación de otros profesores.

La problemática descrita anteriormente se ve engrandecida, entre otras cosas, por el proceso de deformación profesional del docente. Las principales causas de dicha deformación son las siguientes:

1. El profesor se ve obligado a actuar bajo la mirada vigilante de la familia y sociedad, que han delegado en él sus obligaciones educativas y le otorgan una imagen idealizada de lo que consideran debería ser su conducta y personalidad. De este modo, el profesor se ve sometido a una lucha entre su “ser real” y su segunda naturaleza o “ser ideal”, y acaba muchas veces sin saber qué personalidad de ambas posee realmente. Si se considera que las exigencias ideales suelen presentarse a niveles difícilmente

¹³Bigge, Morris I., “Teorías de aprendizaje para maestros”. Trillas, México 1978, Pág.: 17

- accesibles, se comprende fácilmente la angustia que puede provocar la imposibilidad de encarnar tales exigencias.
2. El profesor se halla solo frente a un grupo integrado por individuos de los cuales está claramente distanciado por la edad.
 3. Un factor importante es la permanente insatisfacción que siente el profesor al no poder comprobar, de manera inmediata y exacta, los resultados de su labor. Esto puede explicar, en gran parte, porque prefieren mantenerse en nivel instructivo, más fácil de evaluar, en vez de penetrar en los terrenos educativos, aunque todos gusten de ser calificados como educadores.
 4. En la sociedad industrializada la profesión docente ofrece pocos atractivos socioeconómicos. Por esta causa, la profesión que debe ser la base de todas las demás se reserva a una alta proporción de candidatos de segunda fila, fracasados en otros menesteres o sin valor para afrontar otros estudios de mayor dificultad.
 5. La poca estimulación que el profesor tiene para su actuación pedagógica provoca fácilmente rutina y anquilosamiento. El problema puede ya estar originado en la escasa formación que recibe en comparación con la magnitud de las tareas encomendadas. La moderna enseñanza no puede sustentarse con unos rudimentos culturales y algunas técnicas didácticas elementales; son precisos amplios conocimientos psicológicos, pedagógicos, sociológicos, culturales, etc., que hagan de la enseñanza una tarea eficaz y actualizada. La minoría que consigue una formación posterior, muchas veces la emplea como medio para alcanzar cargos directos y evadirse de las tareas específicamente docentes.
 6. Por último, y sin afán de agotar los argumentos, el “feminismo” que entraña la profesión docente. A tal aseveración se llega, no sólo porque la base de la pirámide profesional esté mayormente compuesta por mujeres, sino debido a las especiales características de la situación docente: cumplimiento de las obligaciones contradictorias sin criticarlas, ejecución de órdenes, preocupaciones por la imagen despertada ante los demás, mantenimiento del “status quo”, etc., que han sido consideradas como cualidades típicamente femeninas. Por otra parte, es muy diferente la manera como interpreta la enseñanza un profesor varón y una mujer, lo que aumenta la posibilidad de frustración en muchos profesores varones con rígidos clichés sobre las diferencias sexuales y el papel que la sociedad otorga a hombres y mujeres.

Por otra parte se podría pensar que el problema de los alumnos podría ser resuelto a través de los mismos alumnos, pero la única medida concreta para mejorar su actuación es aumentar el número de horas, o sea, que se ha hecho materialmente nada por mejorar la situación del alumnado.

CAPÍTULO V.

PROPUESTA DE ESTRATEGIA PARA IMPULSAR LA INSERCIÓN DE TEMAS DE SIMULACIÓN Y SISTEMAS DINÁMICOS EN LAS ASIGNATURAS AFINES QUE SE IMPARTAN A LOS ALUMNOS DEL C.C.H. NAUCALPAN.

La estrategia que se propone para resolver los problemas planteados por la presente tesis se divide en dos tácticas fundamentales la primera consiste en el diseño de cursos propedéuticos en simulación y sistemas dinámicos para los profesores que imparten asignaturas en donde se pueden insertar tópicos de simulación y sistemas dinámicos, y la segunda en el diseño de conferencias enfocadas a los alumnos y los profesores sobre estos temas. A continuación se expondrá la primera táctica.

V.1 Diseño de curso propedéutico en simulación y sistemas dinámicos para profesores.

En vista de la necesidad de los estudiantes de manejar simulación para analizar sistemas dinámicos y considerando la insoslayable importancia del profesor en ese proceso es necesario instruir al mentor en la mejor manera de orientar a sus alumnos con respecto a la simulación y los sistemas dinámicos y esto se pretende realizar a través de un curso propedéutico, éste se dividirá en dos secciones, la primera que comprenderá aspectos generales sobre simulación y se deberán tocar los siguientes aspectos:

1. Introducción general a las posibilidades en simulación.
2. Introducción a la simulación no estocástica.
3. Ejemplos de simulación no estocástica.
4. Introducción a la simulación estocástica (simulación de las principales variables aleatorias).
5. Ejemplos de simulación estocástica.

Lo anterior tiene el fin de aportar al profesor la suficiente información general sobre simulación como para tener una visión global del ámbito en el que intentará introducir a sus alumnos.

Para la segunda sección se tocarán actividades propias de la materia que el profesor vaya a enseñar:

1. Revisar las actividades sugeridas de la asignatura.
2. Analizar los ejemplos propuestos, además de aportar otros.
3. Enfatizar la importancia de realizar la simulación un cierto número de veces para poder hacer una muestra aceptable.

El objetivo de lo anterior es originar en el profesor la suficiente capacidad técnica en cada una de las actividades que se le sugieren en la asignatura que le corresponde impartir para que comprenda íntimamente la versatilidad de la herramienta de simulación y de esta forma pueda transmitir esto a los alumnos a su cargo.

Se recomienda que la persona que dirija los cursos para profesores cuente con una experiencia mínima de un año en simulación, tanto estocástica como no estocástica, y es preferible que tenga cierta experiencia en programación de computadoras.

A continuación se presentan las actividades sugeridas para cada una de las asignaturas susceptibles de incluirse en ellas simulación y sistemas dinámicos, el objetivo de cada actividad es dar una alternativa menos teórica pero igualmente útil para la solución de problemas; las actividades propiamente sirven de motivadores y ejercicios para que el alumno pueda adentrarse a la posibilidad de simular, las actividades mismas no son el problema, sino sólo parte del entrenamiento que deberá reforzarse con las conferencias.

1er. Semestre:

Materia: Matemáticas I (Álgebra y geometría)

⇒ Actividad 1:

Descripción general:

Simular el comportamiento de un sistema dinámico que puede emularse con una o más rectas (es permitido el caso de funciones endógenas con retraso).

Ejemplo:

Suponiendo que se tienen 2 especies animales (X y Y) y cada una tiene las siguientes características:

X: Especie que se reproduce el triple cada mes y también necesita un miembro de Y para alimentar a 5 de sus miembros (en el mismo intervalo de tiempo).

Y: Especie que cada mes cuenta con el número de individuos del mes anterior más la mitad y requiere de 4 miembros de X por cada miembro de Y para su alimentación.

No existen enfrentamientos entre las especies sino hasta que no hay comida, que es invariablemente al finalizar el mes y siempre ataca la especie X primero.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Dar valores a X y Y
2. $X = 3X$
3. $Y = 1.5Y$
4. $Y = Y - (1/5)X$
5. $X = X - 4Y$
6. Ir a 2

Investigar:

1. Para ciertos valores de X y Y qué especie se extingue primero, después de cierta cantidad de meses.
2. Cuántos elementos de X y Y deben de existir para que ninguna de las especies se extinga después de un número grande de meses.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar las unidades 1 (Variación proporcional y funciones lineales) y 2 (Ecuaciones lineales).

