

Propuesta Informática para la Educación en el Cambio, Basada en Ambientes de
Modelado y Simulación. Un enfoque Sistémico

XIMENA MARCELA NAVAS GARNICA

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas
Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática
Bucaramanga, 2006

Propuesta Informática para la Educación en el Cambio, Basada en Ambientes de
Modelado y Simulación. Un enfoque Sistémico

XIMENA MARCELA NAVAS GARNICA

Trabajo para optar al título de Magíster en Ingeniería
Área en Informática y Ciencias de la Computación

Director:
HUGO HERNANDO ANDRADE SOSA
Ingeniero de Sistemas M.Sc. Informática

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas
Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática
Bucaramanga, 2006

DEDICATORIA

A mis dos hijos
y a mi esposo

AGRADECIMIENTOS

A todos porque me es imposible excluir alguno.

TÍTULO: Propuesta Informática para la Educación en el Cambio, Basada en Ambientes de Modelado y Simulación. Un enfoque Sistémico*

AUTORA:

Ximena Marcela Navas Garnica**

Cod: 2038325

PALABRAS CLAVE

Educación, Dinámica de Sistemas, Modelado y Simulación, Informática, Software para la Educación, Informática para la Educación.

DESCRIPCIÓN

Esta tesis presenta una propuesta de difusión de la Dinámica de Sistemas (D.S) en la educación preescolar, básica y media colombiana; se sustenta principalmente en la revisión de la experiencia internacional, la reflexión sobre la experiencia del grupo de Investigación en Modelos y Simulación (SIMON), los fundamentos teóricos, las experiencias de campo que esta tesis orientó en el marco de los convenios Computadores para Educar – Universidad Industrial de Santander (CPE-UIS) 2005 y 2006 y en el análisis y diseño de los Micromundos para el Aprendizaje con D.S (MADS).

La fundamentación teórica y la revisión internacional, sustentan el por qué una propuesta de difusión de la D.S en la escuela, corresponde con el título de esta tesis. Esta sustentación se hace al presentar el Pensamiento Sistémico (P.S), la D.S y las ideas generales que se asumen con relación a la intervención para el cambio en el cambio junto con la reflexión sobre la relación informática educación.

En general, esta propuesta surge y se entiende en el marco de la dinámica de investigación acción que guió el desarrollo de la tesis y que se propone como guía para la aplicación y reformulación de la propuesta misma. Se debe asumirse como un conjunto de lineamientos surgidos de la reflexión sobre las experiencias propias y ajenas; los cuales, con su estudio y análisis crítico desde la práctica, deben ser enriquecidos. Además, hay que tener presente que es posible que algunas de estas recomendaciones no sean apropiadas en algún escenario particular. Esta propuesta se construye en el reformular la experiencia del llevar la D.S a la escuela y esta reformulación (reflexión y explicación de la experiencia) se constituye en propuesta en la medida que a alguien le sea satisfactoriamente una guía para orientar el hacer de la D.S en una comunidad escolar.

* Tesis de Maestría en Ingeniería – Área Informática.

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, Director: Profesor: Hugo Hernando Andrade Sosa.

TITLE: Informatic proposal for Education in the Change, Based on Modelling and Simultaion Environments. A Systemic Approach*

AUTHOR:

Ximena Marcela Navas Garnica**

Cod: 2038325

KEY WORDS:

Education, System Dynamics, Modelling and Simulation, Informatics, Software for education, Informatics for Education.

DESCRIPTION

This thesis presents a proposal of System Dynamic (S.D) diffusion in pre-school, basic and high school education; and it is primarily supported in the revision of international experiences, reflections about experiences of the Modelling and Simulation Investigation Group (SIMON), theoric basis, field experiences that this thesis oriented in its frame with the agreement with "Computadores para Educar – Universidad Industrial de Santander (CPE-UIS) 2005 and 2006 and in the analysis and design of the Learning Micro-Worlds with SD (MADS).

The theoric fundamentals and the international revision, shows why a proposal for SD diffusion at this school, corresponds to the title of this thesis. This sustentation is done to present the systemic thinking (ST), the SD, and the general ideas that are assumed with relation to the intervention for the change in the change with the reflection about the relation between informatics and education.

In general, this proposal comes from and is understood in the frame of the dynamics of investigation action that guided the development of the thesis and that is proponed as a guide for the application and reformulation of the proposal itself. It must be assumed like a group of lineaments that come from the reflection about self and other experiences; which, with study and critical analysis from the practice, must be enriched. Also, we must have present that it is possible that some of these recommendations are not appropriate in some particular scenario. This proposal is built in the reformulation of experiences of taking SD to the school and this reformulation (reflection and explanation of experience) is a proposal in the time that someone is satisfied of it as a guide to orientate to do SD in a school community.

* Thesis of Master in Engineering. Computer Science.

** Physical-Mechanics Faculty, Informatics and Systems Engineering School and Computer Sciences. Professor: Hugo Hernando Andrade Sosa.

CONTENIDO

1	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	4
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.2	OBJETIVOS.....	5
1.2.1	<i>Objetivo General.....</i>	5
1.2.2	<i>Objetivos Específicos.....</i>	5
2	CONTEXTO DE EXPERIENCIAS INTERNACIONALES, LOCALES Y FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
2.1	REVISIÓN A NIVEL INTERNACIONAL	7
2.1.1	<i>Introducción.....</i>	7
2.1.2	<i>Pensamiento Sistémico y Dinámica de Sistemas.....</i>	7
2.1.3	<i>Introducción de la Dinámica de Sistemas en la Educación</i>	8
2.1.4	<i>Conclusiones de los primeros 30 años de la Dinámica de Sistemas en la Escuela.....</i>	20
2.2	RELATORÍA DE LA EXPERIENCIA DEL GRUPO SIMON EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN ACCIÓN HACIA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PROPUESTA PARA LLEVAR LA D.S A LAS ESCUELAS. LOS PRIMEROS 11 AÑOS.	21
2.2.1	<i>Introducción.....</i>	21
2.2.2	<i>1995 a 1999.....</i>	22
2.2.3	<i>2000.....</i>	24
2.2.4	<i>2001.....</i>	26
2.2.5	<i>2002.....</i>	27
2.2.6	<i>2003.....</i>	28
2.2.7	<i>2004 - 2006.....</i>	28
2.3	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	31
2.3.1	<i>Idea General de la Intervención para el Cambio</i>	31
2.3.2	<i>Modelo Educativo.....</i>	32
2.3.3	<i>Postura Reflexiva frente a la relación Informática - Educación.....</i>	34
2.3.4	<i>Pensamiento Sistémico.....</i>	34
2.4	REFERENCIAS	41
3	PROPUESTA PARA LA DIFUSIÓN DE LA D.S EN LA ESCUELA.	50
3.1	INTRODUCCIÓN	50
3.2	POBLACIÓN OBJETIVO Y PROMOTORA.....	50
3.2.1	<i>Agentes endógenos a la escuela.....</i>	51
3.2.2	<i>Agentes exógenos a la escuela.....</i>	51
3.3	OBJETIVOS.....	51
3.3.1	<i>Objetivo general.....</i>	51
3.3.2	<i>Objetivos específicos a corto, mediano y largo plazo:.....</i>	52
3.4	CONSIDERACIÓN BASE DE LA PROPUESTA.....	53
3.4.1	<i>Escuela Actual</i>	53
3.4.2	<i>Aportes de la D.S a la escuela</i>	56
3.5	ESTRATEGIA Y DINÁMICA GENERAL DE DESARROLLO DE LA PROPUESTA EN EL CONTEXTO DE INVESTIGACIÓN ACCIÓN.....	61
3.5.1	<i>Estrategia de contagio.</i>	61
3.5.2	<i>Dinámica de la estrategia, recomendaciones para la acción.....</i>	63
3.6	REFERENCIAS	86

4	ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOS AMBIENTES.....	90
4.1	INTRODUCCIÓN	90
4.2	RESEÑA HISTÓRICA	90
4.3	ACERCA DEL SOFTWARE PARA LA EDUCACIÓN	90
4.4	LA PROBLEMÁTICA DE DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SOFTWARE PARA LA EDUCACIÓN	91
4.5	EVALUACIÓN DE SOFTWARE.....	94
4.5.1	<i>Formato de evaluación de software.....</i>	<i>94</i>
4.6	ANÁLISIS	99
4.6.1	<i>Para el estudiante.....</i>	<i>101</i>
4.6.2	<i>Para el profesor</i>	<i>110</i>
4.6.3	<i>Recomendación.....</i>	<i>125</i>
4.7	DISEÑO.....	125
4.7.1	<i>Orientaciones generales de diseño</i>	<i>125</i>
4.7.2	<i>Diseño de componentes.....</i>	<i>125</i>
4.7.3	<i>Diseño de interfaz.....</i>	<i>128</i>
4.8	REFERENCIAS	135
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES	138
6	ANEXOS.....	140

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de Aprendizaje OEDI	17
Figura 2. Herramientas para el desarrollo de habilidades en las actividades básicas de aprendizaje.....	18
Figura 3. Ciclos de aprendizaje, construcción y acción para el cambio.	31
Figura 4. Esquema de la práctica educativa.	33
Figura 5. Esquema del modelo educativo orientado al desarrollo	33
Figura 6. Modelado y simulación con Dinámica de Sistemas.....	35
Figura 7. Ciclos de aprendizaje “natural”	39
Figura 8: ciclos de aprendizaje “artificial”	40
Figura 9: Aprendizaje y modelamiento.....	40
Figura 10: Dinámica de Investigación acción de la D.S en la escuela.....	53
Figura 11: Esquema general del juego Entrada Salida.	69
Figura 12: Esquema general del juego entrada salida con cargueros	70
Figura 13: Ambiente de actividades integradas con Dinámica de Sistemas.....	71
Figura 14: Componentes básicos de software	126
Figura 15: Bosquejo de pantalla principal	129
Figura 16: Árbol de contenidos	130
Figura 17: Botones del árbol.....	130
Figura 18: Panel de preguntas e inquietudes.....	131
Figura 19: Vista de la pantalla principal con panel de preguntas e inquietudes.....	131
Figura 20: Visor de Material de consulta.....	132
Figura 21: Vista del reproductor maximizado	133
Figura 22: Visor de contenidos	134

INTRODUCCIÓN

El presente informe sintetiza la Propuesta Informática para la Educación en el Cambio, Basada en Ambientes de Modelado y Simulación. Un enfoque Sistémico, la cual se expresa en términos de una propuesta de difusión de la Dinámica de Sistemas (D.S) en la educación preescolar, básica y media colombiana. La propuesta propiamente se formula en el capítulo tercero y se sustenta principalmente en la revisión de la experiencia internacional, la reflexión sobre la experiencia del grupo de Investigación en Modelos y Simulación (SIMON), los fundamentos teóricos, las experiencias de campo que esta tesis orientó en el marco de los convenios CPE-UIS 2005 y 2006 y en el análisis y diseño de los Micromundos de simulación para el Aprendizaje con Dinámica de Sistemas (MADS).

La fundamentación teórica y la revisión internacional, sustentan el por qué una propuesta de difusión de la D.S en la escuela, corresponde con una Propuesta Informática para la Educación en el Cambio, Basada en Ambientes de Modelado y Simulación. Un enfoque Sistémico. Esta sustentación se hace al presentar el Pensamiento Sistémico (P.S), la D.S, lenguaje dinámico sistémico para el modelado y la simulación las ideas generales que se asumen con relación a la intervención para el cambio en el cambio junto con la reflexión sobre la relación informática educación.

En general, esta propuesta surge y se entiende en el marco de la dinámica de investigación acción que guió el desarrollo de la tesis y que, igualmente se propone como guía para la aplicación y reformulación de la propuesta misma. No pretende dar una receta, es decir, lo aquí presentado no es algo acabado, debe asumirse como un conjunto de lineamientos surgidos de la reflexión sobre las experiencias propias y ajenas; los cuales, con su estudio y análisis crítico desde la práctica, deben ser enriquecidos. Además, hay que tener presente que es posible que algunas de estas recomendaciones no sean apropiadas en algún escenario particular

Esta propuesta se construye en el reformular la experiencia del llevar la D.S a la escuela y esta reformulación (reflexión y explicación de la experiencia) se constituye en propuesta en la medida que a alguien le sea satisfactoriamente una guía para orientar el hacer de la D.S en una comunidad escolar, es decir, la comunidad que la acepta es la que la constituye en propuesta, ésta no lo es en sí misma, como ninguna explicación es explicación en sí misma.

Este informe se estructura en seis capítulos, los cuales dan cuenta del proceso de desarrollo de la tesis y sus resultados de la siguiente manera:

El primer capítulo, descripción del proyecto, esboza la situación problema que motivó esta tesis y los objetivos propuestos para abordarla.

El segundo capítulo, contexto de experiencias internacionales, locales y fundamentación teórica; presenta los fundamentos de la propuesta de esta tesis,

mediante los aportes de la comunidad internacional en los treinta años de la D.S en la educación y del grupo de Investigación en Modelamiento y Simulación (SIMON)¹ en los últimos 11 años, junto con los fundamentos teóricos que la guían.

El tercer capítulo, propuesta para la difusión de la D.S en la escuela; sintetiza el propósito central de esta tesis, al definir la población objetivo y los promotores, los objetivos, las consideraciones base para la propuesta en términos de la reflexión, desde la perspectiva dinámico sistémica, el estado actual de la escuela y los potenciales aportes de la D.S a esta escuela; junto con los lineamientos de estrategia y dinámica general de desarrollo de la propuesta en el contexto de investigación acción.

En el cuarto capítulo, teniendo en cuenta la relatoría de la experiencia del grupo SIMON y la evaluación de los software desarrollados, así como la estrategia y dinámica general de desarrollo de la propuesta, se formula el análisis y diseño básico para los MADS, como ambientes base para facilitar el aplicar la propuesta integrando la D.S al aprendizaje de todas las áreas.

El quinto capítulo resume las conclusiones de la tesis y las recomendaciones para su continuidad. El sexto, mediante un conjunto de anexos, da cuenta de las labores de difusión de los resultados de esta tesis, de las actividades de campo que se desarrollaron y de otros documentos que amplían e ilustran algunos de los demás capítulos.

¹ El Grupo SIMON está adscrito a la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Industrial de Santander (UIS). Bucaramanga – Colombia. Mayor información: www.uis.edu.co/portal/investigacion/grupos/simon_uis/simon.html, <http://simon.uis.edu.co>

CAPÍTULO 1.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una preocupación raíz de la educación, es desarrollar la capacidad para aprender a pensar y cómo pensar. El P.S. es conveniente para mirar la realidad de la educación y en ésta, la de la informática y para concebir la diversidad y la unidad de dicha situación. De la anterior preocupación surgió la pregunta por el cambio en la educación; al fin y al cabo se pretende cambiar la educación llevando un paradigma de pensamiento, una teoría y un instrumental nuevo. ¿Qué tanto lo nuevo que se estaba tratando de llevar congeniaba o chocaba con el presente educativo?, ¿Lo que llamamos “informática educativa” está o no respondiendo a las preocupaciones fundamentales del proyecto educativo? Las respuestas iniciales a estas preguntas plantearon interrogantes sobre la gestión del cambio en la educación y sobre el cambio en el pensamiento de la comunidad educativa, así como inquietudes por asuntos más específicos como las prácticas pedagógicas, los roles de los actores y desde luego, el cambio de los instrumentos, por unos que a su vez sean apropiados para dicho contexto.

La informática, más que por limitaciones técnicas, debido a las perspectivas educativas, pedagógicas, tecnológicas, de globalización y comerciales, desde las cuales se construyen sus productos (software), parece ir en contra del camino que la puede constituir en un poderoso recurso constructor de un nuevo contexto educación–informática y en particular, a concebir ambientes virtuales en los cuales la comunidad educativa pueda recrear sus ideas, preguntas y respuestas por el estado, las interacciones y la dinámica de un fenómeno que se desea explicar.

Respondiendo en parte a las anteriores preguntas y en un entorno más amplio, la informática no aparece muy clara cuando se trata de apuntar al proyecto de educación cambiante y de educación para el cambio². Más bien, la mayoría de productos informáticos, inspirados en una preocupación, casi única, de facilitar los haceres actuales; pareciese apuntar a consolidar prácticas que la demanda de cambio educativo desea superar. De esta manera, la resistencia al cambio educativo de muchos miembros de la comunidad, se ve premiada con un aporte informático que mejora la eficiencia de sus prácticas y a su vez, estos beneficiarios premian a sus benefactores con un consumo abundante de sus productos. Así, este mercado castiga las propuestas que demandan un cambio en sus usuarios y la relación oferta–demanda acaban por enterrar las propuestas renovadoras.

Este panorama de oferta–demanda–cambio en el cual se presenta la informática–educación termina, además, agravado con el dominio de una postura crítica de la comunidad educativa frente a las tecnologías y sus productos, lo cual parece

² Es necesario profundizar más sobre la idea de cambio, de tal forma que se distinga un paradigma de cambio continuo de la idea común del cambio basado en actualizaciones, es decir, un cambio a saltos

consolidar una comunidad consumidora de productos tecnológicos y no una comunidad demandante de tecnología con propósitos propios.

Un efecto más para definir completamente la problemática es la idea de globalización, porque cualquier propuesta para la educación y su relación con la tecnología no pueden estar al margen de ésta.

¿Cómo puede ser una propuesta pedagógica y metodológica basada en el P.S y el modelado y la simulación con D.S, que en el contexto tecnológico aporte a la dinámica de cambio deseable en las prácticas que promuevan el aprendizaje. ¿Y cómo deberían ser los recursos informáticos para esta propuesta? Esta es la pregunta que intenta abordar la investigación para aportar a la solución del problema esbozado.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Elaborar una propuesta informática para la educación en el cambio, que motive el aprendizaje, como proceso de construcción y reconstrucción de conocimientos, fomente el desarrollo de aptitudes y competencias y el espíritu crítico y creador para explicar e intervenir el mundo y sus fenómenos; basada en el P.S, el modelado y la simulación de enfoque estructural.