⇒ Actividad 2:

Descripción general:

Simular el comportamiento de un sistema dinámico que se puede emular con un sistema de ecuaciones lineales despejando una variable en cada una y obteniendo el resultado iterando las ecuaciones.

Ejemplo:

Suponiendo que se tienen 2 especies animales (X y Y) y el número de cada una está dado por el número de la otra de la siguiente manera:

$$X = (7 - 6Y) / 9$$

$$Y = (4 - 4X) / 12$$

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Dar valores a X y Y
2. $X = (7 - 6Y) / 9$
3. $Y = (4 - 4X) / 12$
4. Ir a 2

Investigar:

1. ¿Qué valores se tendrán de X y Y después de iterar múltiples veces el procedimiento?

2. ¿Los valores finales de X y Y cambian dependiendo de los valores iniciales de éstos?,
¿Por qué? (*)

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 3 (Sistemas de ecuaciones lineales).

(*)

La respuesta es No.

Razón:

Iterar lo siguiente:

$$X = (7 - 6Y) / 9$$

$$Y = (4 - 4X) / 12$$

equivale a resolver el siguiente sistema:

$$9X + 6Y = 7$$

$$4X + 12Y = 4$$

que tiene solución única para X y Y.

⇒Actividad 3:

Descripción general:

Simular el comportamiento de un sistema dinámico que puede emularse con una o más ecuaciones cuadráticas (es permitido el caso de ecuaciones endógenas con retraso).

Ejemplo:

Suponiendo que se tienen 2 especies animales (X y Y) y cada una tiene las siguientes características:

X: Especie que se reproduce el triple del cuadrado cada mes y también necesita un miembro de Y para alimentar a 5 de sus miembros (en el mismo intervalo de tiempo).

Y: Especie que cada mes cuenta con el número de individuos del mes anterior al cuadrado más la mitad de ellos y requiere de 4 miembros de X por cada miembro de Y para su alimentación.

No existen enfrentamientos entre las especies sino hasta que no hay comida, que es invariablemente al finalizar el mes y siempre ataca la especie X primero.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Dar valores a X y Y
2. $X = 3X^2$
3. $Y = 1.5Y^2$
4. $Y = Y - (1/5)X$
5. $X = X - 4Y$
6. Ir a 2

Investigar:

1. Para ciertos valores de X y Y qué especie se extingue primero, después de cierta cantidad de meses.
2. Cuántos elementos de X y Y deben de existir para que ninguna de las especies se extinga después de un número grande de meses.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 4 (Ecuaciones cuadráticas y factorización).

⇒ Actividad 4:

Descripción general:

Calcular el volumen final de un líquido comprendido en un prisma o cilindro al que se le introduce cierta cantidad del líquido y se le sustrae otra (por unidad de tiempo).

Ejemplo:

Un cilindro circular recto de un metro de radio se le comienza a llenar de un líquido a una velocidad de 3 litros por segundo y se le sacan 1.5 litros en el mismo tiempo. Considerar el volumen del líquido.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Volumen = 0
2. Tiempo = 0
3. Tiempo = Tiempo + 1
4. Volumen = Volumen + 3
5. Volumen = Volumen - 1.5
6. Ir a 3

Investigar:

1. Cantidad de litros del líquido después de 10 segundos.
 2. Altura del cilindro completamente llena de líquido al terminar los 10 segundos.
- (*)

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 6 (Prismas y cilindros).

(*)

1 Litro = 1 Decímetro cúbico.
Volumen del cilindro = $\pi \cdot \text{Altura}$

⇒ Actividad 5:

Descripción general:

Simular el llenado de una esfera, por un lado se le suministra un líquido a cierta velocidad y por otro se vacía a una diferente.

Ejemplo:

Se suministra dentro de una esfera, de un metro de radio, 3 litros de líquido por segundo y se sacan 1.5 litros del mismo. Considerar el volumen del líquido.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Volumen = 0
2. Tiempo = 0
3. Tiempo = Tiempo + 1
4. Volumen = Volumen + 3
5. Volumen = Volumen - 1.5
6. Ir a 3

Investigar:

1. ¿Cuánto tiempo debe suministrarse el líquido para llenar la esfera (aproximadamente)?

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 7 (Círculos y esferas).

Materia: **Taller de cómputo** (Esta asignatura puede tomarse en los semestres 1 ó 2)

⇒ Actividad 1:

Descripción general:

Realizar una simulación con una hoja de cálculo. (*)

Ejemplo:

Un vendedor tiene ingresos mensuales que se distribuyen normalmente con media en 2000 y desviación estándar de 500. Por otra parte sus gastos se distribuyen normalmente con media 1700 y desviación estándar de 800.

Investigar:

1. La media del dinero que le sobra al mes.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar las unidades 1 (Introducción al uso de la computación) y 2 (Software).

(*)

Tiene el fin de incluir resultados, tablas, etc. en el proyecto de trabajo del alumno que será presentado para finalizar la unidad 5 (Terminación del proyecto).

2o. Semestre:

Materia: **Matemáticas II (Álgebra y geometría)**

⇒Actividad 1:

Descripción general:

Simular el comportamiento de un sistema dinámico que puede emularse con una o más ecuaciones del tipo $Y = aX^2 + bX + c$ (es permitido el caso de ecuaciones endógenas con retraso).

Ejemplo:

Suponiendo que se tienen 2 especies animales (X y Y) y cada una tiene las siguientes características:

X: Especie que cada mes se reproduce de acuerdo a la siguiente ecuación: $X = 2 (X - 1)^2 + 3$ y necesita un miembro de Y para alimentar a 5 de los suyos (en el mismo intervalo de tiempo).

Y: Especie que cada mes se reproduce de acuerdo a la siguiente ecuación: $Y = 2 (Y - 3)^2 + 7$ y necesita 4 miembros de X por cada uno de los suyos para su alimentación.

No existen enfrentamientos entre las especies sino hasta que no hay comida, que es invariablemente al finalizar el mes y siempre ataca la especie X primero.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Dar valores a X y Y
2. $X = 2 (X - 1)^2 + 3$
3. $Y = 2 (Y - 1)^2 + 7$
4. $Y = Y - (1/5)X$
5. $X = X - 4Y$
6. Ir a 2

Investigar:

1. Para ciertos valores de X y Y qué especie se extingue primero, después de cierta cantidad de meses.
2. Cuántos elementos de X y Y deben de existir para que ninguna de las especies se extinga después de un número grande de meses.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 1 (Funciones cuadráticas y aplicaciones).

⇒Actividad 2:

Descripción general:

Simular el comportamiento de un sistema dinámico que puede emularse con una o más ecuaciones del tipo $Y = (aX + c)^{1/2}$, $Y = (aX)^{1/2}$, $Y = (aX + c) / (dX + e)$, etc. (es permitido el caso de ecuaciones endógenas con retraso).

Ejemplo:

Suponiendo que se tienen 2 especies animales (X y Y) y cada una tiene las siguientes características:

X: Especie que cada mes se reproduce de acuerdo a la siguiente ecuación: $X = 5 (X + 3)^{1/2}$ y necesita un miembro de Y para alimentar a 5 de los suyos (en el mismo intervalo de tiempo).

Y: Especie que cada mes se reproduce de acuerdo a la siguiente ecuación: $Y = 4 (Y + 5)^{1/2}$ y necesita 4 miembros de X por cada uno de los suyos para su alimentación.

No existen enfrentamientos entre las especies sino hasta que no hay comida, que es invariablemente al finalizar el mes y siempre ataca la especie X primero.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Dar valores a X y Y
2. $X = 5 (X + 3)^{1/2}$

$$3. Y = 2 (Y - 1)^{1/2}$$

$$4. Y = Y - (1/5)X$$

$$5. X = X - 4Y$$

6. Ir a 2

Investigar:

1. Para ciertos valores de X y Y qué especie se extingue primero, después de cierta cantidad de meses.
2. Cuántos elementos de X y Y deben de existir para que ninguna de las especies se extinga después de un número grande de meses.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 2 (Expresiones racionales y con radicales).

⇒ Actividad 3:

Descripción general:

Simular el llenado de una pirámide o cono, por un lado se le suministra un líquido a cierta velocidad y por otro se vacía a una diferente.

Ejemplo:

Se suministra dentro de un cono, de un metro de radio y de altura, 3 litros de líquido por segundo y se sacan 1.5 litros del mismo. Considerar el volumen del líquido.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Volumen = 0
2. Tiempo = 0
3. Tiempo = Tiempo + 1
4. Volumen = Volumen + 3
5. Volumen = Volumen - 1.5
6. Ir a 3

Investigar:

1. ¿Cuánto tiempo debe suministrarse el líquido para llenar el cono (aproximadamente)?

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 5 (Pirámides y conos).

⇒ Actividad 4:

Descripción general:

Simular una población donde sus nacimientos y muertes aumentan y disminuyen de manera periódica (senos y cosenos) en el tiempo.

Ejemplo:

Una población originalmente tiene 10 millones de individuos y cada mes aumenta en: $\text{sen}(\text{mes}) + 2$ millones de individuos, pero mueren: $\text{cos}(\text{mes}) + 1$ millones al mes.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Mes = 0
2. Individuos = 10
3. Mes = Mes + 1
4. Individuos = Individuos + $\text{sen}(\text{mes}) + 2$
5. Individuos = Individuos - $(\text{cos}(\text{mes}) + 1)$
6. Ir a 3

Investigar:

1. Tiempo que tardará la población en tener cerca de 20 millones.
2. Número de individuos vivos que existirán al final de un año.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar las unidades 6 (Razones trigonométricas y resolución de triángulos) y 7 (Funciones trigonométricas de un ángulo arbitrario).

3er. Semestre:

Materia: Matemáticas III (Álgebra y geometría analítica)

⇒ Actividad 1:

Descripción general:

Simular el comportamiento de un sistema dinámico que puede emularse con uno o más polinomios (es permitido el caso de ecuaciones endógenas con retraso).

Ejemplo:

Suponiendo que se tienen 2 especies animales (X y Y) y cada una tiene las siguientes características:

X: Especie que cada mes se reproduce de acuerdo a la siguiente ecuación: $X = X^3 + 5X^2 - X$ y necesita un miembro de Y para alimentar a 5 de los suyos (en el mismo intervalo de tiempo).

Y: Especie que cada mes se reproduce de acuerdo a la siguiente ecuación: $Y = 2Y^3 + Y - 2$ y necesita 4 miembros de X por cada uno de los suyos para su alimentación.

No existen enfrentamientos entre las especies sino hasta que no hay comida, que es invariablemente al finalizar el mes y siempre ataca la especie X primero.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Dar valores a X y Y
2. $X = X^3 + 5X^2 - X$
3. $Y = 2Y^3 + Y - 2$
4. $Y = Y - (1/5)X$
5. $X = X - 4Y$
6. Ir a 2

Investigar:

1. Para ciertos valores de X y Y qué especie se extingue primero, después de cierta cantidad de meses.
2. Cuántos elementos de X y Y deben de existir para que ninguna de las especies se extinga después de un número grande de meses.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 3 (Ecuaciones de grado superior a dos).

⇒ Actividad 2:

Descripción general:

Simular una población donde sus nacimientos y muertes aumentan y disminuyen de manera periódica (senos y cosenos) en el tiempo.

Ejemplo:

Una población originalmente tiene 10 millones de individuos y cada mes aumenta en: $2\text{sen}(3\text{mes} + 1) + 2$ de millones de individuos, pero mueren: $1.5\text{cos}(2\text{mes} + 2) + 1$ millones al mes.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Mes = 0
2. Individuos = 10
3. Mes = Mes + 1
4. Individuos = Individuos + $2\text{sen}(3\text{mes} + 1) + 2$
5. Individuos = Individuos - $1.5\text{cos}(2\text{mes} + 2) + 1$
6. Ir a 3

Investigar:

1. Tiempo que tardará la población en tener cerca de 20 millones.
2. Número de individuos vivos que existirán al final de un año.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 4 (Graficación de funciones).

⇒Actividad 3:

Descripción general:

Simular el comportamiento de un sistema dinámico que puede emularse con una o más rectas (es permitido el caso de funciones endógenas con retraso).

Ejemplo:

Suponiendo que se tienen 2 especies animales (X y Y) y cada una tiene las siguientes características:

X: Especie que se reproduce el triple más uno cada mes y también necesita un miembro de Y para alimentar a 5 de sus miembros (en el mismo intervalo de tiempo).

Y: Especie que cada mes cuenta con el número de individuos del mes anterior más la mitad más 5 y requiere de 4 miembros de X por cada miembro de Y para su alimentación.

No existen enfrentamientos entre las especies sino hasta que no hay comida, que es invariablemente al finalizar el mes y siempre ataca la especie X primero.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Dar valores a X y Y
2. $X = 3X + 1$
3. $Y = 1.5Y + 5$
4. $Y = Y - (1/5)X$
5. $X = X - 4Y$
6. Ir a 2

Investigar:

1. Para ciertos valores de X y Y qué especie se extingue primero, después de cierta cantidad de meses.

2. Cuántos elementos de X y Y deben de existir para que ninguna de las especies se extinga después de un número grande de meses.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 5 (Ecuación cartesiana de la recta).

⇒ Actividad 4:

Descripción general:

Simular el comportamiento de un sistema dinámico que puede emularse con una o más parábolas (es permitido el caso de ecuaciones endógenas con retraso).

Ejemplo:

Suponiendo que se tienen 2 especies animales (X y Y) y cada una tiene las siguientes características:

X: Especie que se reproduce el triple del cuadrado cada mes y también necesita un miembro de Y para alimentar a 5 de sus miembros (en el mismo intervalo de tiempo).

Y: Especie que cada mes cuenta con el número de individuos del mes anterior al cuadrado más la mitad de ellos y requiere de 4 miembros de X por cada miembro de Y para su alimentación.

No existen enfrentamientos entre las especies sino hasta que no hay comida, que es invariablemente al finalizar el mes y siempre ataca la especie X primero.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Dar valores a X y Y
2. $X = 3X^2$
3. $Y = 1.5Y^2$
4. $Y = Y - (1/5)X$
5. $X = X - 4Y$
6. Ir a 2

Investigar:

1. Para ciertos valores de X y Y qué especie se extingue primero, después de cierta cantidad de meses.
2. Cuántos elementos de X y Y deben de existir para que ninguna de las especies se extinga después de un número grande de meses.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 6 (Ecuaciones cartesianas de la circunferencia y la parábola).