1.2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Formular los fundamentos conceptuales y metodológicos que esbocen una propuesta informática para la educación en el cambio que:
- ✓ Asuma críticamente lo propuesto y desarrollado alrededor de la educación y el modelado y la simulación de enfoque estructural, por el grupo SIMON.
- ✓ Presente la idea de la educación en el cambio y la intervención sistémica en la misma.
- ✓ Conceptualice la relación informática – educación - cambio.
- ✓ Determine una relación entre el enfoque pedagógico o la propuesta educativa y los ambientes informáticos basados en modelado y simulación de enfoque estructural con D.S.
- ✓ Motive el aprendizaje como proceso de construcción y reconstrucción de conocimientos.
- ✓ Fomente el desarrollo de aptitudes, competencias y el espíritu crítico y creador para explicar e intervenir el mundo y sus fenómenos

- ✓ Proponer los requerimientos y el diseño básico de los ambientes informáticos que apoyen la aplicación de la propuesta esbozada con el primer objetivo.
- ✓ Enunciar los fundamentos metodológicos básicos que orienten la intervención educativa con la aplicación de la propuesta y el uso de los ambientes informáticos propuestos.

CAPÍTULO 2.
CONTEXTO DE EXPERIENCIAS INTERNACIONALES,
LOCALES Y FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2 CONTEXTO DE EXPERIENCIAS INTERNACIONALES, LOCALES Y FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 REVISIÓN A NIVEL INTERNACIONAL

2.1.1 Introducción

Se presenta a continuación la revisión de algunos de los planteamientos y experiencias de la aplicación de la D.S a la educación, basada principalmente en los siguientes artículos: Jay Forrester (1992) "Dinámica de Sistemas y Aprendizaje Centrado en el Estudiante desde párvulos hasta doceavo grado de educación", Janet M. Gould-Kreutzer (1993) "Los primeros pasos de la D.S. en la educación", Barry Richmond (1993), "Pensamiento Sistémico: Habilidades de Pensamiento Crítico para los 90s y más Allá", Davidsen, Bjurklo y Wikström, (1993) "Introduciendo la D.S a las escuelas: Una experiencia Nórdico", Forrester (1994) "Aprendiendo a través de la D.S como preparación para el siglo 21", Debra Lyneis (1995) "Pensamiento Sistémico, en 25 palabras o menos", Forrester (1997) "D.S y profesores del K-12" David Ford (1998) "D.S como una Estrategia para Aprender a Aprender", Forrester (1999) "D.S: El fundamento bajo el Pensamiento Sistémico", Debra Lyneis (2000), Llevando la D.S a una escuela cerca a usted", Less Stuntz (2000) "Construyendo habilidades de D.S para los estudiantes de K-3", Debra Lyneis y Davida Fox_Melanson (2001) "Cambios al incluir la D.S en el plan de estudios de preescolar a octavo grado", Less Stuntz, Debra Lyneis y George Richardson (2002) "El Futuro de la D.S. y el Aprendizaje Centrado en el Aprendiz en la Educación de K-12", Robert Mcleod (2002) "Modelo para el cambio cultural en las escuelas: Una evaluación de una nueva metodología de aprendizaje organizacional", George Romme (2002) "El valor de los micromundos de simulación", Diana Fisher, Edward Galleary y Louis Macovsky (2003) "Como trabajan las drogas en el cuerpo humano- El análisis de una unidad del programa de álgebra, en segundo año", Agata Sawicka y René Molkenthin (2005) "La dinámica del incremento del conocimiento, Como aumentar la efectividad de los ambientes de aprendizaje con D.S", y en Colombia Hugo H. Andrade y Carlos Parra (1998) "Esbozo de una Propuesta de Modelo Educativo Centrado en los Procesos de Pensamiento", Hugo Andrade y Ximena Marcela Navas (2003) "La Informática y el cambio en la educación -Una Propuesta Ilustrada con Ambientes de Modelado y Simulación con D.S: Proyecto MAC-; Hugo Andrade, Marlene Guerrero, Oscar Vargas y Luis Carlos Gómez, (2003) "MAC 6-7 2.0 Micromundo para el Aprendizaje de Ciencias de la Naturaleza de Sexto y Séptimo grado"

2.1.2 Pensamiento Sistémico y Dinámica de Sistemas

Gould-Kreutzer (1993) reconoce que la introducción de la D.S. en la educación requiere aclarar una base conceptual más amplia a la cual pertenece ésta, el P.S, y comenta que no se tiene una clara definición de éste. Para su comunidad el P.S. corresponde a un mirar de los fenómenos como sistemas y en particular, como sistemas dinámicos; lo que hoy se denomina pensamiento dinámico-sistémico

(Andrade et al. 2001) cuyas formas de pensamiento más representativas son las planteadas por Barry Richmond (1993) y señaladas por Kreutzer.

Comenta Lyneis (1995) en su artículo, que los términos P.S y D.S, están ganando un amplio uso y aceptación, pero no son entendidos ampliamente. El P.S fomenta un mirar atrás y ver el cuadro entero del fenómeno, en lugar de enfocar sólo sus partes. Explora las interdependencias entre los elementos de un sistema, buscando los modelos en lugar de memorizar hechos aislados. Se enfoca en el ciclo de realimentación de un sistema porque esa estructura determina su conducta a través del tiempo. Es como ver el “bosque” y los “árboles”.

En cuanto al concepto de D.S, para Forrester (1999), es un campo profesional que trata con la complejidad de los sistemas. El P.S es el fundamento necesario que está debajo de la D.S. Esta última se encarga de cómo las cosas cambian a través del tiempo, cubre lo que la mayoría de las personas encuentran importante. Involucra la interpretación de los sistemas de la vida real en modelos³ de simulación computacionales, que nos permiten ver cómo la estructura y las políticas de toma de decisiones en un sistema crean su comportamiento. Según Lyneis y Fox-Melanson (2001), la D.S puede fundamentalmente mejorar la educación para los estudiantes desde kindergarten a través de los doce grados (K-12). La experiencia en el salón de clase ha mostrado que la D.S ayuda a los estudiantes a desarrollar un pensamiento crítico y las habilidades para resolver problemas. Realza el entendimiento del plan de estudios actual, ayudándolos a responder de una mejor forma las preguntas y a reconocer las relaciones entre los temas a través de los modelos.

2.1.3 Introducción de la Dinámica de Sistemas en la Educación

Gould-Kreutzer recopila en su artículo información que proporciona diversas visiones y experiencias de la introducción de la D.S y el P.S en la educación, clasificándola en dos grupos, los planteamientos relacionados con la educación de los niños y jóvenes (8 a 18 años) y los relacionados con el nivel universitario.

2.1.3.1 Primeras experiencias y pioneros

En E.E.U.U, algunas de las escuelas pioneras mencionadas en diferentes artículos son: escuela media y secundaria de Orange Grove y el distrito escolar Catalina Foothills en Tucson, Arizona, desde 1980; escuela pública Carlisle (Massachussets) desde 1994, las escuelas del condado de Glynn y las rurales costeras de Georgia, escuela pública secundaria parroquial y escuela secundaria de La salle, en Portland, Oregón; escuela privada en Toledo, Ohio; una escuela/internado en Nueva York, las escuela Charter y la pública media Murdoch en Chelmsford, Massachusetts, las escuelas rurales en el norte de Vermont, como el colegio Trinity y escuelas suburbanas de Harvard, Massachusetts.

³ Cleary (1992, pp.117-126) describió a un modelo como una representación simplificada del mundo real.

Una experiencia con orientación estatal se desarrolla desde 1984 en los estados Nórdicos de Dinamarca, las islas Feroe, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia. (Davidsen, Bjurklo y Wikström, 1993).

Ya desde 1999, se conocen experiencias del uso de la D.S en la enseñanza de la física en secundaria en Alemania (Bethge y Schecker, 1992). Estas experiencias han tenido continuidad (Sawicka, Molkenthin, 2005) en trabajos en conjunto entre Noruegos y Alemanes con la creación de ambientes de experimentación con modelos de D.S. Asimismo, en el Japón se ha trabajado con estudiantes de secundaria, principalmente en las áreas de biología, física y con problemas de tipo industrial. Forrester (1999).

Gould-Kreutzer expresa que el incremento de actividades que combinan D.S. y educación ha sido posible, en parte, gracias a la revolución tecnológica de los computadores ocurrida entre 1983 y 1993. La D.S en un principio fue enseñada solamente a universitarios, pero gracias al desarrollo de los computadores, se logró introducir a los niños y jóvenes estudiantes. Este desarrollo permitió la creación de ambientes de experimentación basados en modelos dinámicos de simulación, que les facilitan a los estudiantes explorar nuevas ideas y pensar acerca del objeto de estudio. Además, estos ambientes⁴ incluyeron un asistente para el aprendizaje acerca de la estructura y el comportamiento de los sistemas; estos ambientes permitieron a los aprendices trabajar con variedad de modelos e identificar estructuras genéricas simples. Asimismo, Romme (2002) reafirma la anterior idea, al expresar en su artículo que el objetivo principal para usar micromundos de simulación como herramienta para la educación es motivar y facilitar a los estudiantes hacia la comprensión más profunda y más integrada. Forrester (1992), expresa que uno de los aspectos en los cuales se centra la D.S son las estructuras genéricas; un pequeño número de estructuras relativamente sencillas que aparecen repetidamente en diferentes áreas, profesiones y escenarios de la vida real. Los estudiantes, mediante analogías e isomorfismos, transfieren sus conocimientos de un fenómeno a otro, esto les ayuda a romper las barreras entre las disciplinas y el aprendizaje en un campo se vuelve aplicable a otro, expresión del pensamiento genérico, según Richmond.

La D.S en la educación de preescolar a doceavo grado, tiene sus raíces en la escuela de finales de los 80, cuando Gordon S. Brown⁵, asistió a una reunión en la escuela Orange Grove Junior en Tucson, Arizona y presentó la D.S y el software STELLA como a la mitad de los profesores de escuela, entre ellos a Frank Draper y su directora Mary Scheetz. (Brown, 1992). Animados por los tempranos logros de los estudiantes de Tucson, varias otras personas de fuera de la escuela unieron esfuerzos para incluir y mantener el cambio positivo en la educación con D.S a escala nacional.

Amigos de Brown establecieron el "Fondo Gordon Stanley Brown" administrado a través de la Sociedad internacional de Dinámica de Sistemas. El fondo apoya en su

⁴ Ambientes que para el Grupo SIMON y en general para la comunidad de D.S corresponden a micromundos de simulación.

⁵ Gordon Brown, en la década del 40 fue director del Laboratorio de Servomecanismos del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Mas tarde, fue director del departamento de Ingeniería Electrónica y antes de retirarse en 1973 fue decano del departamento de ingeniería del MIT.

tiempo libre y en verano a profesores que han aplicado la D.S para que publiquen materiales que puedan usar otros profesores con sus estudiantes. Asimismo, apoya la divulgación de experiencias que no llenaron las expectativas de manera que otros puedan ser advertidos de los caminos que no deben seguir.

Gould-Kreutzer, en su historia de la D.S. en la educación, señala que Nancy Roberts en 1974 publica el primer artículo sobre el tema, y más tarde desarrolla una experiencia con estudiantes usando el software DYNAMO; organiza el primer curso para la formación de profesores y escribe la primera tesis doctoral en el campo en 1975. Además, Lyneis (2000) comenta que la profesora Roberts en el Colegio Lesley fue la pionera en la idea de introducir la D.S en los estudiantes jóvenes, pero no fue sino hasta que el software de D.S tuvo una interfaz gráfica amigable con el usuario, que la práctica de la D.S fue más accesible a los estudiantes de K-12.

Jay W. Forrester⁶ es el fundador de la D.S. Primero entre los consejeros de la D.S en K-12. Probablemente el primero en entender la transformación de la educación a través de la D.S, personalmente se ha encargado de involucrar a otros profesionales de la D.S y a partidarios para apoyar el trabajo que los maestros están haciendo en las aulas. Ha impulsado continuamente a los maestros para que trabajen con D.S en los grados más básicos para que el cambio pueda fluir desde el inicio con los niños. Junto con un grupo de estudiantes del programa de Oportunidades de Investigación en Pregrado del MIT, trabaja para desarrollar materiales educativos que puedan ser usados en escuelas. Realizan prácticas con profesores del Cambridge Rindge y del Latin High school, probando materiales de clase. El proyecto es la creación de una agenda "Road Maps" para el autoestudio de la D.S aplicada a la educación.

Jim y Faith Waters⁷ han contribuido generosamente en el éxito continuo de la Escuela media de Orange Grove y con muchas otras escuelas por los EEUU. Juntos, creen que la educación puede y debe mejorar pronto. Empezaron muy lentamente con la consolidación de los mentores de D.S en la escuela de Tucson. Crearon la Fundación Waters, la cual apoya la educación en D.S en una docena de distritos por los EEUU, ayudando a llevar más allá el trabajo que esas escuelas ya habían empezado solas. La fundación financia los sueldos de los equipos de mentores de D.S en estas escuelas. Además, han conseguido la dotación de equipos computacionales para las escuelas, así como también ha patrocinado el entrenamiento a los mentores en cuanto a la D.S y talleres para maestros. La Fundación Waters administrada ahora por Mary Scheetz y cuatro coordinadores regionales, bajo la dirección de Jim y Faith, se está enfocando en solidificar las prácticas y mejorar las lecciones a través de los años, para hacerlas accesibles a los profesores y a cualquier otra escuela.

⁶ Jay Forrester es norteamericano, ingeniero electricista, doctor en automática y control del MIT. Colaboró en el desarrollo de memorias para los computadores y actualmente profesor jubilado del MIT. Creador de la dinámica industrial (1961) y que hoy se conoce en algunos círculos dedicados al aprendizaje organizacional como Dinámica de Negocios, esta disciplina al dedicarse al estudio de cualquier sistema recibe el nombre de D.S.

⁷ Ciudadanos norteamericanos. Jim es un empresario exitoso con un compromiso por la educación pública, ha colaborado en su escuela local en Framingham, Massachusetts. Faith es un profesor de escuela pública retirado.

Finalmente, John Bemis es otro contribuyente silencioso que ha ayudado a llevar a los profesores las ideas de D.S al plan de estudios de K-12. En 1991, John R. Bemis de Concorde, Massachussets, generosamente creó el Creative Learning Exchange (CLE), una organización sin ánimo de lucro para promover y soportar el uso, en la educación, de la D.S, en el aprendizaje centrado en los aprendices desde preescolar hasta el doceavo grado. Bajo la dirección de Lees Stuntz, el CLE recoge y distribuye materiales de plan de estudios de D.S desarrollados por maestros para otros maestros. El CLE también publica un periódico llamado The Creative Learning Exchange y organiza una conferencia de verano para maestros cada año.

2.1.3.2 Postura frente a una educación tradicional y aportes de la D.S.

Forrester (1992) presenta a Roberts como la pionera en mostrar la D.S como un marco de trabajo en los grados quinto y sexto (Roberts, 1975). En su trabajo, (Roberts, 1978) mostró la ventaja de invertir la secuencia de enseñanza tradicional, que normalmente progresa a través de los siguientes cinco pasos:

- ✓ Aprendizaje de hechos
- ✓ Comprensión de significados
- ✓ Aplicación de los hechos a generalizaciones.
- ✓ Análisis del material en sus partes constituyentes.
- ✓ Síntesis para ensamblar las partes en un todo.

La mayoría de los estudiantes nunca alcanzan el quinto paso de síntesis. Sin embargo la síntesis (poner todo en conjunto) debería situarse al comienzo de la secuencia educativa. Cuando los estudiantes llegan a la escuela, ya poseen una riqueza de observaciones sobre la familia, las relaciones interpersonales, la sociedad y la escuela. Están listos para un marco de trabajo dentro del cual los hechos pueden ser encajados. A menos que exista ese marco de trabajo, la enseñanza de más hechos pierde significado.

En la discusión sobre el proceso de aprendizaje Bruner (1963) afirma, "la cosa más básica que puede decirse sobre la memoria humana, es que a menos que el detalle se coloque en un modelo estructurado se olvida rápidamente". Para la mayoría de los propósitos, tal estructura es inadecuada si es solamente una estructura estática. La estructura debería mostrar el significado dinámico de los detalles, cómo los detalles están conectados, cómo influye uno en el otro y cómo el comportamiento pasado y las futuras consecuencias surgen de políticas de toma de decisiones y sus interconexiones.

En este mismo sentido, Forrester (1992) expone el problema que enfrenta la educación tradicional al no preparar a los estudiantes para hacerle frente a las necesidades de la sociedad. Para Betts, (1992) la semilla de la educación escolar encuentra sus fallas actuales en los sucesos del pasado. Desde el principio la educación escolar ha sido llamada a transmitir el conocimiento y no a preparar a los estudiantes para la vida después de la escuela, para lo cual, el aspecto importante

es el pensamiento crítico para la solución de problemas y la toma de decisiones. En el transmitir la escuela ha sido exitosa, no así en la formación.

La educación masiva de las escuelas durante el último siglo, en la mayoría de los países occidentales, ha creado exitosamente una generación reduccionista, funcionalista, individualista, que espera una buena organización para ser naturalmente evidenciado controlando las estructuras de tipo burocráticas. Lo anterior no sorprende, ya que las escuelas proporcionaron personal administrativo, directivos y sujetos para la política gubernamental; todo esto generó un no aprendizaje organizacional y creó barreras para lograr un apropiado aprendizaje organizacional (Barnett, 1997; McLeod, 1997).

McLeod (2002), plantea que las escuelas son sistemas complejos que han sido tradicionalmente resistentes a cambiar debido a la combinación de complejos factores sociales y culturales. A pesar de muchos esfuerzos por efectuar un cambio significativo y mejorar, han permanecido relativamente inalteradas en un paradigma científico determinístico, en lugar de un paradigma de cambio sistémico, o en el contexto de modernidad en lugar de la postmodernidad.

Forrester expresa en 1994, que la educación debe modificar su tendencia, cada vez mayor, a la especialización y debe proporcionar al estudiante, una fundamentación que le de una movilidad para variar de acuerdo con las demandas y oportunidades cambiantes; presenta a la D.S como esa fundamentación que le permite al individuo moverse de un campo a otro. Asimismo, propone que los objetivos de una educación apoyada en D.S pueden agruparse bajo tres títulos:

1. Desarrollar habilidades personales
2. Formar en el estudiante una perspectiva y personalidad para encajar en el siglo 21
3. Entender la naturaleza de los sistemas en los cuales vivimos y trabajamos.

De esta manera, plantea un enfoque para una educación más efectiva teniendo como principios básicos la D.S y el aprendizaje centrado en el estudiante.

Ampliando las anteriores ideas, Stuntz, Lyneis y Richardson (2002) expresan que las escuelas de hoy en día fueron diseñadas para satisfacer las necesidades de un amanecer de la sociedad industrial en América. Se preparaban estudiantes para ser los trabajadores productivos en las fábricas y las escuelas fueron actualizándose en los principios de la producción en masa, ideas que se extendieron y fueron cambiando a través de los países. En estas escuelas, un eficaz proceso de la cadena de producción, apuntaba a educar graduandos de consistente calidad uniforme. Los profesores fueron un engranaje en este proceso, podrían otorgarles a sus estudiantes todo lo que necesitaban conocer a cerca de cada grado a lo largo del camino. Fue un sistema que llenó las necesidades de ese tiempo.

Stuntz, Lyneis y Richardson (2002) reconocen que los tiempos han cambiado. Vivimos en una economía global de rápido cambio en donde la información y su accesibilidad están creciendo y la comunicación es instantánea. No podemos enseñarles a los estudiantes algo para que desempeñen un trabajo previsible. Ahora

los estudiantes necesitan un gran conjunto de habilidades para prosperar hoy en día en esta economía cambiante. Aún más importante, necesitan un profundo entendimiento, ánimo y coraje para tratar efectivamente los complejos y crecientes problemas sociales, económicos, políticos y ambientales que nos rodean. Es tiempo para el cambio, para diseñar nuestras escuelas que reúnan las necesidades de hoy en día.

Las ideas de Stuntz, Lyneis y Richardson las continúan Andrade y Parra (1998), donde exponen que todos somos productos del aprendizaje orientado a contenidos y dirigido por el profesor donde el salón de clase se organiza en filas, al frente está el profesor, cuyo trabajo es transmitir lo que sabe a los estudiantes y los contenidos vienen predeterminados de antemano para, en el último año, presentar una prueba de conocimientos. El trabajo del estudiante consiste en recibir la mayor cantidad de información que se le transmite, para lo cual debe "estar quieto y prestar atención". Según varios autores, este enfoque educativo refleja a la sociedad industrial, en donde la producción de bienes se realiza en masa y con cierto grado de especialización (al igual que sucede con los estudiantes y profesionales), pero marcha rezagada en cuanto a la capacidad de adaptación a condiciones cambiantes (Litto, 1996).

Asumiendo lo anterior, Andrade y Parra (1998), formulan una propuesta de modelo educativo centrado en los procesos de pensamiento para la estructuración del conocimiento y la toma de decisiones con visión de futuro y no centrado en los contenidos. Este modelo integra tres componentes fundamentales: El paradigma de pensamiento (P.S), el enfoque educativo (constructivismo) y los medios (D.S). Andrade y Navas (2003) continúan la formulación de éste modelo educativo y proponen centrar el proceso en el desarrollo de habilidades de pensamiento, combinando el P.S. con el enfoque constructivista para orientar la educación hacia "aprender a aprender" y motivar a los estudiantes a comprender fenómenos de diversa naturaleza, contemplando los elementos e interacciones que los describen como sistemas y que explican su evolución dinámica a través del tiempo; esperando así aportar en la formación de un espíritu crítico e investigador.

Andrade y Navas (2003) retoman estos planteamientos para dar a conocer una propuesta de uso de micromundos⁸ de modelado y simulación con D.S, para el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en los grados 1 a 11, denominada proyecto MAC. La propuesta, surgió con el propósito de llevar las ideas del P.S a la educación y en particular, una expresión de este pensamiento, el Dinámico Sistémico, mediante el lenguaje de la D.S, lenguaje para el modelamiento y la simulación de fenómenos de diversa naturaleza. Es decir, al proyecto MAC lo motiva una preocupación por llevar un paradigma de pensamiento a través de una teoría tecnológica instrumentalizada por la informática y el apoyar el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza.

⁸ El concepto de micromundo fue definido en principio por Papert (1980). Según Romme (2002) la palabra Micromundo, ha venido a significar cualquier simulación con la que las personas pueden interactuar, participando en la ejecución de los experimentos, probando diferentes estrategias y construyendo una buena comprensión de los aspectos de la realidad, que recrea.

Los MAC son herramientas para la acción y como tales no determinan lo que se ejecute con éstas, pero si están desarrolladas con la intención de posibilitar el pensar y diseñar la estrategia de cambio. Es decir, la herramienta así concebida, no sólo es un instrumento sino también un elemento del contexto, en el cual es posible idear estrategias y proponer acciones acordes con la postura institucional frente a la educación y a la informática.

En particular estos productos integran: el uso de la multimedia, las bondades de los ambientes soportados en páginas web, las facilidades de comunicación y acceso a información vía internet, las potencialidades de la computación para simular fenómenos soportados en complejos modelos matemáticos y de esta manera crear ambientes de experimentación altamente interactivos y finalmente, las potencialidades de las herramientas para el modelamiento y la simulación con D.S, que permiten orientar procesos de construcción y reconstrucción de conocimientos, herramientas que hasta el presente sólo han estado al alcance de cursos universitarios o de centros de investigación.

Andrade y Parra para instrumentalizar la propuesta, plantean un ambiente educativo informatizado, que más tarde, Andrade, Guerrero, Vargas y Gómez (2003), formalizan en términos de producto software MAC 6-7 versión 2.0, perteneciente al macroproyecto MAC. Este software contiene tres niveles: Nivel Lector, Nivel Experimentador y Nivel Investigador. A partir de estos niveles se apoya el aprendizaje sobre fenómenos de interés y su estudio como sistemas con el soporte de las facilidades multimediales, de modo que el modelado y la experimentación simulada, se ven enriquecidos con textos, sonidos, vídeos, imágenes y animaciones.

El grupo SIMON ha desarrollado hasta el momento, enmarcados en el macroproyecto MAC: MAC 4-5 (Bermúdez, Quitián, 2001), MAC 6-7 1.0 (Navas, Benítez, 2000), MAC 8-9 (Dueñas, Rojas 2000), MACMedia 1.0 (Zafra, Villa 2000), MACMedia 2.0 (Sequeda, Torres 2001), MAC 6-7 2.0 (Vargas, Guerrero 2002), MAC Primaria (Vera, Anaya 2006) y HCAEAD (Prada, Ospino 2006), herramientas realizadas en medio de un proceso de análisis, diseño, desarrollo, evaluación y mejoramiento, conducentes a obtener productos software con alto nivel de acabado y coherentes con la propuesta pedagógica y propósitos educativos.

En los EEUU varios profesores emprendedores han empezado a llevar la D.S a los estudiantes más jóvenes de manera lúdica. Se han ideado juegos para que los niños desarrollen los conceptos básicos de la D.S y del P.S, la idea de flujo, nivel y aspectos asociados al tema del juego, como: (Stuntz, 2000)

- ✓ El juego de la amistad: Fue desarrollado para niños de 5 a 6 años. El propósito del juego es demostrar gráficamente la dinámica de relaciones sociales entre los niños. (Clemans, 1996)
- ✓ El juego de Entrada/Salida: mediante las acciones de entrar y salir determinadas por diferentes reglas, los niños le dan sentido a las gráficas de comportamiento Ticotsky et al. 1999)
- ✓ El Juego de la Extinción del Mamut: mediante diversas reglas, el niño aprecia dinámicas poblaciones y debate teorías sobre la extinción del Mamut. (Stamell et al. 1999)

Reasumiendo el eje de esta revisión, Forrester (1992) plantea que el descontento de la sociedad con la educación se debe a la naturaleza fragmentaria del esquema tradicional, donde se divide el estudio de los fenómenos en materias separadas, que en el mundo interactúan; es decir, se enseñan muestras estáticas y parciales del mundo cuando sus problemas son holísticos y dinámicos. La D.S y el aprendizaje centrado en el estudiante prometen fortalecer el proceso de aprendizaje para mejorar el alcance, la profundidad y el entendimiento en la educación. Además, este último cambia la función que viene desempeñando el profesor en la clase de recitador de datos. Los aprendices tienen la oportunidad de explorar, recopilar información y lograr unidad con sus experiencias educativas. Un profesor en este escenario actúa como guía y como estudiante participativo, en lugar de ser una autoridad, fuente de sabiduría.

Ampliando y apoyando las anteriores ideas, Stuntz, Lyneis y Richardson (2002) presentan otros beneficios del acercamiento de la D.S a la educación, no sólo enriquece el programa de estudios sino va más allá. Los estudiantes asumen la responsabilidad de su aprendizaje. El profesor pasa de ser el único transmisor de conocimiento a ser un guía que ayuda al estudiante a desarrollar las habilidades para construir su propio conocimiento. En una clase centrada en el aprendiz, los profesores y los estudiantes persiguen una idea, una habilidad, un entendimiento. Los profesores guían el proceso para mejorar las habilidades, mientras el estudiante lidia como investigador y explorador. El estudio en grupos con D.S, permite enfrentar a los estudiantes con problemas dinámicos de tipo social, económico y ambiental; darles las herramientas y lenguajes comunes para aflorar y abrir discusiones de sus modelos mentales sobre problemas complejos, lo que les permite reconocer políticas alternativas para liderar la toma de decisiones fundamentadas. Así como los estudiantes entienden cómo trabajan los sistemas, desarrollan sus propios límites de espacio y de tiempo, obtienen una buena conciencia del efecto de sus propias acciones y de la interacción entre personas y entre los sistemas que los rodean. Aprenden acerca de interdependencias, de soluciones a corto y largo plazo y de cómo pueden marcar la diferencia. En resumen, la D.S los hace buenos ciudadanos.

Andrade y Parra (1998) al igual que Stuntz, Lyneis y Richardson proponen nuevos roles para el profesor y el estudiante, expresan en su artículo que “El profesor provee de materiales y estrategias alternas para la construcción, en una relación individual con cada estudiante en el ambiente educativo; además, tienen la opción de trabajar en equipo o individualmente”, para que todo lo anterior sea viable, se requerirán no sólo cambios en los roles señalados, sino en los demás componentes del sistema educativo, es decir, en palabras de Stuntz, Lyneis y Richardson, “como naturalmente las lecciones llegan a ser más interdisciplinarias el cambio en los fundamentos, en la entrega de instrucción penetra la estructura del colegio, revitalizándolo. Con el aprendizaje de estudiantes y profesores se convierte en la empresa para todo el mundo”.

Forrester (1992) comenta que los profesionales de la D.S, durante los últimos 30 años construyeron una base más efectiva que la previamente existente para el

entendimiento del cambio y la complejidad del mundo. Esta disciplina descansa sobre tres pilares:

- ✓ Los ciclos de realimentación que contienen flujos de información, toma de decisiones y acción.
- ✓ El uso masivo del computador para simular el comportamiento de sistemas complejos, poco posibles de abordar con los métodos tradicionales.
- ✓ El ser conscientes de que la mayor parte del conocimiento acerca de estructuras dinámicas presentes en el mundo reside en la cabeza de las personas.

En la misma línea de Forrester, Ford (1998) propone aplicar la D.S para desarrollar habilidades de aprendizaje mediante la experimentación simulada en administradores⁹ y estudiantes. Con un mayor alcance, Richmond (1993) propone un cambio radical de pedagogía, basado en tres ejes fundamentales: proceso educativo centrado en el aprendiz, un paradigma de P.S y herramientas de aprendizaje basadas en el modelamiento con D.S. La aplicación de estas tres ideas permite promover en el estudiante el desarrollo de 7 habilidades de pensamiento: pensamiento dinámico, cíclico, genérico, estructural, operacional, continuo y científico, que a su vez se promueven usando D.S. El reto radica en transferir esta propuesta educativa a profesores y estudiantes.

Andrade y Parra (1998), asumen las Formas de Pensamiento (F.P) en su propuesta de la siguiente manera:

- ✓ Pensamiento Dinámico (PD): Identifica patrones de comportamiento y los procesos cíclicos que lo sustentan. Se asocian ciclos causales con su comportamiento.
- ✓ Pensamiento Estructural (PE): Se concentra en la estructura del fenómeno: reconoce la causalidad entre los diversos elementos de un fenómeno. Identifica ciclos causales simples.
- ✓ Pensamiento Genérico (PG): Identifica similitudes y analogías entre fenómenos de naturaleza diferente (isomorfismos). Usa ejemplos causales. Se requiere de PE y PD.
- ✓ Pensamiento Operacional (PO): Implica cómo trabajan realmente las cosas y no cómo teóricamente lo hacen. Se prueban modelos causales en la computadora. De la mano con PE.
- ✓ Pensamiento Cíclico (PCI): Identifica la relación entre estructura del modelo y el comportamiento observado en el fenómeno. Explica modelos de sistemas. Va de la mano con el PD y PE.
- ✓ Pensamiento Continuo (PCO): Aprecia y explica los fenómenos como resultado de interdependencias continuas y no como hechos aislados. Se diseñan y construyen modelos, se manipulan micromundos basados en modelos de simulación.
- ✓ Pensamiento Científico (PC): Cuantifica variables, propone y evalúa hipótesis. Se manipulan modelos preconstruidos y se prueban modelos propios.

⁹ Funcionarios de las organizaciones con cargos de planeación, dirección y control.

Ford propone una estrategia que usa D.S para desarrollar habilidades de aprendizaje en el estudiante y presenta algunas de las barreras identificadas en su práctica. Fundamenta su estrategia en un enfoque constructivista, en el que la experimentación y la reflexión juegan el rol principal. Además, toma como base el ciclo de aprendizaje OEDI (Figura 1), desarrollado por Shewhart (1939) y Deming (1982); que prepara a los administradores para la investigación. En este contexto los administradores pueden manejar sistemas complejos sin acudir a expertos, impulsando de esta manera el aprendizaje individual.

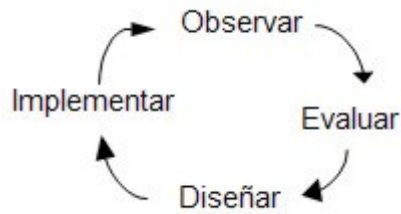


Figura 1. Ciclo de Aprendizaje OEDI

Para este investigador, el objeto de aprendizaje es el aprender a aprender y a su vez éste corresponde con desarrollo de diversas habilidades cognitivas, así mismo asume la idea de investigar de Frankfort-Nachamias y Chava Nachamias (1992), en términos de un proceso en el cual el investigador formula y responde preguntas que generan conocimiento, lo anterior es consistente con las habilidades de aprendizaje individual que necesitan los administradores para tratar problemas complejos.

Esta estrategia consta de 3 fases:

Fase 1: Hacer conciencia de la necesidad de aprendizaje.

Se desarrolla enfrentándose al manejo y diseño de sistemas complejos como paso para motivar el desarrollo de las habilidades de aprendizaje individual. Se utiliza el juego de la cerveza (Senge, 1990), ambiente de simulación de una línea de producción, distribución y venta de cerveza.

En Colombia el grupo SIMON, desarrolló un ambiente computacional para el juego de la cerveza, (Andrade et al. 2004), donde cada uno de los jugadores participa en un computador y además, de facilitarle el registro de la información, le orienta reflexiones alrededor de estrategias de juego, las cuales el jugador puede experimentar en el juego mismo y en ambiente simulado con D.S.

Fase 2: Desarrollar habilidades en las actividades básicas del aprendizaje.

En esta fase se entrenan los administradores en las cuatro actividades básicas del ciclo OEDI, construyendo una explicación sobre la dinámica de un fenómeno complejo utilizando las herramientas del lenguaje de la D.S. Estas herramientas se aprecian en la Figura 2, distribuidas entre las cuatro actividades del ciclo OEDI.

Fase 3: Desarrollar habilidades para dirigir procesos de aprendizaje.

Se busca generar en el estudiante la confianza para dirigir su propio proceso de aprendizaje. El autor plantea que se logra con la aplicación del ciclo OEDI en el modelado de fenómenos familiares y haciendo énfasis en el proceso iterativo de aprendizaje y modelamiento.

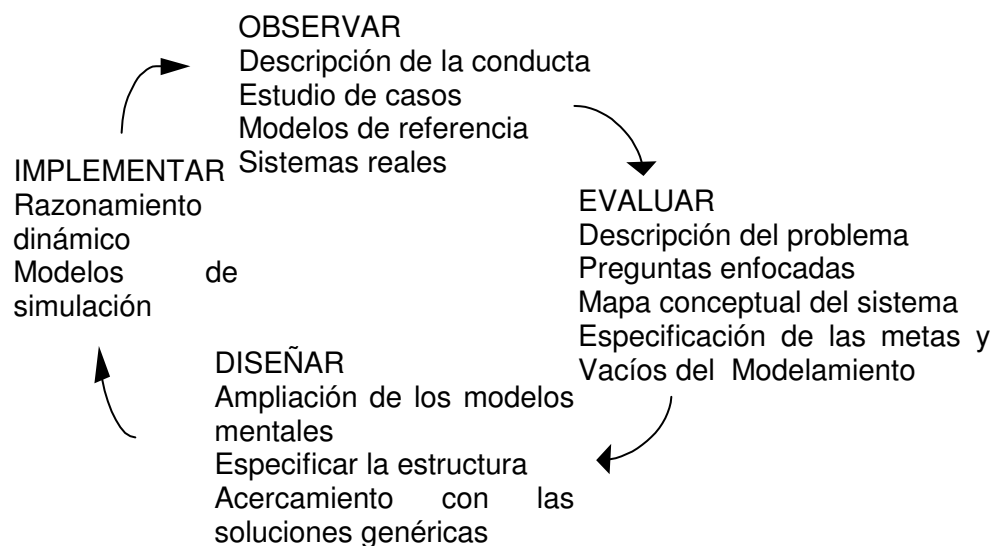


Figura 2. Herramientas para el desarrollo de habilidades en las actividades básicas de aprendizaje.