Materia: **Física I**

⇒ Actividad 1:

Descripción general:

Simular el comportamiento de un temblor y sus efectos.

Ejemplo:

Supóngase que la intensidad de un temblor se ajusta a la siguiente ecuación:

$$Y = - (X - 3)^2 + 8$$

donde:

Y: Intensidad en grados.

X: Tiempo (10 X es un segundo, la máxima duración del temblor será de 58 segundos y la mínima de 2).

El grado de destrucción de cierta estructura sigue la siguiente ecuación:

$$D = D + Y$$

donde:

D: Grado de destrucción de la estructura (el mínimo grado de destrucción es 0 y 300 representa una destrucción total).

Relacionar el grado de destrucción con la duración del temblor.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. $D = 0$
2. $X = .1$
3. $X = X + .1$ (*)
4. $Y = - (X - 3)^2 + 8$
5. $D = D + Y$
6. Ir a 3

Investigar:

1. Destrucción de la estructura al final de 10 segundos.
2. Destrucción después de 20 segundos.
3. Tiempo en que será destruida completamente la estructura.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 1 (Campo de estudio de la Física).

(*)

Se calcula un incremento de un segundo cada ocasión.

⇒ Actividad 2:

Descripción general:

Encontrar por simulación la distancia recorrida por un móvil uniformemente acelerado. (*)

Ejemplo:

Se tiene un cuerpo que tiene una velocidad inicial de 6 metros por segundo en el momento en que se le comenzó a aplicar una fuerza constante que le proporciona una aceleración constante de 4 metros por segundo cada segundo. Considerar la distancia recorrida.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Distancia = 0
2. Velocidad = 6
3. Aceleración = 4
4. Incremento = 1
5. Tiempo = 0
6. Tiempo = Tiempo + Incremento
7. Distancia = Distancia + (Aceleración * Tiempo + Velocidad) * Incremento
8. Ir a 6

Investigar:

1. Distancia recorrida en 10 segundos (comparar el resultado con el teórico).
2. Reducir el tamaño del incremento y comparar el resultado con el teórico (la respuesta teórica obtiene integrando de 0 a 10 la siguiente función $6 + 4X$).

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 2 (Fenómenos mecánicos).

(*)

Se usa esta actividad ya que para obtener el resultado es necesario el concepto de velocidad media cuando no se usan integrales.

⇒Actividad 3:

Descripción general:

Simulación de sistemas dinámicos gaseosos afectados por el calor.

Ejemplo:

Un planeta está a 100 grados kelvin y tiene 100 atmósferas de presión de gas en su atmósfera (se considera un gas ideal) y no es posible que el gas escape a la estratósfera.

Se inicia el calentamiento paulatino del planeta (un grado por día), con lo cual se incrementa la presión del gas, como esa presión no puede liberarse, por no poder salir el gas a la estratósfera, originará calor de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Temperatura resultante} = \text{Temperatura} + \text{Presión} / 100 \quad (*)$$

Considerar presión y temperatura.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. $P_i = 100$
2. $T_i = 100$
3. Día = 0
4. Día = Día + 1
5. $P_f = T_i + 1$
6. $P_f = (T_f / T_i) * P_i$
7. $T_i = T_f + P_f / 100$
8. $P_i = P_f$
9. Ir a 4

donde:

P_i : Presión inicial.

P_f : Presión final.

T_i : Temperatura inicial.

T_f : Temperatura final.

Investigar:

1. Temperatura del planeta después de 100 días.
2. Presión del planeta después de 100 días.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 3 (Fenómenos termodinámicos).

(*)

Existe una cantidad importante de problemas teóricos, los cuales son omitidos, porque lo importante aquí es simular un fenómeno interesante, pero sencillo.

Materia: **Biología I**

⇒Actividad 1:

Descripción general:

Simulación de algún ejemplo relacionado con los experimentos de Mendel.

Ejemplo:

Simular la presentación de una enfermedad que está relacionada con cierto gen recesivo (es decir, sólo que existan 2 de estos genes se presentará la enfermedad), considerar su probabilidad.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Intentos = 0
2. Enfermedad = 0
3. Aleatorio1 = Número aleatorio entre 0 y 1 (*)
4. Aleatorio2 = Número aleatorio entre 0 y 1
5. Si Aleatorio1 > .5 y Aleatorio2 > .5, entonces, Enfermedad = Enfermedad + 1
6. Intentos = Intentos + 1
7. Ir a 3

Investigar:

1. Probabilidad que se presente la enfermedad después de 10 intentos (comparar con el resultado teórico):

2. Probabilidad que se presente la enfermedad después de un número grande de intentos (comparar con el resultado teórico).

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 2 (¿Qué procesos son comunes en los seres vivos?).

(*)

El procedimiento puede modificarse para que se empleen monedas en lugar de trabajar con números aleatorios.

4o. Semestre:

Materia: Matemáticas IV (Álgebra y geometría analítica)

⇒ Actividad 1:

Descripción general:

Simular la corrección de una economía, paso a paso, usando ecuaciones de insumo-producto.

Ejemplo:

En cierta economía se pueden corregir sucesivamente las cantidades de insumos y de productos requeridos para la economía usando las siguientes ecuaciones:

$$.3X_1 + .4X_2 + 15 = X_1$$

$$.1X_1 + .3X_2 + 7 = X_2$$

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Dar valores a X_1 y X_2
2. $X_1 = .3X_1 + .4X_2 + 15$
3. $X_2 = .1X_1 + .3X_2 + 7$
4. Ir a 2

Investigar:

1. ¿Qué valores tendrán X_1 y X_2 después de iterar múltiples veces el procedimiento?
2. ¿Los valores finales de X_1 y X_2 cambian dependiendo de los valores iniciales de estas variables?

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 1 (Matrices y modelos matemáticos).

⇒Actividad 2:

Descripción general:

Analizar por simulación un sistema que se comporta de manera binomial.

Ejemplo:

Simular 5 nacimientos y considerar la probabilidad de que lleguen al mundo sólo 2 niñas.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Intentos = 0
2. Aciertos = 0
3. Niñas = 0
4. Aleatorio1 = Número aleatorio entre 0 y 1 (*)
5. Aleatorio2 = Número aleatorio entre 0 y 1
6. Aleatorio3 = Número aleatorio entre 0 y 1
7. Aleatorio4 = Número aleatorio entre 0 y 1
8. Aleatorio5 = Número aleatorio entre 0 y 1
9. Si Aleatorio1 > .5, entonces, Niñas = Niñas + 1
10. Si Aleatorio2 > .5, entonces, Niñas = Niñas + 1
11. Si Aleatorio3 > .5, entonces, Niñas = Niñas + 1
12. Si Aleatorio4 > .5, entonces, Niñas = Niñas + 1
13. Si Aleatorio5 > .5, entonces, Niñas = Niñas + 1
14. Si Niñas = 2, entonces, Aciertos = Aciertos + 1
15. Intentos = Intentos + 1
16. Ir a 3

Investigar:

1. Realizar una cantidad no muy grande de iteraciones y obtener la probabilidad.
2. Realizar una gran cantidad de iteraciones y obtener la probabilidad estimada y compararla con la teórica.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 2 (Técnicas de conteo y teorema del binomio).

(*)

El procedimiento puede modificarse para que se empleen monedas en lugar de trabajar con números aleatorios.