Ford esboza como barreras principales para el aprendizaje de sistemas complejos, la cultura académica que asume el aprendizaje como la sola transmisión de soluciones conocidas o el seguimiento de procedimientos explícitos creados por expertos para preparar a los administradores; en particular, en su experiencia de aplicación de la estrategia se identificaron los siguientes obstáculos:

- ✓ El rechazo a los riesgos que implica la utilización de la experimentación como medio de aprendizaje
- ✓ Incomodidad por el manejo de la incertidumbre y la ambigüedad al modelar, es decir, los estudiantes se centran en los productos finales y no en el proceso de aprendizaje.
- ✓ Temáticas de aprendizaje que no son de interés para el estudiante, impidiendo su compromiso por encontrar una explicación del fenómeno.
- ✓ Predominio del modelo de aprendizaje pasivo en la educación formal del estudiante, necesitando un guía para desarrollar un enfoque constructivista para aprender.
- ✓ Dificultades para reflexionar (pensamiento crítico) sobre la observación y la experiencia individual.

Retomando las ideas de Gould-Kreutzer, Kenneth Simons en “Nuevas tecnologías en juegos de simulación” presenta el punto de vista sobre el poder de los juegos de simulación Vs el software de modelamiento, bajo circunstancias específicas como la ausencia de un profesor guía o de suficiente tiempo, para que los estudiantes desarrollen sus propias habilidades, en la construcción de modelos. Simons explora publicaciones sobre diversión Vs aprendizaje, tutoriales inteligentes y diseño de juegos. También, presenta algunos retos importantes acerca de aprendizajes en ausencia de un guía experto. Finalmente, suministra un punto de partida para futuras exploraciones.

Peter Senge en 1990 publica el libro “La Quinta Disciplina, Las Organizaciones que Aprenden” donde define el P.S. como la quinta disciplina, la cual integra las otras cuatro: dominio personal, modelos mentales, visión compartida y aprendizaje en equipo. Utiliza la conceptualización sobre los fenómenos en términos de diagramas de influencias, que en su estructura básica los denomina arquetipos, para discutir sobre la dinámica del comportamiento del fenómeno en estudio, sin presentar los modelos en términos de diagramas de Flujo-Nivel ni ecuaciones. Esta propuesta se basa en el pensamiento dinámico-sistémico, como anteriormente se señaló, asociado a la D.S, para promover el aprendizaje organizacional.

En 1993, Frank Draper en “A propósito de una secuencia para desarrollar el P.S. en el currículo de los grados 4-12”, describe un plan basado en las formas de pensamiento de Richmond para acercar el P.S. a los estudiantes. Algunos asumieron que la D.S. era un elemento para ser aplicado solamente en niveles altos de educación. El autor fue pionero en empezar la reorientación del pensamiento acerca de las habilidades de los niños para comprender sistemas complejos.

En este mismo año, Ellen Mandinach y Hugh Cline (1993) en “Sistemas, ciencia y escuela”, presentan una investigación desde el P.S. sobre innovaciones curriculares en la evaluación del proyecto de Servicios de Pruebas Educativas. Se discute la implementación y el diseño de este proyecto y presenta sus tres componentes: resultados del aprendizaje, comportamiento de los profesores y cambio organizacional. Para finalizar, los autores plantean una discusión sobre las demandas cognoscitivas en los procesos de modelamiento.

Forrester (1992) resalta que a pesar del potencial de la D.S, si fuera presentada en un escenario tradicional en la cual los estudiantes reciben cátedra pasivamente y se continuará con la forma de evaluación estándar ésta podría ser ineficiente. Poco se conoce acerca de cómo evaluar a los estudiantes que vienen del sistema educativo tradicional, pero resultados preliminares del uso de este nuevo enfoque en colegios, muestran que el registro académico del pasado no predice la manera cómo ellos responden a este nuevo programa. Concluye, que la D.S ofrece un marco de referencia para brindar cohesión, significado y motivación a la educación, así como también el aprendizaje centrado en el estudiante le imprime el desafío y la emoción de un laboratorio de investigación. Estas dos innovaciones en conjunto, explotan la creatividad, la curiosidad y la energía de la gente joven.

A raíz de la preocupación de cómo llevar a la práctica educativa la D.S, que Forrester plantea, en junio de 2001, bajo su guía, se reunieron en Massachussets, un grupo de profesores de escuelas y profesionales de la D.S para planear el futuro de la D.S en preescolar hasta el doceavo grado de educación, (K-12) en EEUU. Evaluando las tempranas experiencias en escuelas, el grupo articuló una visión de cuál educación basada en los principios de la D.S podría mejorar a los estudiantes y sus comunidades. Este grupo redactó una estrategia para llevar a cabo la visión y un plan detallado a 25 años para implementar la estrategia.

2.1.4 Conclusiones de los primeros 30 años de la Dinámica de Sistemas en la Escuela

Treinta años (1975 - 2005) no ha sido mucho tiempo para el desarrollo de una tarea que más de las veces implica aportar significativamente al cambio de una escuela con poca transformación en sus últimos cien años.

2.2 RELATORÍA DE LA EXPERIENCIA DEL GRUPO SIMON EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN ACCIÓN HACIA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PROPUESTA PARA LLEVAR LA D.S A LAS ESCUELAS. LOS PRIMEROS 11 AÑOS.

2.2.1 Introducción

Desde mediados de 1995 surge en el grupo SIMON el interés por ampliar, desde el ámbito universitario, sus esfuerzos por difundir la D.S en la educación. Interés motivado por la búsqueda de nuevos espacios para la D.S y en procura de trabajar por una amplia difusión. Además, otro factor que motivó esta tarea, lo constituyó las lecturas de la revista de la comunidad Internacional de D.S que daban cuenta de los primeros esfuerzos en este campo; las relaciones con la comunidad de la Red Iberoamericana de Informática Educativa (RIBIE) a nivel nacional e iberoamericano y las relaciones con la comunidad nacional de D.S. Así mismo, con la búsqueda de este espacio de investigación y proyección social, SIMON procura profundizar su compromiso expresado desde su surgimiento (1991) en su misión¹⁰.

Durante 11 años se va construyendo una propuesta teórica conceptual y paralelamente se va experimentando con la misma, sin ser evidente una estrategia clara y efectiva para orientar dichas actividades de campo. Así mismo, la propuesta conceptual y en parte las experiencias de campo, motivan la construcción de herramientas informáticas en correspondencia con la propuesta, pero no explícitamente con una estrategia.

En estos primeros 11 años, con relación a la D.S y la educación, en SIMON se desarrolla una tesis de maestría en Informática, una monografía de Especialización en Ingeniería de Software, 15 proyectos de pregrado, 6 ponencias en eventos nacionales, 6 ponencias en eventos Internacionales, actividades académicas en la UIS a nivel de pregrado en Ingeniería de Sistemas, Química y Economía. A nivel de posgrado en la especialización en Ingeniería de Software, en la Maestría en Pedagogía, en Informática y en Eléctrica y Electrónica; actividades académicas como invitados a 10 universidades¹¹, principalmente a nivel de postgrados y el desarrollo de dos convenios de asesoría académica en este campo¹².

Al escribir esta relatoría se desarrolla el primer año de la segunda década de esta historia. Este año está caracterizado por la reflexión sobre los primeros 10 años y la búsqueda de una propuesta que permita guiar un nuevo período de estos esfuerzos y atender los compromisos inmediatos de llevar la D.S a cientos de escuelas del

10 Construir un proyecto de cambio profesional pedagógico y social alrededor de la Ingeniería de Sistemas, guiados por una concepción sistémica útil en el desarrollo de proyectos de Investigación interdisciplinarios.

11 A nivel nacional en: la Universidad del Magdalena (Santa Marta), Universidad del Cauca (Popayán), Universidad Pedagógica de Colombia (Bogotá), Universidad del Valle (Cali), Universidad de Antioquia (Medellín), Coruniversitaria de Ibagué. A nivel internacional en la Universidad Internacional de Andalucía, Sede Iberoamericana Santa María de la Rábida. Huelva, España; en la universidad Castilla La Mancha. Ciudad Real. España y en la universidad de Santa Cruz Bolivia.

12 Convenio ECOPETROL-UIS (1998-2000) y CPE-UIS (2004, 2005 y 2006)

proyecto nacional Computadores para Educar (CPE), el lograr la síntesis de esta reflexión y los lineamientos de esta propuesta es el reto de esta tesis de maestría.

Recorriendo uno a uno estos primeros 11 años, ubicaremos los diferentes trabajos e iremos repasando las experiencias y propuestas que guiaron este caminar y que nos permiten hoy señalar carencias y errores así como aportes y aciertos

2.2.2 1995 a 1999

Desde los inicios del grupo SIMON y en paralelo a la historia de esta relatoría, el grupo es consciente que para que la D.S pudiera consolidarse en el ámbito universitario y llegara a la educación básica y media, debía construirse una herramienta para el modelado y la simulación con D.S, de libre uso académico y que liberara a los usuarios de cualquier labor diferente a la del uso directo de la D.S, principalmente de labores de programación. Lo anterior, porque a pesar que a nivel internacional existían herramientas de esta clase, comprar su licencia era muy costoso para una universidad y más aún, para una escuela Colombiana y muchísimo más, para cada uno de sus estudiantes. Esta labor tiene un antecedente, previo a la constitución del grupo, la construcción del software SDS (Software de Dinámica de Sistemas), el cual se desarrolló en lenguaje BASIC y su objetivo fue colaborar al usuario en la solución numérica de las ecuaciones, teniendo el mismo usuario que codificarlas de manera directa; el archivo de resultados generado por SDS era llevado a una hoja electrónica para su graficación. Este software se construyó para apoyar a la tesis de maestría titulada “Dinámica de Sistemas aplicada a la simulación de algunos fenómenos de transporte” (Andrade, Gómez 1990).

Más tarde, en 1994, la labor se continúa al constituirse el grupo SIMON, con la construcción de Evolución 1.0, desarrollado bajo el lenguaje Pascal. Evolución 1.0 fue construido con el aporte de varios proyectos de pregrado de ingeniería de sistemas que aplicaron D.S, entre estos (Sotaquirá, 1994), (Gelvez y Muskus 1994) y (Ulloa y Ulloa 1994) y con la colaboración adicional del ingeniero Juan Carlos García Díaz, miembro egresado de SIMON. Evolución 1.0 facilitaba al modelador digitar las ecuaciones, las ordenaba y ejecutaba su solución numérica y graficación de resultados. Aún el progreso, para el usuario era dispendioso digitar las ecuaciones, debía ser de una manera particular. Por lo anterior, se propuso realizar Evolución 2.0 (Ardila, Durán 1995), el cual facilitaba la construcción del diagrama flujo nivel y a partir de éste, se generaban las rutinas de código con las ecuaciones ordenadas y se desarrollaba la solución numérica de las ecuaciones y la graficación de los resultados. Esta versión contenía las características básicas de los software de D.S que circulaban a nivel internacional en dicha época. En el intento de desarrollar Evolución 3.0, Carlos Angarita y Milena González aportan con una versión corregida de Evolución 2.0 que se denominó Evolución 2.0a (1997). Esta nueva versión de Evolución colocó a disposición de cualquier tipo de usuario una herramienta que le permitiera usar D.S, pero ésta no poseía, como software, las facilidades para interactuar con otras aplicaciones, facilidad que fue demandada por el software que el grupo SIMON empezó a requerir para llevar la D.S a las escuelas.

Para llenar esta deficiencia el Ingeniero Carlos Angarita aporta un motor de simulación, que permitió la operación de Evolución en el entorno de otra aplicación. Más tarde en la versión 3.0 (Ardila, Moreno 2000) y 3.5 de Evolución (Cuellar, Lince 2003), (Calderón, Alfonso 2003) se integran todos los aportes anteriores y crean facilidades para todo el proceso de modelado y simulación con D.S y para que Evolución interactúe con cualquier otra aplicación.

En 1996 cuando se posee Evolución 2.0, el grupo SIMON tenía las condiciones para plantear a la comunidad educativa una propuesta de llevar la D.S a la escuela, el primer paso para esto fue dado con la ponencia titulada “Propuesta de aplicación del pensamiento de sistemas en la educación media, con un soporte informático” (Andrade, Parra 1996), donde el objetivo fue proponer un marco general de referencia y un instrumento informático para difundir el paradigma del P.S y la D.S a través del sistema educativo formal. Un año más tarde, se propuso la tesis de maestría titulada “Propuesta de Aplicación del Pensamiento de Sistemas y la Dinámica de Sistemas en la Educación Media” (Parra, 1997), además, de esbozar la propuesta de llevar el P.S y la D.S a la educación, estableció las especificaciones generales para la construcción de Material Educativo Computarizado (MEC), soportado en modelos de simulación, aplicando D.S; en el marco del contexto educativo generado por la relación Constructivismo - P.S.

En este periodo el director del grupo SIMON tiene la oportunidad de refinar la propuesta inicial con relación a la D.S y la educación, en el espacio académico e investigativo que en varias oportunidades, entre 1997 y 2000, le brinda la Universidad Pedagógica Nacional (Bogotá) como profesor invitado en la Maestría en nuevas tecnologías en la educación, mediante la cátedra de modelos y simulación en la educación. El debate con los estudiantes de maestría, en su mayoría profesores, enriqueció los fundamentos pedagógicos que una propuesta de este tipo requería.

En procura de identificar con mayor claridad, los instrumentos software necesarios para la aplicación de la propuesta presentados en (Parra, 1997), se desarrolla la monografía titulada “Especificación de requerimientos para el desarrollo de software educativo basado en Dinámica de Sistemas, (Torres, 1998).

Los aportes de la tesis de maestría y de la monografía, así como las ideas surgidas en los debates enriquecedores en la Universidad pedagógica, permiten proponer a la comunidad internacional, una ponencia titulada: “Esbozo de una Propuesta de Modelo Educativo Centrado en los Procesos de Pensamiento” (Andrade, Parra 1998), presentada en el congreso de la Red Iberoamericana de Informática Educativa (RIBIE).

Simultáneamente a los desarrollos de software y a las elaboraciones teóricas, la actividad académica en el espacio de pregrado en ingeniería de sistemas de la UIS y de otras universidades, da pie a otras reflexiones que nutren este camino, éstas se expresaron en el IV congreso colombiano de Informática educativa, bajo el título de “Ingeniería de Sistemas: Realidad Virtual y Aprendizaje, el Caso del Cáncer de Mama”. (Andrade y Navas, 1998); trabajo que mostró cómo la ingeniería de sistemas, entendida ésta como literalmente se lee y no sólo como ciencias de la

computación, puede aportar, con su enfoque y útiles informáticos, a los procesos de aprendizaje y a la experimentación y diseño de políticas de intervención en fenómenos complejos; como lo son, por excelencia, los fenómenos sociales; planteamiento ilustrado con el modelado y la simulación del fenómeno del Cáncer, mediante D.S.

Las ideas hasta aquí esbozadas, tienen la oportunidad de ser consideradas por un colectivo de profesores a nivel Iberoamericano, en Santa Cruz de la Sierra – Bolivia, en el marco de un seminario taller promovido por RIBIE, en el cual la sección a cargo del grupo SIMON se tituló “Modelamiento y Simulación en la construcción y uso de realidades virtuales para el aprendizaje.” (Andrade, 1998).

Finalmente, las elaboraciones de este período se sintetizan, en las páginas de la Revista Heurística de la Universidad del Valle, a finales de 1999, con el título “Esbozo de una Propuesta de Modelo Educativo Centrado en los Procesos de Pensamiento”. (Andrade y Parra, 1999)

En 1998, al grupo SIMON se le presenta la primera oportunidad de aportar sus ideas de informática y educación en general y, en particular de la D.S en la escuela (Convenio ECOPETROL-UIS 1988-2000); en el espacio de la asesoría que la UIS brindaba a ECOPETROL para orientar y cualificar las actividades académicas en los colegios El Rosario, Infantas, Parnaso y Miramar de Barrancabermeja. Esta fue una oportunidad para aprender, construir, probar y aportar en las prácticas y formación docente y una experiencia que motivó varios de los desarrollos del 2000. Desafortunadamente, los errores de la naciente propuesta del grupo SIMON, la debilidad de sus recursos Informáticos, así como la movilidad docente y su poca disponibilidad para el cambio, motivada por la inmovilidad del empleado permanente de ECOPETROL o lo volátil del temporal, no permitieron la sostenibilidad del proyecto en estas instituciones educativas.