⇒ Actividad 3:

Descripción general:

Simular un sistema dinámico conociendo su distribución de probabilidad, su media y su desviación estándar.

Ejemplo:

Una compañía tiene ventas mensuales distribuidas normalmente con media de 10000 y desviación estándar de 1000, y gastos mensuales distribuidos normalmente con una media de 8000 y desviación estándar de 2000. Considerar ganancias.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Iteraciones = 0
2. Suma = 0
3. Iteraciones = Iteraciones + 1
4. Ingresos = simulación de una normal con media en 10000 y desviación estándar en 1000.
5. Egresos = simulación de una normal con media en 8000 y desviación estándar en 2000.
6. Ganancias = Ingresos - Egresos.
7. Suma = Suma + Ganancias
8. Ir a 3

Investigar:

1. Ganancias promedio de la compañía para un número pequeño de iteraciones.
2. Ganancias promedio de la compañía para un número grande de iteraciones.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 3 (Ajuste de curvas).

⇒ Actividad 4:

Descripción general:

Simular el desarrollo de una población que tiene tasas constantes de nacimiento y muerte.

Ejemplo:

Existen 10 millones de individuos actualmente en una población, nacen un 17% del total inicial y mueren un 15% cada año.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Años = 0
2. Individuos = 10
3. Años = Años + 1
4. Individuos = $1.17 * \text{Individuos} - 1.15 * \text{Individuos}$
5. Ir a 3

Investigar:

Cantidad de individuos vivos al cabo de 10 años.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 4 (Funciones exponenciales y logarítmicas).

Materia: Física II

⇒ Actividad 1:

Descripción general:

Simular un cuerpo con cierto ímpetu que es afectado periódicamente.

Ejemplo:

Un cuerpo corre a una velocidad de 100 metros por segundo y pesa 100 kilogramos. Este cuerpo choca cada minuto con algo que reduce su velocidad a la mitad.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Velocidad = 100
2. Masa = 100
3. Minutos = 0
4. Minutos = Minutos + 1
5. Velocidad = Velocidad / 2
6. Ímpetu = Velocidad * Masa
7. Ir a 4

Investigar:

1. Ímpetu después de 10 minutos.
2. Tiempo aproximado en el que el ímpetu sea cero.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 5 (Interacciones).

⇒ Actividad 2:

Descripción general:

Simular un problema relacionado con la gravitación terrestre.

Ejemplo:

Se deja caer de un helicóptero un objeto (la fuerza del viento es despreciable), considerar la distancia recorrida.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Distancia = 0
2. Velocidad = 0
3. Aceleración = 9.81
4. Incremento = 1
5. Tiempo = 0
6. Tiempo = Tiempo + Incremento
7. Distancia = Distancia + (Aceleración * Tiempo + Velocidad) * Incremento
8. Ir a 6

Investigar:

1. Distancia recorrida en 10 segundos (comparar el resultado con el teórico).
2. Reducir el tamaño del incremento y comparar el resultado con el teórico (el último se obtiene integrando de 0 a 10 la siguiente función $9.81X$).

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 6 (Propagaciones).

⇒ Actividad 3:

Descripción general:

Simular una corriente que aumenta cada segundo.

Ejemplo:

A través de un conductor eléctrico pasa cada segundo 18% más de corriente que la que transitaba el segundo anterior (el valor inicial de la corriente es 1).

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Corriente = 1
2. Segundos = 0
3. Segundos = Segundos + 1
4. Corriente = $1.18 * \text{Corriente}$
5. Ir a 3

Investigar:

1. Corriente después de 10 segundos.
2. Corriente después de 80 segundos.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 7 (Interacciones electromagnéticas).

5o. Semestre:

Materia: Cálculo diferencial e integral I

⇒ Actividad 1:

Descripción general:

Simular el comportamiento de un sistema dinámico después de mucho tiempo.

Ejemplo:

Suponiendo que el número de bacterias en un cultivo controlado crece de acuerdo a la siguiente función: $X^3 + X^2$ (X representa los días de cultivo). Y el número de microgramos de alimento crece siguiendo la siguiente expresión: $X^3 + 5X$. Considerar el número de microgramos de alimento que corresponde a cada bacteria.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. $X = 0$
2. $X = X + 1$
3. $(X^3 + 5X) / (X^3 + X^2)$
4. Ir a 2

Investigar:

1. Después de un gran número de días, ¿qué cantidad de microgramos de alimento consumirá cada bacteria?
2. Si se dejara al cultivo y el alimento crecer sin fin ¿llegará el día en que una bacteria tendría un número grande de microgramos de alimento?

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 2 (Límites y continuidad).

⇒Actividad 2:

Descripción general:

Simular la velocidad de un cuerpo uniformemente acelerado, pero que es desacelerado de manera uniforme.

Ejemplo:

Un cuerpo que parte del reposo tiene una aceleración de 2 metros por segundo cada segundo, pero tiene un desperfecto que causa una desaceleración de .3 metros por segundo cada segundo. Considerar velocidad.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Velocidad = 0
2. Segundos = 0
3. Segundos = Segundos + 1
4. Velocidad = $2 * \text{Segundos} - .3 * \text{Segundos}$
5. Ir a 3

Investigar:

1. Velocidad del cuerpo después de 2 segundos.
2. Velocidad del cuerpo después de 10 segundos.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 5 (Aplicación de la derivada).

⇒Actividad 3:

Descripción general:

Simular el desarrollo de una población (*)

Ejemplo:

Cada individuo de una población produce 2 después de una unidad de tiempo. Actualmente hay 10 individuos. Ver el desarrollo de la población.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Individuos = 10
2. Tiempo = 0
3. Tiempo = Tiempo + 1
4. Individuos = Individuos + 2 * Individuos
5. Ir a 3

Investigar:

1. Cantidad de individuos después de 15 unidades de tiempo.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 6 (La antiderivada y sus aplicaciones).

(*)

Esto es posible simularse con una ecuación diferencial del tipo: $Y' = kY$

⇒ Actividad 4:

Descripción general:

Simular sistemas físicos y mecánicos.

Ejemplo:

Se desea mover un vehículo que tiene un desperfecto que origina que cada metro cueste el doble de esfuerzo desplazarlo (el trabajo usado para mover el vehículo un metro es una unidad), considerar trabajo total empleado.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Metros = 1
2. Trabajo = 1
3. Metros = Metros +1
4. Trabajo = Trabajo + 2 * Trabajo
5. Ir a 3

Investigar:

1. Trabajo total empleado después de 10 metros.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 7 (La integral como área bajo una curva o integral definida).

Materia: **Estadística y probabilidad I**

⇒Actividad 1:

Descripción general:

Simular sistemas dinámicos que tienen distribución: uniforme, binomial, Bernoulli, Poisson o Normal.

Ejemplo:

Simular el lanzamiento de 3 monedas (distribución binomial) y considerar el número de soles (probabilidad).

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Intentos = 0
2. Aciertos = 0
3. Soles = 0
4. Aleatorio1 = Número aleatorio entre 0 y 1 (*)
5. Aleatorio2 = Número aleatorio entre 0 y 1

6. Aleatorio3 = Número aleatorio entre 0 y 1
7. Si Aleatorio1 > .5, entonces, Soles = Soles + 1
8. Si Aleatorio2 > .5, entonces, Soles = Soles + 1
9. Si Aleatorio3 > .5, entonces, Soles = Soles + 1
10. Si “Condición” se cumple, entonces, Aciertos = Aciertos + 1 (**)
11. Intentos = Intentos + 1
12. Ir a 3

Investigar:

Probabilidad de que salgan:

- A. Cero soles.
- B. Un sol.
- C. Dos soles.
- D. Tres soles.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 2 (Modelación de los procesos aleatorios).