2.2.3 2000

El año 2000, para el grupo SIMON, fue un período de alta producción de software para las escuelas, siguiendo la orientación de la propuesta a la fecha formulada y publicada, se inició el desarrollo de los instrumentos software del macro proyecto MAC 1-11. Se desarrollaron los primeros Micromundos de simulación para el Aprendizaje de Ciencias de la naturaleza (MAC), iniciando con MACMedia 1.0 (Zafra, Villa. 2000), el cual se propuso como objetivo el diseñar y desarrollar, mediante el uso de la D.S, una herramienta software de aplicación en el área de ciencias para los grados décimo y undécimo, orientada hacia la metodología constructivista de la educación y en general, a un modelo educativo centrado en los Procesos de Pensamiento. A esta fecha, SIMON había desarrollado Evolución 2.0a; software que, como se mencionó anteriormente, no permitía la interacción con otras aplicaciones, por esto, los autores de MACMedia asumieron la codificación directa de las rutinas que representan los modelos y la solución numérica de las ecuaciones, para cada uno de los experimentos incluidos, presentando los

resultados de manera animada; esto les llevó a restringirles a los usuarios la posibilidad de incluir nuevos experimentos. A este micromundo se le realizó una prueba de receptividad en el Colegio Fundación UIS de Floridablanca, con estudiantes de grado undécimo. Esta prueba se desarrolló con el objetivo de comprobar que el software era operable por la población objetivo y que su desempeño, en general, cumplía con los objetivos propuestos.

Este micromundo se presentó a consideración de la comunidad Colombiana de Informática educativa, en el marco del V congreso Colombiano de Informática educativa realizado en el 2000 en la ciudad de Bucaramanga, con la ponencia titulada, “MacMedia: Micromundo para el Aprendizaje de las Ciencias en la Educación Media. Un Enfoque Dinámico-Sistémico” (Andrade, Villa y Zafra, 2000)

Con el afán de realizar versiones de los MAC, que permitieran una mayor interacción del usuario con el micromundo y que presentaran flexibilidad en contenidos teóricos, modelos y experimentos y en general, dar un mayor soporte a la propuesta MAC, la cual permanentemente se seguía aclarando y complementando; además, en procura de lograr plena cobertura a los grados de educación media, el grupo se propuso la construcción de MAC 6-7 (Navas, Benítez 2000) y MAC 8-9 (Dueñas, Rojas. 2000). A estos dos micromundos se les realizó sus respectivas pruebas de receptividad en el Colegio el Rosario de Barrancabermeja, con estudiantes de los grados sexto y octavo. Estos MACs superaron las limitaciones de Evolución 2.0a, con la construcción de un motor de simulación independiente, que al recibir el modelo y escenario construidos en Evolución 2.0a, resolvía las ecuaciones y entregaba resultados para ser graficados, el motor y una base de datos, le otorgó a los MAC mayor interactividad y plena flexibilidad en contenidos.

Los progresos en la propuesta MAC y sus instrumentos software y en general, la propuesta para llevar la D.S a las escuelas en este período, se presentan y nutren de aportes de la comunidad nacional e internacional en los siguientes espacios académicos: En el marco de la asesoría que la UIS brinda a ECOPETROL en el 2000, desarrollando el “diplomado en Informática y Tecnología en la Educación”, para los profesores de los Colegios Miramar, El Rosario, Parnaso e Infantas en la ciudad de Barrancabermeja. En la conferencia titulada “Ambientes Informáticos para el Aprendizaje de las Ciencias con Dinámica de Sistemas”; presentada en el Curso de Verano de la Universidad Castilla La Mancha. Ciudad Real. España. (Andrade, Julio de 2000), y en el seminario taller sobre D.S en la educación, con el título, “Micromundo de Simulación para el Aprendizaje de Ciencias de la Naturaleza para los Grados Sexto y Séptimo, Un Enfoque Sistémico” en el marco de las primeras Jornadas Iberoamericanas sobre Diseño y Producción de Multimedia Educativa para Enseñanza de las Matemáticas y de las Ciencias Físicas en la Enseñanza Superior y Secundaria. Desarrolladas en la Universidad Internacional de Andalucía, Sede Iberoamericana Santa María de la Rábida. Huelva, España (Andrade, Septiembre de 2000). En este evento de Huelva, el grupo SIMON presentó su propuesta a un colectivo de profesores a nivel Iberoamericano.

2.2.4 2001

Paralelo a este proceso de pensar y experimentar sobre el llevar la D.S a la escuela, el grupo SIMON participaba desde 1998 en la producción colectiva del libro de Pensamiento Sistémico, el cual se publicó a finales de 2001 (Andrade et al 2001). Fueron 4 años en los cuales la construcción del libro exigió numerosos debates del más alto nivel en este campo y que aportaron a la formación de todos los participantes, entre ellos estudiantes de pregrado y maestría. Este libro creó un nuevo contexto para las prácticas de SIMON, en el cual se destaca una clara idea de P.S, que permite distinguir sus diferentes expresiones y entre éstas principalmente el Pensamiento Dinámico Sistémico, paradigma de la Dinámica de Sistemas. En este libro, por primera vez, el grupo esboza su propuesta de una D.S asumida como un lenguaje dinámico sistémico, la cual en la práctica se presenta en algunos casos fundamentalmente orientada a soportar procesos de toma de decisiones y en otros, al aprendizaje.

En este año se continúa el proceso de desarrollo de los ambientes software que facilitan el llevar las ideas de la D.S a las escuelas. Se construyen MAC 4-5 y MacMedia 2.0. Los dos permitieron seguir explorando la forma de apoyar la propuesta de una informática facilitando el cambio en la educación mediante aportes innovadores.

MAC 4-5 (Bermúdez, Quitián. 2001), permitió pensar el aporte para la escuela primaria y dejó pendiente el abordar los grados desde preescolar hasta tercero. Además, contó con la colaboración de un estudiante de diseño industrial para la elaboración de toda la interfaz gráfica. Dos meses antes de terminar el proyecto, se iniciaron las pruebas de campo con estudiantes de los grados cuarto y quinto del Colegio Infantas de Barrancabermeja, estas pruebas se lograron realizar durante este período gracias a la colaboración de la profesora de informática de dicha institución. Lo más significativo de la prueba fue el apreciar la plena aceptación del micromundo por parte de los estudiantes.

Antes de iniciar la construcción de MacMedia 2.0, (Sequeda, Torres. 2001), se realizó una prueba de campo a MACMedia 1.0, con el objetivo principal de hacer una evaluación de la totalidad de la herramienta software, conducente a identificar nuevos requerimientos para MACMedia 2.0 y a partir de tal evaluación, tomar decisiones fundamentadas para el mejoramiento de la segunda versión, en cuanto a su reutilización o rediseño total. Esta prueba correspondió a la segunda prueba a la que se sometía MACMedia 1.0 y fue realizada con los estudiantes de los grados décimo y undécimo del Colegio Balbino García de Piedecuesta y con la colaboración del profesor Néstor Vicente Quiñónez Aceros, docente de la institución. Ya teniendo una versión beta del software, se inició la labor de desarrollar una prueba de receptividad durante seis meses, que tenía como objetivos, observar la operabilidad de la herramienta software por parte de los usuarios (profesores y estudiantes) y poner a prueba el funcionamiento de cada uno de los servicios implementados y su desempeño en el modelo educativo actual. Así mismo, esta prueba se realizó en el colegio Balbino García.

Pero una vez más, estas pruebas tan sólo lograron mostrar que los estudiantes interactúan con gran interés con software de este tipo, pero los profesores requieren formación y disposición para innovar transformando e enriqueciendo su práctica docente.

2.2.5 2002

MacMedia 2.0, al igual que la primera versión del micromundo se presentó a consideración de la comunidad Colombiana de Informática educativa, en el marco del VI Congreso Colombiano de Informática Educativa. (Andrade, Torres y Sequeda, 2002). En este mismo espacio se presenta la conferencia “La Informática y el Cambio en la Educación. Una Propuesta Ilustrada con Ambientes de Modelado y Simulación con Dinámica de Sistemas: Proyecto MAC” (Andrade, 2002).

Más tarde, se presenta la oportunidad de dar a conocer este macro proyecto a un gran número de profesores, en el Encuentro Iberoamericano de formación Docente, con la ponencia titulada “Proyecto MAC 1 a 11. Una Estrategia con Informática para promover un cambio en las prácticas Educativas” (Navas, Guerrero y Andrade, 2002).

Por este tiempo se estaba desarrollando la segunda versión de MAC 6 – 7, basados en la evaluación de todos los MAC antes mencionados. Para apoyar esta tarea y al igual que con la segunda versión de MacMedia, se desarrolla nuevamente una prueba de campo a MAC 6-7 1.0 en el Colegio Infantas de Barrancabermeja. MAC 6–7 2.0, además, de implementar el funcionamiento en red de la herramienta para facilitar la comunicación profesor-estudiante y simplificar la organización de un ambiente de clase particular que satisfaga las necesidades de los usuarios, se propuso contemplar aportes de los Tutores Inteligentes y del Aprendizaje Colaborativo y avanzar en el estudio de nuevas tecnologías computacionales que faciliten una variada presentación de resultados en los experimentos simulados.

Hacia finales del 2002, se da por terminado, MAC 6-7 2.0: Micromundo para el Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza de Sexto y Séptimo Grado (Vargas, Guerrero. 2002). Este micromundo, cuenta con el aporte de un trabajo de diseño industrial que propone la interfaz (Chávez, Patiño 2003). Al igual que en los anteriores MACs, se desarrolló la prueba de receptividad del micromundo en el Colegio Psicopedagógico Carl Rogers de Bucaramanga; con la colaboración de las directivas, profesores y estudiantes de los grados sexto. MAC 6-7 2.0, implementa el funcionamiento en red con el fin de facilitar la comunicación profesor-estudiante y estudiante-estudiante, aporta la opción para la organización de los materiales asociados a una clase en particular y da los primeros pasos en cuanto a posibles maneras de incluir la idea de los tutores inteligentes y del aprendizaje colaborativo en la propuesta del macroproyecto MAC. Este MAC se desarrolla con la versión beta 9 de Evolución 3.5.

Con frecuencia, desde la Informática educativa o desde la Ingeniería de sistemas, se presentan útiles para dinamizar el proceso de aprendizaje, pero no siempre se es

explícito en el modelo de aprendizaje que se espera dinamizar, ni se sustenta el por qué se afirma que dicho útil informático cumple con tal propósito. Ante lo anterior, se escribe el artículo titulado “Ingeniería de Sistemas - Realidad Virtual y Aprendizaje” (Andrade y Navas 2002). Aquí se esboza una propuesta para el desarrollo y uso de realidades virtuales, basadas en modelos matemáticos de simulación desarrollados desde una perspectiva sistémica y con el lenguaje de la D.S; en el contexto de un modelo de aprendizaje determinado por la transformación de los modelos mentales del aprendiz.

2.2.6 2003

Como ya se señaló, en el 2003 se consolida un nuevo desarrollo de Evolución colocándose en circulación la versión 3.5, con el aporte fundamental de dos proyectos de pregrado (Cuellar, Lince 2003) y (Calderón, Alfonso 2003). Esta nueva versión crea mejores condiciones para el desarrollo de los MAC y en general para llevar a la práctica la propuesta de la D.S en las escuelas y en todos los espacios de aplicación que se exploran en SIMON, a nivel nacional e internacional.

En Diciembre de 2002 y en Abril de 2003, se inician los Encuentros Colombianos y los Congresos Latinoamericanos de D.S respectivamente, estos dos espacios se constituyen en escenarios muy apropiados para que SIMON coloque a consideración de la comunidad Dinámico Sistémica su propuesta de D.S en la educación y todos sus demás esfuerzos alrededor de la D.S. En el primer Encuentro Colombiano de D.S, en Medellín, y en el Primer Congreso Latinoamericano de D.S, en Monterrey – México, SIMON da a conocer, a la comunidad Dinámico Sistémica, sus planteamientos sobre D.S en las escuelas con tres ponencias, una que presenta la propuesta conceptual, titulada, “La Informática y el Cambio en la Educación. Una Propuesta Ilustrada con Ambientes de Modelado y Simulación con Dinámica de Sistemas: Proyecto MAC” (Andrade, Navas 2003) y dos más que dan a conocer los instrumentos software, en particular MAC 6-7 en su primera y segunda versión. (Andrade, Navas, Guerrero 2002), (Andrade et al 2003). Estos dos eventos motivan la investigación en el grupo y en particular, motivan la tesis de maestría que desarrolla esta relatoría; tesis que desde su inicio está centrada en aprender de la experiencia de la comunidad internacional y con la intención de consolidar el llevar la D.S a las escuelas Colombianas y promover este mismo propósito a nivel Latinoamericano.

2.2.7 2004 - 2006

El período que incluye desde el 2004 hasta el presente, está caracterizado por aspectos que lo hacen muy diferente a los anteriores períodos de esta relatoría. La investigación en el grupo sobre el tema de educación se motiva con dos tesis de maestría (Navas, 2004) (Gómez, 2005); la Maestría en Pedagogía de la UIS facilita mediante la docencia un espacio académico donde se pone a consideración la propuesta y los software; se firman tres convenios con Computadores para Educar (CPE) los cuales brindan un espacio a nivel nacional en las escuelas públicas, para

que se lleve a la práctica la propuesta y se prueben los software; se desarrollan cuatro nuevos software que irán a facilitar las tareas en las escuelas (Vera, Anaya. 2006) (Cala, Tasco 2005) (Prada, Ospino 2006) (Jaimes, Jerez 2006) y además, se mantiene la continuidad de los eventos a nivel nacional y latinoamericano de D.S. Es decir, este período ha brindado a SIMON las mejores condiciones para consolidar, en la formulación teórica y en la experiencia directa con profesores y estudiantes de las escuelas, una propuesta de modelado y simulación que aporte al cambio de la educación en Colombia.

En el contexto general que ha caracterizado este período, se desarrollaron las siguientes publicaciones y trabajos de investigación y desarrollo de software que han aportado significativamente a la continuidad de la historia que aquí se relata:

En el marco del evento nacional y el latinoamericano de D.S, se presentó en el 2005 la ponencia, “Ideas para una Dinámica de Sistemas en la Educación desde el primer grado”. (Andrade y Navas, 2005). Este artículo procuró presentar a la comunidad latinoamericana una revisión general de las experiencias de la D.S, a nivel mundial, en la educación, desde preescolar hasta doceavo grado; como sustento para construir y formalizar la aplicación de una D.S para la educación desde el primer grado, en Latinoamérica.

En el 2006, en el marco del Encuentro Colombiano de D.S, se publica, “Una experiencia de difusión de la Dinámica de Sistemas en la educación de 1 a 11 grado – hacia la construcción de una propuesta”. (Andrade y Navas 2006). El objetivo principal de este documento fue dar a conocer a la comunidad Dinámico Sistémica, una experiencia Colombiana de difusión de la D.S en el ámbito de la escuela primaria y secundaria, teniendo presente los aportes de la comunidad Internacional (Andrade, Navas, 2005) y los resultados de la reflexión crítica de los diferentes intentos que en este campo ha desarrollado el grupo SIMON en los últimos 11 años. Además, esta experiencia se desarrolla en el espacio de los convenios Computadores para Educar - Universidad Industrial de Santander (CPE-UIS) 2004, 2005 y 2006; trabajando con 43 escuelas en el 2004, 150 en el 2005 y 206 en el 2006. Una dinámica de Investigación-acción ha guiado la formulación y aplicación de la estrategia, metodología, acciones e instrumentos de esta experiencia.

En el marco del convenio CPE-UIS, surgió el libro “Tecnologías Informáticas en la Escuela” (Andrade, Gómez 2006), para orientar el acompañamiento de escuelas públicas Colombianas, generalmente de carácter rural, en el proceso de inserción de las Tecnologías de la Información (TI) en la educación; en una dinámica de aprendizaje y práctica docente, que procura consolidar un proyecto de informática en la educación sostenible por las comunidades mismas que lo desarrollan. Es de interés de este convenio, que la comunidad aprenda a aprender, esto demanda una estrategia de inserción e intervención en el ambiente escolar; esta estrategia se fundamenta en dos acciones (el acercamiento y la innovación) y una orientación pedagógica que garantiza la sostenibilidad del proyecto. El componente de innovación se desarrolla principalmente en términos de la propuesta de modelado y simulación en la educación, a lo cual está explícitamente dedicada una de las cinco partes de éste libro; además éste se ha constituido en el texto principal del

diplomado en informática en la educación, programa con el cual se formaliza la formación docente que se orienta en el marco del convenio CPE-UIS.

Las tareas de llevar la D.S a las escuelas de CPE, demandaron unos MAC lo suficientemente robustos como software y adecuados al hardware y software de las escuelas, es decir, que funcionaran sobre plataformas con diferentes capacidades de memoria y con sistemas operativos desde Windows 95 hasta Windows XP. Por lo anterior, se propuso desarrollar dos MAC, uno para primaria (Vera, Anaya. 2006) y otro para secundaria (Cala, Tasco 2005). La prueba de receptividad de MAC Primaria se realizó en el Instituto Tecnológico Superior Dámaso Zapata. Sede Maria Cano de Bucaramanga, con estudiantes de tercero y quinto grado.

Teniendo en cuenta las experiencias de desarrollo de los MAC y el hecho de que estos micromundos pueden estar orientados a cualquier área de conocimiento, no sólo ciencias, se propuso desarrollar una herramienta software generadora de estos ambientes. Esta herramienta se denominó HCAEAD: Herramienta para la creación de Ambientes Educativos informáticos con aprendizaje dinámico (Prada, Ospino. 2006). Con la colaboración de los estudiantes de Sistemas Dinámicos II de Ingeniería de Sistemas de la UIS, (Primer semestre de 2006) se le realizó durante un mes pruebas a HCAEAD.

En el marco del convenio CPE-UIS y en procura de motivar redes escolares y de profesores que facilitaran la consolidación y sostenibilidad de los proyectos, entre éstos el uso del modelado y la simulación, se desarrolló el ambiente Web “Extranet de apoyo a la formación y sostenimiento de redes interescolares orientadas por la universidad”, (Jaimes, Jerez 2006), el cual facilita los procesos de conformación y gestión de redes escolares orientadas por la Universidad. Este ambiente y las experiencias internacionales, han motivado la propuesta de desarrollar un sitio en la Web especializado para apoyar la difusión y aplicación de la D.S en las escuelas (Castañeda, 2006), proyecto que inicia su desarrollo.