(*)

El procedimiento puede modificarse para que se empleen monedas reales en lugar de trabajar con números aleatorios.

(**)

“Condición” tiene que ver con la probabilidad que se desea encontrar, es decir, lo propuesto en “Investigar”.

Materia: Cibernética y computación I

⇒Actividad 1:

Descripción general:

Programar actividades sugeridas en las asignaturas: Matemáticas I, II, III; Calculo diferencial e integral I y II; etc.

Ejemplo:

Resolver a través de un programa el siguiente problema (Matemáticas I, actividad 1):

Suponiendo que se tienen 2 especies animales (X y Y) y cada una tiene las siguientes características:

X: Especie que se reproduce el triple cada mes y también necesita un miembro de Y para alimentar a 5 de sus miembros (en el mismo intervalo de tiempo).

Y: Especie que cada mes cuenta con el número de individuos del mes anterior más la mitad y requiere de 4 miembros de X por cada miembro de Y para su alimentación.

No existen enfrentamientos entre las especies sino hasta que no hay comida, que es invariablemente al finalizar el mes y siempre ataca la especie X primero.

Procedimiento para manejar el ejemplo: (*)

1. Input X, Y
2. For I = 1 to 1000
3. $X = 3 * X$
4. $Y = 1.5 * Y$
5. $Y = Y - .2 * X$
6. $X = X - 4 * Y$
7. Print "X =" ; X
8. Print "Y =" ; Y
9. Next Y

Investigar:

1. Para ciertos valores de X y Y qué especie se extingue primero, después de cierta cantidad de meses.
2. Cuántos elementos de X y Y deben de existir para que ninguna de las especies se extinga después de un número grande de meses.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 4 (Diseño y elaboración de algoritmos).

(*)

Fue programado en basic, pero puede ser codificado en cualquier otro lenguaje de programación conveniente.

Materia: Física III

⇒ Actividad 1:

Descripción general:

Simular problemas que involucren la ley de conservación del momento angular.

Ejemplo:

Un cuerpo se desplaza en forma circular a la velocidad constante de una vuelta en un segundo (círculo de radio 10), cada vez que se concluye una vuelta el radio se reduce.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Radio = 10
2. Velocidad = $2\pi * \text{Radio}$
3. Tiempo inicial = 1
4. Tiempo = 1
5. Incremento = 1
6. Radio = Radio - Incremento

7. $\text{Tiempo} = \text{Tiempo} + (2\pi * \text{Radio} * \text{Tiempo inicial}) / \text{Velocidad}$ (*)
 8. Ir a 6

Investigar:

1. Largo del radio después de 5 segundos.
2. Velocidad angular después de 5 segundos.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 1 (Equilibrio y dinámica de partículas).

(*)

“($2\pi * \text{Radio} * \text{Tiempo inicial}$) / Velocidad” sale de aplicar la regla de 3 para obtener el tiempo.

⇒ Actividad 2:

Descripción general:

Simular problemas que involucren la presión de un fluido.

Ejemplo:

La presión de un fluido está dado por la siguiente fórmula:

$\text{Presión} = \text{Fuerza} / \text{Área de la superficie}$

Los valores iniciales de la fuerza y el área son 100 Newtons y 10 m^3 respectivamente.

La fuerza y el área de la superficie son modificadas cada segundo de acuerdo a la siguiente fórmula:

$\text{Fuerza} = \text{Fuerza} + \text{Número de segundos}$
 $\text{Área} = \text{Área} - .1 * (\text{Número de segundos})$

considerar la presión del sistema.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Segundos = 0
2. Fuerza = 100
3. Área = 10
4. Segundos = Segundos + 1
5. Fuerza = Fuerza + Segundos
6. Área = Área - .1 * Segundos
7. Presión = Fuerza / Área
8. Ir a 4

Investigar:

1. Presión del sistema a los 3 segundos.
2. Presión del sistema a los 10 segundos.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 2 (Sistemas fluidos).

6o. Semestre:

Materia: Cálculo diferencial e integral II

⇒ Actividad 1:

Descripción general:

Simular el desarrollo de una población (*)

Ejemplo:

Cada individuo de una población produce 2 después de una unidad de tiempo. Actualmente hay 10 individuos. Ver su desarrollo.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Individuos = 10
2. Tiempo = 0
3. Tiempo = Tiempo + 1
4. Individuos = Individuos + 2 * Individuos
5. Ir a 3

Investigar:

1. Cantidad de individuos después de 15 unidades de tiempo.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 1 (Derivadas de funciones exponenciales y logaritmicas).

(*)

Esto es posible simularse con una ecuación diferencial del tipo: $Y' = kY$

⇒Actividad 2:

Descripción general:

Simular fenómenos que impliquen aceleración

Ejemplo:

Un automóvil parte del reposo y se acelera de manera constante, un metro por segundo cada segundo. Considerar distancia recorrida.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Distancia = 0
2. Velocidad = 0
3. Aceleración = 1
4. Incremento = 1
5. Tiempo = 0
6. Tiempo = Tiempo + Incremento
7. Distancia = Distancia + (Aceleración * Tiempo + Velocidad) * Incremento
8. Ir a 6

Investigar:

1. Distancia recorrida en 10 segundos (comparar el resultado con el teórico).
2. Reducir el tamaño del incremento y comparar el resultado con el teórico (el último se obtiene integrando de 0 a 10 la siguiente función $6 + 4X$).

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 6 (Aplicaciones de la integral).

Materia: Cibernética y computación II

⇒ Actividad 1:

Descripción general:

Programar en pascal actividades sugeridas en las asignaturas: Matemáticas I, II, III; Calculo diferencial e integral I y II; etc.

Ejemplo:

Resolver a través de un programa el siguiente problema (Matemáticas I, actividad 1):

Suponiendo que se tienen 2 especies animales (X y Y) y cada una tiene las siguientes características:

X: Especie que se reproduce el triple cada mes y también necesita un miembro de Y para alimentar a 5 de sus miembros (en el mismo intervalo de tiempo).

Y: Especie que cada mes cuenta con el número de individuos del mes anterior más la mitad y requiere de 4 miembros de X por cada miembro de Y para su alimentación.

No existen enfrentamientos entre las especies sino hasta que no hay comida, que es invariablemente al finalizar el mes y siempre ataca la especie X primero.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. program poblac;
2. uses
3. crt;
4. var
5. x: real;
6. y: real;
7. i: real;
8. begin
9. for i := 1 to 1000 do
10. begin

```

11.      x := 3 * x;
12.      y := 1.5 * y;
13.      y := y - .2 * x;
14.      x := x - 4 * y;
15.      writeln ( 'x =', x );
16.      writeln ( 'y =', y );
17.  end;
18.end.

```

Investigar:

1. Para ciertos valores de X y Y qué especie se extingue primero, después de cierta cantidad de meses.
2. Cuántos elementos de X y Y deben de existir para que ninguna de las especies se extinga después de un número grande de meses.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar las unidades 2 (Lenguaje de programación turbo pascal), 3 (Estructura de control de secuencia) y 4 (Procedimientos y funciones).

Materia: Física IV

⇒ Actividad I:

Descripción general:

Simular un fenómeno eléctrico en el que varía la resistencia.

Ejemplo:

Un circuito eléctrico cuenta con una resistencia de 1 ohm, pero ésta se incrementa en un 17.3% cada minuto.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Tiempo = 0

2. Resistencia = 1
3. Tiempo = Tiempo +1
4. Resistencia = Resistencia * 1.173
5. Ir a 3

Investigar:

1. Resistencia después de 5 minutos.
2. Resistencia después de 50 minutos.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 3 (Sistemas eléctricos).

⇒ Actividad 2:

Descripción general:

Simular dispersión de la luz.

Ejemplo:

Se tienen 2 espejos paralelos y se dispara un rayo de luz a uno de ellos, éste lo manda al otro y el último al primero, pero cada vez que rebota el rayo pierde el 10% de su luminosidad.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Rebote = 0
2. Luminosidad = 1
3. Rebote = Rebote +1
4. Luminosidad = Luminosidad * .9
5. Ir a 3

Investigar:

1. Luminosidad después de 6 rebotes.
2. Cantidad de rebotes hasta que la luminosidad se considere cero.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 4 (Sistemas ópticos).

Materia: Administración II

⇒Actividad 1:

Descripción general:

Simular rutas críticas, puntos de equilibrio, inventarios, etc..

Ejemplo:

Se sabe que se tiene en existencia 1000 artículos y su probabilidad de venta diaria es la siguiente:

Vender hasta	Probabilidad
10	.1
30	.2
50	.3
70	.3
90	.1

Considerar el inventario.

Procedimiento para manejar el ejemplo:

1. Artículos = 1000
2. Aleatorio = Número aleatorio uniforme entre 0 y 1
3. Si Aleatorio ≥ 0 y Aleatorio $\leq .1$, entonces, Artículos = Artículos -10
4. Si Aleatorio $>.1$ y Aleatorio $\leq .3$, entonces, Artículos = Artículos -30
5. Si Aleatorio $>.3$ y Aleatorio $\leq .6$, entonces, Artículos = Artículos -50
6. Si Aleatorio $>.6$ y Aleatorio $\leq .9$, entonces, Artículos = Artículos -70
7. Si Aleatorio $>.9$ y Aleatorio ≤ 1 , entonces, Artículos = Artículos -90
8. Ir a 2

Investigar:

1. Número de artículos después de 7 días.

Momento de aplicación de la actividad:

Al terminar la unidad 3 (Áreas funcionales de la empresa).

Una vez concluida la pormenorización de la primera táctica se precede al detalle de la segunda.

V.2 Diseño de conferencias sobre simulación y sistemas dinámicos para alumnos y profesores.

Las conferencias serán orientadas para alumnos, pero también para profesores con el fin de conseguir una mejor vinculación de los participantes con los temas ahí tratados.

Se proyectan 5 conferencias que durarán como máximo una hora cada una. Se sugiere que se distribuyan semanalmente y de preferencia a mediados de semestre, ya que al principio probablemente no habría bases teóricas y al final la presión sería demasiada y eso empujaría al alumnado, y quizás al profesorado, a no asistir.

La experiencia permitirá al cabo del algún tiempo modificar cualquier cosa de lo que se sugiere aquí con el fin de conseguir cubrir más temas y abordarlos de manera cada vez mejor.

Las conferencias que se sugieren son las siguientes:

Título: Acercamiento a la simulación

Objetivo:

Conseguir la sensibilización del oyente con respecto a la necesidad de simular e introducirlo a simulaciones sencillas.

Perfil del expositor:

Se recomienda que la persona que dicte la conferencia cuente con una experiencia mínima de un año en simulación, tanto estocástica como no estocástica, y es preferible que tenga cierta experiencia en programación de computadoras.

Puntos a tocar:

1. ¿Por qué simular?
2. ¿Cómo simular?
3. Instrumentos rudimentarios para simular (monedas, dados, etc.).
4. Ejemplo (se sugiere simular con monedas la probabilidad de tener 5 hijos y 2 sean niñas).

Duración:

Máximo una hora.

Título: **Simulación no estocástica**

Objetivo:

Cimentar las bases de la simulación no estocástica.

Perfil del expositor:

Se recomienda que la persona que dicte la conferencia cuente con una experiencia mínima de un año en simulación, tanto estocástica como no estocástica, y es preferible que tenga cierta experiencia en programación de computadoras.

Puntos a tocar:

1. Características de la simulación no estocástica.
2. Campos de estudio que requieren de la simulación no estocástica.
3. Lugares donde se emplea actualmente la simulación no estocástica.
4. Ejemplo (se sugiere simular el desarrollo de una población con tasas constantes de nacimiento y muerte).

Duración:

Máximo una hora.

Título: **Simulación estocástica**

Objetivo:

Cimentar las bases de la simulación estocástica.

Perfil del expositor:

Se recomienda que la persona que dicte la conferencia cuente con una experiencia mínima de un año en simulación, tanto estocástica como no estocástica, y es preferible que tenga cierta experiencia en programación de computadoras.

Puntos a tocar:

1. Características de la simulación estocástica.
2. Importancia de la simulación estocástica.
3. Algunas distribuciones y su simulación.
4. Campos de estudio que requieren de la simulación estocástica.
5. Lugares donde se emplea actualmente la simulación estocástica.
6. Ejemplo (se sugiere simular las estaturas de los estudiantes del C.C.H. Naucalpan y graficarlas para comparar su parecido con la curva normal).

Duración:

Máximo una hora.

Título: **Simulación en la actualidad**

Objetivo:

Dar una visión lo más completa posible de los usos actuales de la simulación.

Perfil del expositor:

Se recomienda que la persona que dicte la conferencia cuente con una experiencia mínima de un año en simulación, tanto estocástica como no estocástica, y es preferible que tenga cierta experiencia en programación de computadoras, así como familiaridad en los usos actuales de la simulación.

Puntos a tocar:

1. La simulación usada como herramienta en la medicina.
2. La simulación usada como herramienta en la Física.
3. La simulación usada como herramienta en la Química.
4. La simulación usada como herramienta en la Aeronáutica.
5. La simulación usada como herramienta en la guerra.

6. La simulación en los juegos.
7. Otras aplicaciones de la simulación.

Duración:

Máximo una hora.

Título: **Simulación en el futuro**

Objetivo:

Dar una visión de las posibles aplicaciones de la simulación en el futuro.

Perfil del expositor:

Se recomienda que la persona que dicte la conferencia cuente con una experiencia mínima de un año en simulación, tanto estocástica como no estocástica, y es preferible que tenga cierta experiencia en programación de computadoras, así como familiaridad en las posibilidades de la simulación.

Puntos a tocar:

1. La simulación usada como herramienta en la medicina del futuro.
2. La simulación usada como herramienta en la Física del futuro.
3. La simulación usada como herramienta en la Química del futuro.
4. La simulación usada como herramienta en la Aeronáutica del futuro.
5. La simulación usada como herramienta en la guerra del futuro.
6. La simulación en los juegos del futuro.
7. Otras aplicaciones futuristas de la simulación.

Duración:

Máximo una hora.

CONCLUSIONES.