Paralelo a la construcción de los MAC y sobretodo en el marco de los eventos donde se hacen públicas estas herramientas y las ideas conceptuales que las orientan, aparece un público nacional e internacional interesado, al cual se le entrega los materiales, no se logra hacer un seguimiento completo al uso de dichos materiales pero se aprecia que por debilidades metodológicas y de estrategia, aún el interés de varias personas no le es fácil usar estos recursos. Además, las experiencias de pruebas de los MAC, desarrolladas en las diferentes instituciones ya mencionadas, se efectuaron más con la preocupación de verificar la funcionalidad y la capacidad de los usuarios para operar con éstos, que el de recoger ideas para promover una experiencia a mediano y largo plazo. Estas pruebas se desarrollan en el marco de colaboraciones puntuales de profesores e instituciones y no de programas formalmente organizados con compromisos mutuos. Lo anterior llevó a que las primeras dos versiones de los MAC estén guiados sólo con la propuesta conceptual y no por la estrategia de llevar la D.S a la escuela. Aún esto, los MAC no han logrado una madurez técnica y una plena coherencia con la propuesta conceptual (Anexo 6.3).

2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

A continuación se presentan los fundamentos ontológicos, epistemológicos y metodológicos que guiaron esta propuesta. Por el enfoque mismo de desarrollo que se asumió, estos fundamentos se han ido elaborando y reelaborando. Se hace énfasis en la concepción de cambio que la propuesta ha asumido tanto para su elaboración como para su intervención en el ambiente educativo.

Los cuatro elementos fundamentales que guiaron el desarrollo de esta propuesta fueron:

- ✓ Una concepción del cambio que asume que toda situación cambia permanentemente y que para intervenir en ésta, de manera orientada y con propósito, un enfoque de investigación acción (investigación - acción, acción - Investigación) es apropiado (Checkland, 1990).
- ✓ Una propuesta de modelo educativo, que surge de una postura crítica frente al modelo predominante y se constituye en un referente para definir y guiar la acción de intervención.
- ✓ Una postura reflexiva frente al papel de las tecnologías de la información en la educación, para ser conscientes de cuándo estas tecnologías aportan al cambio y cuándo se contraponen al mismo, cuándo su aporte puede ser sólo cuantitativo y cuándo puede llegar a ser cualitativo.
- ✓ El P.S., junto con su lenguaje dinámico sistémico, la D.S, los cuales orientan la definición de cada uno de los anteriores elementos y a su vez los integra.

Una síntesis de cada uno de éstos se presenta a continuación.

2.3.1 Idea General de la Intervención para el Cambio

El proceso de intervención se asume como una acción orientada al cambio y en una dinámica de investigación - acción, es decir, como un proceso de aprendizaje. Este proceso se sintetiza en la Figura 3.

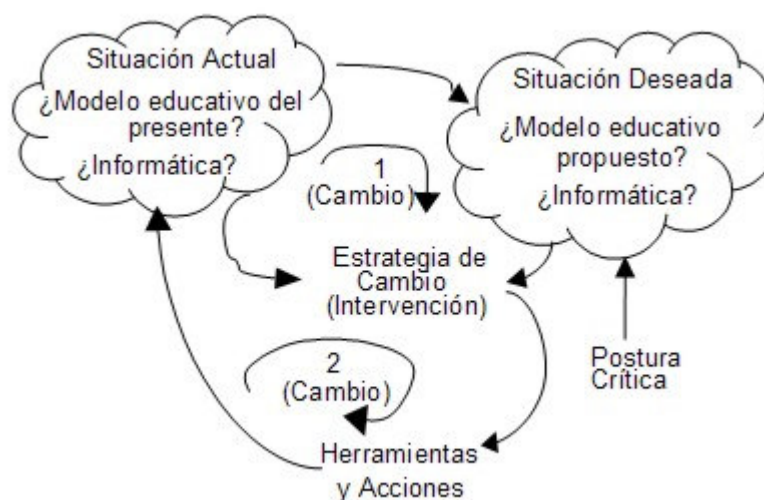


Figura 3. Ciclos de aprendizaje, construcción y acción para el cambio.

La Figura 3 muestra en primera instancia, la necesidad de definir la situación problema en términos del modelo educativo predominante y la postura que guía las prácticas con la informática. A su vez, una postura crítica frente a lo definido como situación actual conduce a plantear lo que configura la situación deseable, en términos de un modelo educativo y de una postura que define el papel de la informática en el contexto de dicho modelo.

Teniendo presente que el cambio se concibe de manera continua, construido a partir del presente y guiado por un futuro deseable; la situación actual así como la situación deseable, aportan elementos que orientan la definición de la estrategia de cambio, a la luz de ésta se definen las acciones y las herramientas para su aplicación. La intervención, y sobre todo la reflexión sobre la misma y sus logros, así como el aporte crítico de la comunidad, posibilitan un aprendizaje sobre la situación misma y con esto una reformulación de las ideas, para repetir los dos ciclos de aprendizaje. (Figura 3).

Los dos ciclos presentan velocidades de cambio diferentes, es de esperarse que el ciclo dos (2) se desarrolle a mayor velocidad, pues las estrategias, acciones y herramientas cambian más que la definición de la situación deseable definida en la dinámica del ciclo uno (1).

Los productos informáticos son herramientas que apoyan el desarrollo de las acciones, en este caso cada ciclo aporta en la creación de un nuevo prototipo MAC 1-11, productos que se enriquecen con el aprendizaje, que se va logrando tanto de los elementos descritos en la Figura 3, como de la metodología general que conduce el proceso y las acciones de desarrollo del software y su uso.

2.3.2 Modelo Educativo

Esta propuesta promueve el P.S, el Enfoque Pedagógico Constructivista (E.P.C) y el uso de la D.S, con el fin de interpretar la dinámica del mundo que rodea educandos y educadores, del cual ellos hacen parte activa y que reconstruyen a partir de su propia acción y los integra en una Práctica Educativa Sistémica (P.E.S) Figura 4, con el fin de recrear en el estudiante situaciones de aprendizaje utilizando el modelamiento y la simulación. (Parra, 1997)

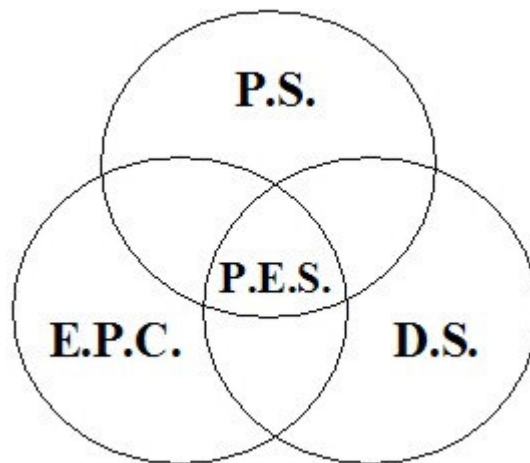


Figura 4. Esquema de la práctica educativa.

Al integrar los aportes de cada uno de los elementos de la Práctica Educativa Sistémica, se propicia un Ambiente Educativo Centrado en los Procesos de Pensamiento (A.E.C.P), el cual facilita el desarrollo de habilidades de pensamiento. La Figura 5 presenta una descripción del modelo, mostrando dos niveles de abstracción, en donde, el nivel inferior es una representación particular del nivel superior.

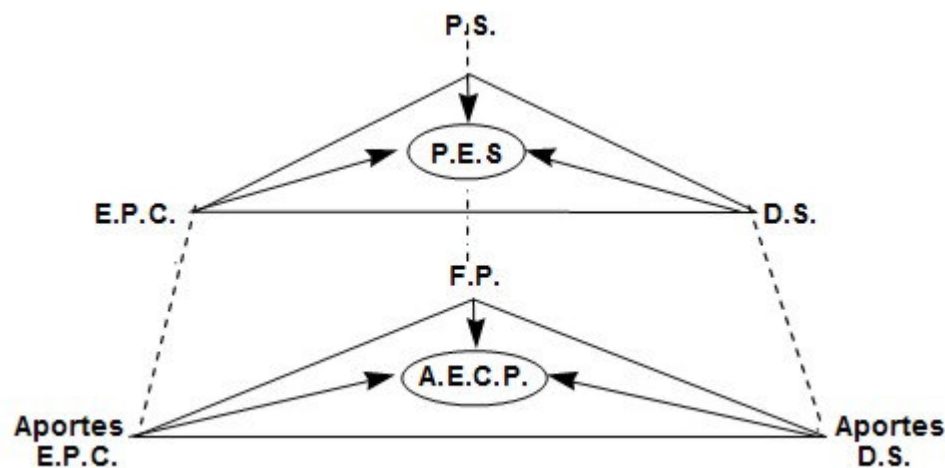


Figura 5. Esquema del modelo educativo orientado al desarrollo

Este modelo propone centrar el proceso educativo en el desarrollo de habilidades de pensamiento, combinando el P.S. con el enfoque constructivista para orientar la educación hacia “aprender a aprender” y motivar a los estudiantes a comprender fenómenos de diversa naturaleza, contemplando los elementos e interacciones que los describen como sistemas, que explican su evolución dinámica a través del tiempo; esperando así aportar en la formación de un espíritu crítico e investigador.

Para introducir el P.S, en particular en su expresión dinámico-sistémico, se asumen las formas o habilidades de pensamiento (Richmond, 1993), mencionadas y detalladas en el apartado 2.1.3.2

De las diversas formas de P.S. el P.E, P.D, P.C.I y P.O, tienen relación directa con el modelado con D.S. Las otras formas de pensamiento se pueden desarrollar o practicar a partir de la introducción de metodologías que potencien estas habilidades.

2.3.3 Postura Reflexiva frente a la relación Informática - Educación

Una postura reflexiva que evalúa los diferentes planteamientos y expresiones de la informática, no implica un desconocimiento de lo que se ha hecho y se hace en este campo, ni mucho menos una actitud sectaria y de supuesta última palabra al respecto. Todo lo contrario, se trata de una visión sistémica, para la cual es indispensable un conocimiento y un reconocimiento de la totalidad constituida por las diversas prácticas en la informática. Esta postura se construye en un proceso de conocimiento y reconocimiento, que identifica la perspectiva desde la cual el otro interpreta al mundo de la informática y la educación e interviene en éste (perspectiva explícita o implícita para él).

2.3.4 Pensamiento Sistémico

Está presente de varias formas, en principio para guiar la formulación misma de la propuesta, para mirar la realidad de la educación y en ésta, la de la informática y para concebir la diversidad y la unidad de dicha situación compleja. Igualmente, el P.S. integra la propuesta y orienta la formulación de cada uno de los demás elementos que la fundamentan y se constituye en un objetivo por sí mismo ya que el llevarlo a la educación explícita o implícitamente, es un propósito de la propuesta.

El P.S. se manifiesta en la concepción del cambio y en la preocupación por la intervención en el mismo, cuando reconoce la variedad y la unidad de la situación que se desea cambiar y las diferentes posturas de la comunidad frente a la informática y su papel en la educación o, como diría Chuchrman, (1968), “se ve el mundo con los ojos de los demás“. Así, el P.S. se constituye en los ojos de los ojos para conocer y reconocer las posturas que, implícita o explícitamente definidas por la comunidad, la orientan en su hacer educativo e informático. En el contexto de ese reconocimiento y a partir del mismo, se formulan las propuestas concretas de acción para el cambio.

El P.S, igualmente, se encuentra explícitamente presente en el modelo educativo propuesto como referente crítico de la situación actual. Finalmente, este pensamiento trasciende los fundamentos y se expresa en los instrumentos que se proponen (productos informáticos, por ejemplo), los cuales se desarrollan con un afán holista en su concepción y en su proyección para toda la comunidad. A la vez, los instrumentos procuran llevar este pensamiento a la cultura educativa misma.

2.3.4.1 Aprendizaje Dinámico-Sistémico

2.3.4.1.1 Modelado y simulación con D.S.

Nuestro estado de entendimiento de un fenómeno está representado por la imagen o modelo mental que de éste nos hacemos. Ese modelo mental está cambiando continuamente, bien sea por las nuevas percepciones y experiencias que nos proporciona el contacto con el fenómeno, o porque reinterpretemos experiencias y conceptualizaciones pasadas bajo una nueva luz. El modelo mental no solamente representa al fenómeno desde nuestra perspectiva, sino que también actúa como filtro en nuestra relación con el fenómeno. Es decir, condiciona tanto nuestras percepciones como nuestras acciones sobre el fenómeno. Esta interacción, mediada por el modelo mental, se puede representar mediante el ciclo externo fenómeno-modelo mental. Figura 6

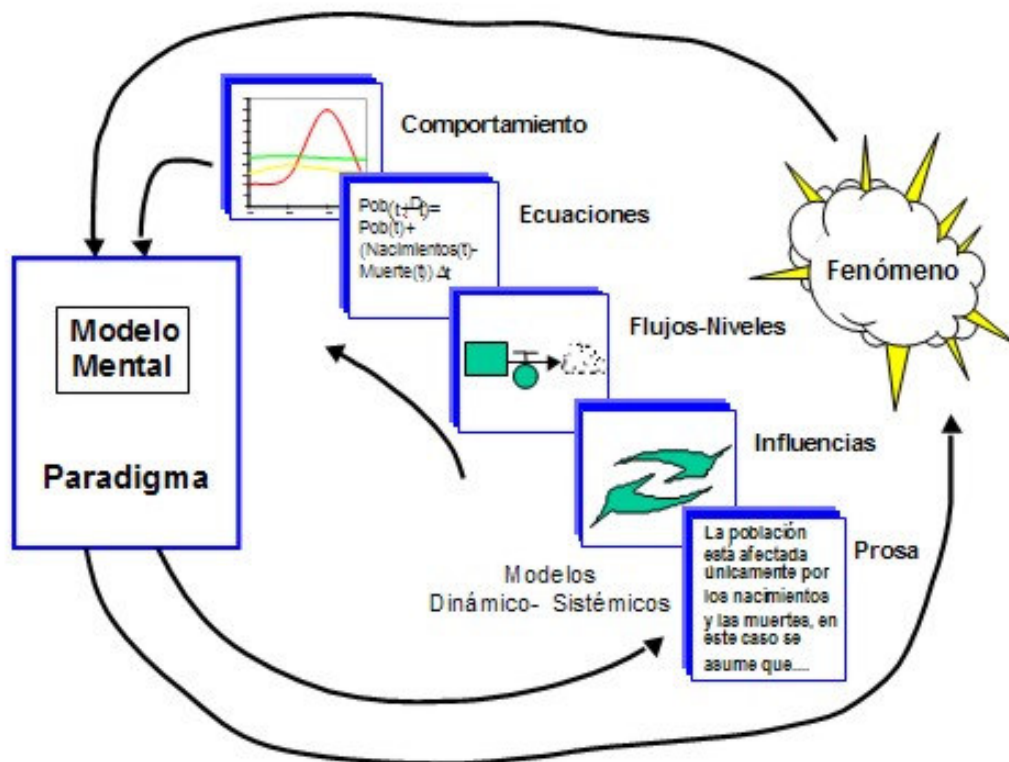


Figura 6. Modelado y simulación con Dinámica de Sistemas.

Las imágenes mentales cambian por el simple hecho de que estamos expuestos a la interacción con el fenómeno. Pero junto a este proceso natural puede también plantearse un proceso dirigido de reformulación del modelo mental, un proceso dirigido de aprendizaje acerca del fenómeno. Es este precisamente el propósito del modelado y la simulación con D.S.

La reformulación dirigida, a diferencia de la transformación natural, se enfrenta con una dificultad. En la mayoría de casos no tenemos conciencia de cuál es nuestro modelo mental; comúnmente permanece implícito, oculto. La imagen mental participa, como un filtro, en cualquier interacción nuestra con el fenómeno: cuando experimentamos, reflexionamos o decidimos una acción sobre el fenómeno. Pero en su intervención permanece detrás de nuestra interacción. En condiciones normales, no apreciamos el filtro a través del cual estamos viendo.

Esta invisibilidad del modelo mental es problemática para el proceso dirigido mediante la D.S, pues si queremos modificar intencionalmente un modelo mental es necesario tenerlo en alguna expresión visible, explícita. Es necesario tener una representación, un modelo, del modelo mental. La D.S ofrece herramientas metodológicas para expresar el modelo mental mediante un modelo visible, con lo cual es posible desarrollar el proceso dirigido de reformulación del modelo mental hacia una mejor comprensión dinámico-sistémica del fenómeno. En consecuencia, el paradigma dinámico-sistémico es un paradigma de modelamiento, entendido el modelamiento como la actividad de hacer explícita en modelos formales nuestros modelos mentales de los fenómenos, como el re-representar del fenómeno.

De esta manera, el paradigma expresado con los útiles dinámico-sistémicos se convierte en un objeto mediador de nuestra interacción y nuestra comprensión. El modelo dinámico-sistémico liga explícitamente el fenómeno con nuestro modelo mental del mismo. La forma de este vínculo es la de un doble ciclo Figura 6. El ciclo externo, entre el fenómeno y el modelo mental, ya había sido descrito. Mientras que el ciclo interno muestra el proceso mediante el cual podemos establecer una interacción con nuestro propio modelo mental, visibilizado a través del modelo o modelos dinámico-sistémicos. Estos sirven como pantalla sobre la cual se proyecta la imagen mental, con lo cual logramos tener ante nosotros tanto al fenómeno como a esa versión aproximada de nuestro modelo mental, lo que hace posible su comparación y por lo tanto, abre posibilidades para mejorar nuestra comprensión del fenómeno.

2.3.4.1.2 Interacción simulada y mundos virtuales

Los modelos dinámico-sistémicos tienen la forma de hipótesis causales que explican un comportamiento. Es decir, es posible preguntarle a un modelo dinámico-sistémico ¿por qué sucede tal o cual comportamiento? o ¿cuál podría ser el comportamiento si se dan estas condiciones? En ambos casos la respuesta explicativa del modelo vendrá dada en términos de causalidades circulares (realimentación)

Esta forma particular que toman los modelos dinámico-sistémicos permite hacer con éstos una interacción simulada. De modo análogo a como sucede una interacción con el fenómeno, es también posible interactuar con el modelo. Es decir, es posible provocar acciones sobre el modelo y observar sus consecuencias dinámicas bajo ciertas condiciones supuestas (bajo determinado escenario), debido a la capacidad de respuesta explicativa del modelo. A diferencia de lo que ocurre con nuestra interacción con el fenómeno, a través del modelo se observan las consecuencias

posibles de las decisiones que se tomen en diferentes escenarios (condiciones iniciales del sistema y restricciones exógenas o paramétricas). Es decir, a diferencia de los modelos proyectivos, que asumen que el futuro transcurrirá bajo las mismas condiciones que se dan en el presente, en el paradigma dinámico-sistémico se pueden simular posibles futuros bajo diferentes escenarios. Esta mayor capacidad de exploración del horizonte futuro redundará en un mayor aprendizaje y una toma de decisiones más comprensiva.

Una nueva mirada de la Figura 6 revela, que el estudio de fenómenos en el paradigma dinámico-sistémico sucede en nuestra interacción con un mundo real, el fenómeno, y además, con un mundo virtual, el modelo dinámico-sistémico; mediadas ambas por nuestro modelo mental. En este orden de ideas, puede entenderse el papel del modelado y la simulación con D.S, como el de un medio para la construcción de mundos virtuales con los cuales podemos establecer una interacción simulada que nos ayude a comprender mejor el mundo real, esto es, a modificar de manera dirigida nuestros modelos mentales acerca de la realidad, aprender.

2.3.4.1.3 El doble ciclo de aprendizaje: paradigma y lenguaje

El doble ciclo de la Figura 6 representa un proceso, idealmente inagotable, de aprendizaje dinámico-sistémico sobre el fenómeno en cuestión. Pero no solamente ocurre un aprendizaje entendido como la modificación de nuestro modelo mental sobre el fenómeno. Además, la Figura 6 muestra que el modelo mental se sostiene en cierto paradigma de pensamiento. Así, en la medida en que nuestro modelo mental va adquiriendo mayor riqueza respecto de la comprensión dinámico-sistémica del fenómeno, lo que en un plano más profundo va sucediendo es que estamos experimentando un aprendizaje del mismo paradigma dinámico-sistémico. Dicho de otra manera, el uso que hacemos del sistema de lenguajes dinámico-sistémicos en la actividad de modelamiento va produciendo una apropiación progresiva del paradigma dinámico-sistémico. De este modo, el lenguaje y el paradigma en la D.S constituyen las dos caras de una moneda, el aprendizaje de uno y otro se va reforzando mutuamente en la medida en que miramos y estudiamos el mundo dinámico-sistémicamente¹³. Este proceso es el que se pretende vivir al interactuar con productos como los MAC.

2.3.4.1.4 Útiles de la Dinámica de Sistemas para el modelado.

En los anteriores apartados se concluyó que mediante la D.S los modelos mentales se hacen visibles en forma de hipótesis estructurales causales del comportamiento del objeto de estudio. Ahora bien, ¿Cuáles son los útiles metodológicos que ofrece la D.S para este modelado? Todos éstos pueden englobarse diciendo que la D.S proporciona un sistema de lenguajes con los cuales es posible expresar la causalidad circular.

¹³ El mero uso de útiles de la Dinámica de Sistemas (diagramas de influencia, de flujos y niveles, etc.) no implica el aprendizaje del paradigma dinámico-sistémico, para esto es necesario pensar el fenómeno desde una perspectiva dinámico-sistémica.

Los modelos dinámico-sistémicos son escritos en esos lenguajes. Los diferentes tipos de lenguajes (Figura 6): el lenguaje de prosa, el lenguaje de los diagramas de influencias, el lenguaje de los diagramas de flujos y niveles, el lenguaje de ecuaciones y el lenguaje de los resultados simulados. Cada uno de éstos satisface de manera particular los requerimientos de un modelo dinámico-sistémico, esto es, la posibilidad de expresar hipótesis causales de la dinámica y de realizar con éstas una interacción simulada.

Los lenguajes nos ofrecen posibilidades que son complementarias. Por esta razón conviene entenderlos como un sistema pues en su conjunto hacen posible estudiar dinámico-sistémicamente un fenómeno mediante modelos. Su carácter de sistema también radica en que los lenguajes están imbricados en diferentes niveles de abstracción, desde el más bajo, en el lenguaje de prosa, pasando por el diagrama de influencias y luego el diagrama de flujos y niveles, hasta el más abstracto, el lenguaje de ecuaciones. De modo que, entre un lenguaje y el siguiente, en este orden del sistema de lenguajes, hay un cambio de plano de abstracción y esta es otra razón de su riqueza expresiva para el estudio de la causalidad.

2.3.4.1.5 Proceso de aprendizaje

En este apartado se propone describir el proceso de aprendizaje formal mediante un sistema dinámico que integra el aprendizaje natural, el que se da actuando sobre la realidad misma, y el aprendizaje “artificial”, el que se desarrolla sobre una realidad virtual. Finalmente, se señala el rol del modelamiento, construcción de realidades virtuales, en la integración de los dos tipos de aprendizajes y garantía de un aprendizaje profundo.

Aprendizaje natural

Asumiendo aprendizaje, como el proceso de transformación de los modelos mentales del aprendiz, modelos mentales que a su vez le orientan la comprensión y el uso apropiado de los modelos formales. Es decir, se asume que un conocimiento es propio del individuo cuando hace parte de sus modelos mentales y por ende guían su intervención en el mundo, con dichos modelos mentales y/o, además, con el apoyo de los modelos formales.

La Figura 7 corresponde al sistema dinámico de aprendizaje natural, sistema, porque el proceso de aprendizaje se describe mediante cuatro componentes relacionados, y dinámico, porque las relaciones entre los elementos conforman una estructura de realimentación que genera dicha dinámica. Esta noción de aprendizaje, como ciclo de realimentación, la desarrolla Sterman en detalle con base en los planteamientos de importantes teóricos del aprendizaje organizacional como Argyris y Schon mencionados por (Andrade y Sotaquirá 1997).

En la estructura descrita por la Figura 7 son visibles dos ciclos de realimentación, el ciclo 1 (mundo real → información de realimentación → decisiones → mundo real) explica la dinámica de aprendizaje natural, superficial e inconsciente, fruto de una dinámica de prueba y error. En este tipo de aprendizaje la persona no ha definido explícitamente el modelo mental que organiza la idea del mundo real sobre el cual

actúa y menos las ideas mediante las cuales percibe la información de realimentación para procesarla y tomar las decisiones pertinentes para afectar el mundo real u orientarlo a un comportamiento deseado, es decir, actúa pero sin develar el modelo mental que posee sobre el mundo real.

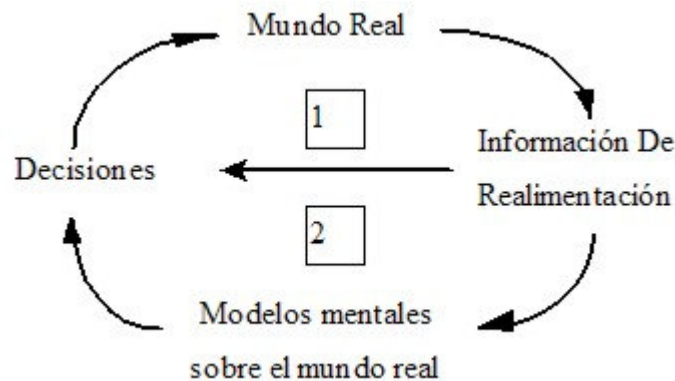


Figura 7. Ciclos de aprendizaje "natural"

El ciclo 2 de la misma figura, (mundo real → información de realimentación → modelos mentales sobre el mundo real → decisiones → mundo real), describe la dinámica de aprendizaje natural, profundo y consciente. En esta dinámica los modelos mentales son explícitos y se van construyendo y reconstruyendo en el proceso de aprendizaje continuo del ser humano.

Cuando este ciclo se presenta, la persona posee explícitamente definido, el modelo mental de la realidad que pretende explicar e intervenir. Este ciclo de la dinámica de aprendizaje es el que esperaríamos promover en un proceso formal de aprendizaje profundo y es el aprendizaje que posibilita los cambios más radicales, rápidos, reales y duraderos. Cuando actúa sólo el ciclo 1 se corre el riesgo que la persona se acomode a una situación particular y actúe por dicho acomodo y no porque asuma para sí la nueva idea como la más apropiada.

Es de anotar que el sólo modelo mental ya explícitamente definido corresponde a cierto nivel de formalización, aunque sigue siendo modelo mental en la medida que corresponde al punto de vista del sujeto.

Aprendizaje artificial:

El aprendizaje artificial sigue siendo tan real como el natural, es aprendizaje. El apellido de artificial no se le da por su carácter sino por el hecho de que se logra interactuando no sobre la realidad natural, sino sobre una realidad virtual (artificial).

La Figura 8, explica el carácter artificial de este aprendizaje al mostrar cómo el proceso de experimentación se da sobre una realidad virtual y no sobre la realidad misma. Aquí se presentan los mismos dos ciclos descritos al plantear el aprendizaje natural.

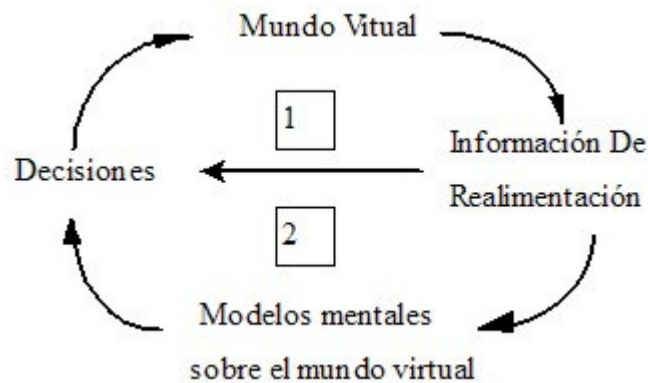


Figura 8: ciclos de aprendizaje "artificial"

El sólo hecho de experimentar sobre una realidad virtual no garantiza que se presente un aprendizaje profundo o de transformación de los modelos mentales del aprendiz, puede ser que usando la realidad virtual se oriente el proceso sólo sobre el ciclo 1, en procura de un aprendizaje por prueba y error y uno que genere una visión profunda de la realidad en estudio, reflejada ésta en los modelos mentales explícitamente definidos (Aracil, 1992).

Aprendizaje artificial y modelamiento participativo.

Para garantizar que el proceso de aprendizaje "artificial" haga explícitos los modelos mentales que subyacen a las decisiones y que describen y explican la dinámica de la realidad en estudio, orientando el proceso de adquisición y tratamiento de la información de realimentación para la toma de decisiones; se propone el recurso del modelamiento participativo; modelamiento, porque es la construcción de la realidad virtual mediante modelos formales y participativo, porque se prefiere en grupo y porque se desea resaltar la participación directa del aprendiz en dicha labor. La Figura 9 señala este modelamiento e integra el sistema de aprendizaje natural con el "artificial".

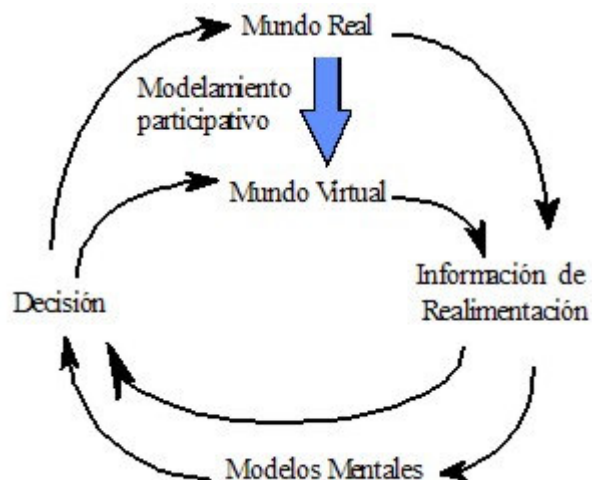


Figura 9: Aprendizaje y modelamiento

2.4 REFERENCIAS

ANDRADE, Hugo y GÓMEZ Luis. (1990). Dinámica de Sistemas aplicada a la simulación de algunos fenómenos de transporte. Tesis de Maestría en Ingeniería. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia.

_____ y PARRA Carlos. (1996) Propuesta de aplicación del pensamiento de sistemas en la educación media, con un soporte informática. Tercer Congreso Iberoamericano de Informática Educativa, Barranquilla. Colombia.

_____ y SOTAQUIRÁ, Ricardo. (1997) "Una revisión Crítica del Aprendizaje Organizacional con Dinámica de Sistemas". Grupo SIMON de Investigación.

_____ y PARRA Carlos (1998). Esbozo de una Propuesta de Modelo Educativo Centrado en los Procesos de Pensamiento. Memorias del Cuarto Congreso Iberoamericano de Informática Educativa. Brasilia, Brasil.

_____. (1998). Modelamiento y Simulación en la construcción y uso de realidades virtuales para el aprendizaje. Conferencia en las II Jornadas Iberoamericanas de Informática Educativa, Santa Cruz Bolivia.

_____ y NAVAS Ximena. (1998). Ingeniería de Sistemas: Realidad Virtual y Aprendizaje, el Caso del Cáncer de Mama. IV Congreso Colombiano de Informática Educativa, Manizales Colombia.

_____ y PARRA Carlos. (1999). Esbozo de una Propuesta De Modelo Educativo Centrado en los Procesos de Pensamiento. Revista Heurística, Cali Colombia, Octubre de 1999. Número 9 ISSN 0121-0262

_____, VILLA Alfredo y ZAFRA Carlos. (2000). MacMedia: Micromundo para el Aprendizaje de las Ciencias en la Educación Media. Un Enfoque Dinámico-Sistémico- Memorias del V Congreso Colombiano de Informática Educativa, Bucaramanga, Colombia.

_____. (Julio de 2000). Ambientes Informáticos para el Aprendizaje de las Ciencias con Dinámica de Sistemas. Conferencia en el Curso de Verano. Universidad Castilla La Mancha. Ciudad Real. España. Julio de 2000.

_____. (Septiembre de 2000). Micromundo de Simulación para el Aprendizaje de Ciencias de la Naturaleza para los Grados Sexto Y Séptimo, Un Enfoque Sistémico. Conferencia en: I Jornadas Iberoamericanas sobre Diseño y Producción de Multimedia Educativa para Enseñanza de las Matemáticas y de las Ciencias Físicas en la Enseñanza Superior y Secundaria. Universidad Internacional

de Andalucía, Sede Iberoamericana Santa María de la Rábida. Huelva, España, Septiembre de 2000

_____; DYNER, Isaac; ESPINOSA, Ángela; LÓPEZ, Hernán; SOTAQUIRA, Ricardo. (2001) Pensamiento Sistémico: Diversidad en búsqueda de Unidad. Pág 171-253. Ediciones Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

_____, TORRES Claudia y SEQUEDA Marcela. (2002). "MacMedia 2.0": Micromundo para el Aprendizaje de las Ciencias en la Educación Media. VI Congreso Colombiano de Informática Educativa. Red Iberoamericana de Informática Educativa -Ribie-COL- Medellín Colombia.

_____. (2002). La Informática y el Cambio en la Educación. Una Propuesta Ilustrada con Ambientes de Modelado y Simulación con Dinámica de Sistemas: Proyecto MAC. VI Congreso Colombiano de Informática Educativa. Red Iberoamericana de Informática Educativa -RIBIE-COL- Medellín Colombia.

_____ y NAVAS Ximena. (2002). Ingeniería de Sistemas - Realidad Virtual y Aprendizaje- Revista Ingenierías UIS Bucaramanga Colombia, Mayo de 2002, Volumen 1, Número 1, ISSN 1657 - 4583.

_____, NAVAS Ximena y GUERRERO Marlene. (2002). MAC 6-7 V 2.0: Micromundo para el Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza de Sexto y Séptimo Grado. I Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas. Medellín Colombia.

_____ y NAVAS Ximena. (2003). La Informática y el Cambio en la Educación. Una Propuesta Ilustrada con Ambientes de Modelado y Simulación con Dinámica de Sistemas: Proyecto MAC. Memorias del Primer Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas. Monterrey, México.

_____, GUERRERO Marlene y VARGAS Oscar. (2003). MAC 6-7 V 2.0: Micromundo para el Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza de Sexto y Séptimo Grado. Memorias del Primer Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas. Monterrey, México.

_____; GÓMEZ, Luis Carlos; REY, Nydia; RALLÓN, Eneida y GALVIS, Ernesto. (2004). Expandiendo las posibilidades de aprendizaje del juego de la cerveza: una aplicación de SI/TI para potenciar el aprendizaje del pensamiento Dinámico Sistémico. II Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas, Santa Marta- Colombia.

_____ y NAVAS Ximena. (2005). Ideas para una Dinámica de Sistemas en la Educación desde el primer grado. III Congreso Latinoamericano y Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas. Cartagena Colombia.

_____ y NAVAS Ximena. (2006). Una experiencia de difusión de la Dinámica de Sistemas en la educación de 1 a 11 grado – hacia la construcción de

una propuesta. Cuarto Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas. Bogotá Colombia.

_____ y GÓMEZ Luis. (2006). Tecnologías Informáticas en la Escuela. Convenio Computadores para Educar – Universidad Industrial de Santander. Ediciones UIS. Bucaramanga, Colombia.

ARACIL, Javier. (1992). Introducción a la Dinámica de Sistemas. Alianza Editorial. 3ª. Edición. Madrid.

ARDILA Carlos y DURÁN Pedro. (1995) Herramienta software para construir y analizar modelos mediante Dinámica de Sistemas. EVOLUCIÓN 2.0. Tesis de Pregrado. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia.