En un mundo donde la simulación tiene un lugar predominante para el análisis de sistemas que cambian a lo largo del tiempo como la economía, la ecología, la demografía y muchos otros más, es una necesidad tener profesionales con conocimientos y capacidad para realizar simulaciones y esto no excluye a los estudiantes del C.C.H. Naucalpan, ellos se verán probablemente beneficiados a corto, mediano y largo plazo de las siguientes formas:

A corto plazo se obtendrá una alternativa de solución de problemas para los cuales no cuentan con los suficientes conocimientos teóricos para resolverlos, el alumno podrá preguntarse y contestarse cosas tan triviales como la probabilidad de que nazcan 2 niñas en una familia de 5 hijos o tan complicadas como el desarrollo de la bolsa de valores, bajo ciertas condiciones.

A mediano plazo podrán ingresar a realizar estudios de licenciatura, maestría o doctorado sabiendo que cuentan con una poderosa herramienta de análisis que podrá ayudarlos con sus investigaciones académicas, y por otro lado en caso de no seguir sus estudios se encontrarán en una mejor posición laboral que muchas otras personas. En la actualidad en diversas empresas ya es utilizada la simulación como un recurso para resolver problemas prácticos y de planeación.

Y a largo plazo los alumnos que optaron por la investigación podrán aportar conocimientos originales basados en la investigación realizada con la simulación y los que decidieron incorporarse al mercado laboral tendrán capacidades de análisis a la altura de las mejores del mundo para resolver problemas de la industria, el gobierno, y casi cualquier problema del que-hacer humano.

Para conseguir que los alumnos del C.C.H. Naucalpan utilicen la simulación con profusión para el análisis de sistemas dinámicos es necesario primeramente que tengan alguna o algunas personas que los introduzca en el mundo de los sistemas dinámicos y la simulación, y esta persona o personas deben ser sus profesores que son con los que tienen más relación de tipo académica, a través de ellos el alumno aprenderá a simular sistemas dinámicos y podrá analizarlos de manera más sencilla, y de esta forma probablemente sentirá que la simulación y los sistemas dinámicos no son monstruos de los que se deba de huir, sino que son amigos mucho muy útiles para su vida.

Pero para conseguir que los alumnos aprendan a utilizar la simulación para analizar sistemas dinámicos es necesario que los profesores tengan una adecuada educación

propedéutica, la cual se les dará en base al diseño que se propone en esta tesis, con el fin de que sepan enseñar la simulación y los sistemas dinámicos, que sepan dónde y cuándo es mejor enseñarles a los alumnos, la mejor forma de introducirlos a los temas y la mejor manera de seducirlos para que utilicen la simulación. Para ayudar a esta labor se diseñarán conferencias que servirán al profesor para actualizarse y a los alumnos les ayudan a entender que la simulación es algo muy útil, interesante y divertido, y además es importante para su formación.

De esta manera, a través de los cursos y las conferencias el alumno probablemente se irá interesando poco a poco por la simulación y los sistemas dinámicos, y por ende, intentará simular situaciones comunes y sistemas simples, y progresivamente intentará simular cosas más difíciles; y siguiendo esta línea de pensamiento el alumno llegará a sentir que la simulación es muy importante en su vida y la utilizará muy abundantemente y lo mismo sucederá con los conocimientos sobre sistemas dinámicos que posea. De tal suerte que al terminar el bachillerato el alumno probablemente utilizará con frecuencia y profusión la simulación para resolver problemas que involucren sistemas dinámicos, con lo que estará más preparado para su vida futura y actual.

NOTAS DE PIE DE PÁGINA.

1. Bank y Carson, "Discrete-event system simulation", Prentice-Hall, New Jersey 1984. En la primera parte de este libro se presentan reflexiones sobre cuándo es útil emplear la simulación, ventajas y desventajas, áreas de aplicación, etc..
2. Ackoff, Russell A., "Rediseñando el futuro", Limusa, México 1979. En esta sección explica el desarrollo histórico de la manera de ver los sistemas, y tópicos tales como: "pensamiento analíticos", "expansionismo", "reduccionismo" y "enfoque de sistemas".
3. Ídem.
4. Raczynsky, Stanislaw, "Simulación por computadora", Limusa, México 1993. Este libro cuenta con cierta especialidad en la simulación de sistemas dinámicos tratados con ecuaciones diferenciales.
5. Ídem.
6. Rodríguez y Delgado, "Técnicas y modelos de simulación", Dirección de bibliotecas y publicaciones del I.P.N., México 1991. En este libro se pueden encontrar: historia, conceptos, definiciones, metodología, ventajas y desventajas de la simulación; conceptos de sistema; modelos y su clasificación.
7. Martínez y Requena, "Dinámica de sistemas 2 (modelos)", Alianza editorial, Madrid 1986. En la mayor parte de este libro se presentan una gran cantidad de modelos cotidianos.
8. Martínez y Requena, "Dinámica de sistemas 2 (modelos)", Alianza editorial, Madrid 1986. En esta sección se explica la manera de considerar sistemas dinámicos con un ordenador, además da un ejemplo muy entendible de la simulación de un sistema de población.
9. Ferrandez y Sarramona, "La educación", Ceac, Barcelona 1980. En este libro se habla (de la página 180 a la 189) de los tipos de educadores personales según: Sprander, Kerchensteiner, Hubert, Flitner, Casselman y Schraml. además habla sobre las cualidades del profesor, su deformación profesional, sus defensas y satisfacciones.
10. Delval, Juan, "Los fines de la educación", Siglo veintiuno, México 1991. En el capítulo 12 habla sobre la formación y la función del maestro.
11. Ídem. a 9.
12. Ídem a 10.
13. Bigge, Morris I., "Teorías de aprendizaje para maestros", Trillas, México 1978. En el capítulo 1 se manejan las principales causas del por qué es un problema el aprendizaje en las aulas.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Churchman, C. West, "El enfoque de sistemas", Diana, México 1983.
2. Gerez, Greiser Víctor, "El enfoque de sistemas", Limusa, México 1978.
3. Ackoff, Russell A., "Rediseñando el futuro", Limusa, México 1979, P.p.: 3-23.
4. Bank y Carson, "Discrete-event system simulation", Prentice-Hall, New Jersey 1984, P.p.: 2-6.
5. Raczynsky, Stanislaw, "Simulación por computadora", Limusa, México 1993, P.p.: 15-20.
6. Martínez y Requena, "Dinámica de sistemas 2 (modelos)", Alianza editorial, Madrid 1986, P.p.: 10-16 y 293-295.
7. Rodríguez y Delgado, "Técnicas y modelos de simulación", Dirección de bibliotecas y publicaciones del I.P.N., México 1991, P.p.: 7-19.
8. Schimidt y Taylor, "Análisis y simulación de sistemas industriales", Trillas, México 1979, P.p.: 71-224 y 270-480.
9. Gordon, Geoffrey, "Simulación de sistemas.", Diana, México 1980, P.p.: 15-44.
10. Ferrandez y Sarramona, "La educación", Ceac, Barcelona 1980, P.p.: 180-189.
11. Delval, Juan, "Los fines de la educación", Siglo veintiuno, México 1991, P.p.: 82-86.
12. Bigge, Morris I., "Teorías de aprendizaje para maestros", Trillas, México 1978, Pág.: 15-34.
13. Hubert, René, "Tratado de pedagogía general", El ateneo, Argentina 1975, P.p.: 411-426.
14. Beard, Ruth "Pedagogía y didáctica de la enseñanza universitaria", Oikos-tau, Barcelona 1974, P.p.: 94-102.
15. Velasco, Felix "Lecciones de Física", Continental, México 1983.
16. Purcell, Edwing J. "Cálculo con geometría analítica", Prentice - Hall, México, 1987.