ARDILA, Maria y MORENO William. (2000). EVOLUCIÓN 3.0 Herramienta software para el modelamiento y simulación con Dinámica de Sistemas. Tesis de Pregrado. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia.

BARNETT, S. (1997). Schools as learning organisations. Comments made in LO14710 in reply to LO14416 on the Website for Learning Organisation Digest.

BETHGE, Thomas, and SCHECKER, Horst. (1992) Materialien zur Modellbildung und Simulation im Physikunterricht, Bremen, Germany: Institut fur Didaktik der Physik, Universitat Bremen. 238 pp.

BERMÚDEZ Carlos y QUITIÁN Humberto. (2001) “MAC 4-5, Micromundo que apoya el Aprendizaje de Ciencias de la Naturaleza de 4to Y 5to grado de educación básica primaria bajo el enfoque de una Práctica Educativa Sistémica”. Tesis de Pregrado. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia.

BETTS, F. (1992). How systems thinking applies to education. Educational Leadership. Vol. 50. No.3. pp.38-41.

BROWN, Gordon S. (1992). “Improving Education in Public Schools: Innovative Teachers to the Rescue” Revisión de Dinámica de Sistemas, Vol. 8, No. 1, pág. 83-89.

BRUNER, Jerome S. (1963). El proceso de Educación, New York: Vintage Books.

CALA, Jenny y TASCO Jairo. (2005) Ambiente software apoyado en el modelado y la simulación para el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación básica secundaria y media vocacional. Un enfoque Dinámico- Sistémico. Plan de Proyecto aprobado. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Universidad Industrial de Santander.

CALDERÓN Jacqueline y ALFONSO Angélica. (2003). Análisis de Sensibilidad y diagramas de influencia para la herramienta de modelado y simulación Evolución. Tesis de Pregrado. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia

CASTAÑEDA, Lilian. (2006). Sitio web para apoyar el estudio y difusión de la Dinámica de Sistemas en la educación. Tema aprobado. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia.

CHÁVEZ Martha y PATIÑO Sara. (2003). Diseño de interfaz gráfica para la herramienta MAC 6-7. Micromundo para el Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza de Sexto y Séptimo Grado. Tesis de pregrado. Escuela de Diseño Industrial. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga Colombia.

CHECKLAND, Peter; J. Scholes. (1990) "Soft System Methodology in Action". Editorial Jhon Wiley and sons, Chichester.

CHURCHMAN, C. W. (1968) "The System Approach", Dell, N.Y.

CLEARY, R. (1992). Models as effective research tools. In D. M. Cavanagh, & G. M. Rodwell, (Ed's.) Dialogues in educational research. Darwin, NT: William Michael Press.

CLEMANS, P. (1996) Friendship Game. Available from the Creative Learning Exchange website (<http://www.clexchange.org>) as SS1996-11FriendshipGame

CUELLAR, Mario y LINCE Emiliano (2003). Evolución 3.5 Herramienta Software para el Modelamiento y Simulación con Dinámica de Sistemas. Tesis de Pregrado. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia.

DAVIDSEN, P; BJURKLO, M; WIKSTRÖM, H. (1993). Introducing system dynamics in schools: the Nordic experience. System Dynamic Review Vol. 9. No. 2, pp. 165-181. Summer.

DEMING, W. E. (1982). Out of Crisis. MIT Center for Advanced Engineering Study. Cambridge, MA.

DIPL.-KFM. TECHN, S. G. (2005). Does Experience or an Education in System Dynamics Help People to Solve Simple, Dynamic Problems? - A Laboratory Experiment- 23th International System Dynamics Society Conference. Boston, USA. July.

DRAPER, Frank. (1993). A Proposed Sequence for Developing Systems Thinking in a grade 4-12 Curriculum. System Dynamic Review Vol. 9. No. 2, pp. 207-214. Summer.

DUEÑAS Ivonne y ROJAS Luisa. (2000) "MAC 8-9, Software Educativo de apoyo para el Aprendizaje del área de Ciencias en los grados octavo y noveno basado en

el Modelo Educativo Construtivista Centrado en los Procesos de Aprendizaje”. Tesis de Pregrado. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia.

FISHER, D; GALLAHER, E; MACOVSKY, L. (2003). How Drugs Work in the Human Body -Analysis of a Modeling Unit Used in a Second Year Algebra Class- 21th International System Dynamics Society Conference. New York, USA, July.

FORD, David. (1998). System Dynamic as a Strategy for Learning to Learn. International System Dynamics Society Conference. Quebec, Canadá.

FORRESTER, Jay W. (1961) Dinámica Industrial, Cambridge, MA: Productivity Press. 464 pág.

FORRESTER, Jay. (1992). System Dynamics and Learner-Centered-Learning in Kindergarten through 12th Grade Education. Road Maps .1. System Dynamics in Education Project. System Dynamics Group. Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology.

_____. (1994). Learning through System Dynamics as preparation for the 21st century. Systems Thinking and Dynamic Modeling Conference. USA, June.

_____. (1997). “System Dynamics and K-12 Teachers”. Massachusetts Institute of Technology Cambridge, MA, USA.

_____. (1999). “System Dynamics: The Foundation under Systems Thinking”. Massachusetts Institute of Technology Cambridge, MA, USA, June.

FULLAN, M. (1996) Turning systems thinking on its head. Phi Delta Kappan. Vol.77. No.77. pp.420-424.

FRANKFORT-NACHAMIAS, Chava y NACHAMIAS, David. (1992). Research Methods in the Social Sciences. Edward Arnold. London.

GELVEZ Lilia y MUSKUS Zandy. (1994). Construcción y Simulación de un Modelo para el Control de la Leishmaniasis bajo un Enfoque Sistemático. Tesis de Pregrado. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia

GÓMEZ, Merly. (2005). Propuesta Informática para la Educación, Soportada en el Modelado Basado en Objetos y Reglas. Plan de tesis de Maestría en Ingeniería Área Informática. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

GOULD-KREUTZER, Janet M. (1993). Foreword: System Dynamics in Education. System Dynamic Review Vol. 9. No. 2, pp. 101-112. Summer.

HAYDEN, L. 1990.Letter to Forrester. October 2.

JAIMES Zulma y JEREZ Judith. (2006). Extranet de apoyo a la formación y sostenimiento de redes interescolares orientadas por la universidad. Tesis de

Pregrado. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia.

LITTO, Fredic. (1996). Repensando la educación en función de los cambios tecnológicos y sociales y el advenimiento de nuevas formas de comunicación. Conferencia del Tercer Congreso Iberoamericano de Informática Educativa. Barranquilla, Colombia.

LYNEIS, D. (1995). Systems Thinking "in 25 Words or Less" The Creative Learning Exchange conference on system dynamics in education. Massachussets.

_____. (2000). Bringing system dynamics to a school near you. Suggestions for introducing and sustaining system dynamics in k-12 education. International System Dynamics Society Conference. Bergen, Norway August.

_____, FOX-MELANSON, D. (2001). The Challenges of Infusing System Dynamics into a K-8 Curriculum. International System Dynamics Society Conference. Atlanta, Georgia, July.

MANDINACH, Ellen y CLINE, Hugh. (1993). Systems, Science and Schools. System Dynamic Review Vol. 9. No. 2, pp. 195-206. Summer.

MCLEOD, R. J. (1997). The Management of change. Business Studies Review. Vol.3. No.2. pp.1-7.

_____. (2002). A model for cultural change in schools: an evaluation of some new learning organisation methodologies. 20th International System Dynamics Society Conference. Palermo, Italia.

NAVAS, Ximena y BENÍTEZ Fabián. (2000). "MAC 6-7 1.0, Micromundo de Simulación para el Aprendizaje de Ciencias de la Naturaleza para los grados sexto y séptimo, Un Enfoque Sistémico". Tesis de Pregrado. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia.

_____, GUERRERO Marlene y ANDRADE Hugo. (2002). Proyecto MAC 1 a 11. Una Estrategia con Informática para promover un cambio en las prácticas Educativas. Encuentro Iberoamericano de Formación de Docente, Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá. Colombia.

NAVAS, Ximena. (2004). Propuesta Informática para la Educación en el Cambio, Basada en Ambientes de Modelado y Simulación. Un enfoque Sistémico. Plan de tesis de Maestría en Ingeniería Área Informática. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

PAPERT S. (1980). Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. Basic Books: New York.

PARRA Carlos. (1997) Propuesta de Aplicación del Pensamiento de Sistemas y la Dinámica de Sistemas en la Educación Media. Tesis de Maestría en Ingeniería.

Escuela de Ingeniería de Sistemas. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia.

PRADA Carlos y OSPINO Merilin. (2006). "HCAEAD: Herramienta para la creación de Ambientes Educativos informáticos con aprendizaje dinámicos". Tesis de Pregrado. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia.

RICHMOND, Barry. (1993). System Thinking: Critical Thinking Skills the 90s and Beyond. System Dynamic Review Vol. 9. No. 2, pp. 113-133. Summer.

ROMME, G. (2002). The Educational Value of Microworld Simulation. 20th International System Dynamics Society Conference. Palermo, Italia.

ROBERTS, Nancy. (1975). A Dynamic Feedback Approach to Elementary Social Studies: A Prototype Gaming Unit. Ph. D. Thesis , available from University Microfilms, Ann Arbor, Michigan: Boston University.

_____. (1978). Dteaching Dynamic Feedback System Thinking: an Elementary View.. Management Science, Vol. 24, No. 8, pp. 836-43.

SAWICKA, Agata y MOLKENTHIN René. (2005). Cognitive Load Dynamics: How to Increase Effectiveness of SD-based Learning Environments. 23th International System Dynamics Society Conference. Boston, USA.

SENGE, Peter. (1990). La Quinta Disciplina. Las organizaciones que Aprenden.

SHEWHART, W. (1939). Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control. U.S. Department of Agriculture. Washington, D.C.

SEQUEDA, Marcela y TORRES Claudia. (2001) "MacMedia 2.0, Micromundo para el Aprendizaje de Ciencias en la Educación Media". Tesis de Pregrado. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia.

SOTAQUIRÁ Ricardo. (1994). Incidencia de la Corrosión sobre la Economía Nacional, Aplicación de la Dinámica de Sistemas. Tesis de Pregrado. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia.

STAMELL, G., TICOTSKY, A., QUADEN, R., LYNEIS, D. (1999) The Mammoth Extinction Game. Available from the Creative Learning Exchange website <http://www.clexchange.org>) as CC1999-04MammothExtinction. Prepared with the support of the Gordon Stanley Brown Fund.

STUNTZ, L. (2000). "Building System Dynamics Skills in K-3 (Ages 5-8) Students". International System Dynamics Society Conference. Bergen, Norway August.

_____, LYNEIS, Debra y RICHARDSON, George. (2002). El Futuro de la Dinámica de Sistemas y el Aprendizaje Centrado en el Aprendiz en la Educación de K-12. 20th International System Dynamics Society Conference. Palermo, Italia.

TICOTSKY, A., QUADEN. R., LYNEIS, D. (1999) The In and Out Game: A Preliminary System. Dynamics Modeling Lesson Available from the Creative Learning Exchange website (<http://www.clexchange.org>) as SE1999-09In&OutGame. Prepared with the support of the Gordon Stanley Brown Fund.

TORRES, Carlos. (1998) Especificación de requerimientos para el desarrollo de software educativo basado en dinámica de sistemas. Monografía, Especialización en Ingeniería del Software. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. Colombia.

ULLOA Ana y ULLOA Carmen. (1994). Dinámica de Sistemas: aplicada al análisis, modelamiento y simulación de procesos de polimerización en cadena. Tesis de Pregrado. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia

VARGAS Oscar y GUERRERO Marlene. (2002) "MAC 6-7 2.0: Micromundo para el Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza de Sexto y Séptimo Grado." Tesis de Pregrado. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia

VERA Cristián y ANAYA Ricardo. (2006). "MAC Primaria, Ambiente Software para apoyar el Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Básica primaria". Un Enfoque Dinámico-Sistémico. Tesis de Pregrado. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia.

ZAFRA, Carlos y VILLA, Alfredo. (2000). "MACMedia 1.0, Micromundo para el Aprendizaje de Ciencias en la Educación Media, basado en el Modelo Educativo Centrado en los Procesos de Pensamiento". Tesis de Pregrado. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia.

CAPÍTULO 3.
PROPUESTA PARA LA DIFUSIÓN DE LA D.S EN LA
ESCUELA

3 PROPUESTA PARA LA DIFUSIÓN DE LA D.S EN LA ESCUELA.

3.1 INTRODUCCIÓN

El presente apartado sintetiza la Propuesta Informática para la Educación en el Cambio, Basada en Ambientes de Modelado y Simulación. Un enfoque Sistémico, la cual se expresa en términos de una propuesta de aplicación y difusión de la D.S. en la educación preescolar, básica y media colombiana, para la escuela pública colombiana desde preescolar a onceavo grado. Este planeamiento se sustenta en los demás capítulos de este informe, principalmente en la revisión de la experiencia internacional, la relatoría de la experiencia SIMON, las experiencias de campo que esta tesis orientó en el marco de los convenios CPE-UIS 2005 y 2006 y en el diseño de los Micromundos de simulación para el Aprendizaje con D.S, los MADS.

En general esta propuesta surge y se entiende en el marco de la dinámica de investigación acción, que guió el desarrollo de la tesis y que igualmente se propone como guía para la aplicación y reformulación de la propuesta misma.

Esta propuesta no pretende ser una receta, es decir, no es algo totalmente acabado, debe asumirse mejor como un conjunto de lineamientos surgidos de la reflexión sobre las experiencias propias y ajenas; los cuales, con su estudio y análisis crítico desde la práctica, deben ser enriquecidos. Además, hay que tener presente que es posible que algunas de estas recomendaciones no sean apropiadas en algún escenario particular

Esta propuesta se construye en el reformular la experiencia del llevar la D.S a la escuela y esta reformulación (reflexión y explicación de la experiencia) se constituye en propuesta en la medida que a alguien le sea satisfactoriamente una guía para orientar el hacer de la D.S en una comunidad escolar, es decir, la comunidad que la acepta es la que la constituye en propuesta, la propuesta no lo es en sí misma, como ninguna explicación es explicación en sí misma.

Los siguientes planteamientos, integran elementos conceptuales, de estrategia, metodológicos e instrumentales de la propuesta, identificando a quien va dirigida y quien la puede promover; que pretende; las consideraciones base que la motivan y fundamentan; así como una síntesis de la propuesta en términos de qué se propone hacer, cómo y con qué para lograr los objetivos propuestos.

3.2 POBLACIÓN OBJETIVO Y PROMOTORA

Esta propuesta va dirigida a la comunidad educativa que construye y reconstruye día a día la educación preescolar, básica y media colombiana. Representada principalmente por los profesores, estudiantes, directivos y padres de familia de las escuelas. Además, surge del seno de la comunidad docente e investigativa que desde la universidad se expresa diariamente al país, dándose a conocer y aportando con sus reflexiones y creaciones de diversos tipos y enfoques.

Más en detalle se contempla como población objetivo y promotora, una comunidad constituida por diversos agentes, los cuales, de múltiples maneras, aportan (pueden aportar) a la dinámica de construcción y reconstrucción de la propuesta, su difusión y aplicación, clasificados en agentes endógenos y exógenos a la escuela:

3.2.1 Agentes endógenos a la escuela

- ✓ Profesores (usando el programa de estudios de la D.S y desarrollando un programa de estudios)
- ✓ Estudiantes aprendiendo D.S y con D.S
- ✓ Administradores de las escuelas, promoviendo el proyecto de D.S en la escuela
- ✓ Organismos y representantes del aparato gubernamental (Ministerio de educación, alcaldes, secretarías de educación, directores de núcleo, gerentes de nuevas tecnologías).

3.2.2 Agentes exógenos a la escuela

- ✓ Profesionales de la D.S
- ✓ Expertos en los contenidos del área.
- ✓ Universidad (grupos de investigación)
- ✓ Administradores de las redes: propias del proyecto y en general de informática en la educación y de educación
- ✓ Evaluadores
- ✓ Administradores del proyecto
- ✓ Comunidad Colombiana de D.S
- ✓ Comunidad latinoamericana de D.S y comunidad mundial.
- ✓ Personas involucradas activamente.
- ✓ Empresas y demás organizaciones no gubernamentales que pueden aportar directamente a la educación.

3.3 OBJETIVOS

3.3.1 Objetivo general

Dinamizar el proceso de formulación, difusión y aplicación de la D.S, en la educación Colombiana preescolar, básica y media. Entendido este proceso como una forma de participar en la dinámica de cambio de la educación, reconociendo que la educación colombiana es una, en medio de la diversidad pedagógica, cultural y científica que la constituye.

3.3.2 Objetivos específicos a corto, mediano y largo plazo:

3.3.2.1 Inmediatos y a corto plazo

- ✓ Re-formular (conceptual, metodológica e instrumentalmente) la propuesta y ponerla a consideración de la comunidad dinámico sistémica y de las comunidades escolares.
- ✓ Desarrollar experiencias significativas, con las escuelas que inicien el proceso objetivo de la propuesta, desde la etapa de formulación de la misma.
- ✓ Conformar una masa crítica inicial (comunidad inicial) que permita proponer un proceso a largo plazo.
- ✓ Cualificar y desarrollar las herramientas software que la propuesta recomienda como necesarias para instrumentalizar el proceso.
- ✓ Orientar la construcción, como un trabajo en red con las escuelas iniciales, de un conjunto de materiales que ilustren las actividades de clase en las diferentes áreas de estudio.
- ✓ Constituirse en un recurso para establecer relaciones con la comunidad internacional que permitan continuar nutriendo esta propuesta con otras experiencias similares, así como aportar al contexto internacional con la experiencia colombiana.

3.3.2.2 A mediano plazo

- ✓ Aportar a la conformación de una comunidad Colombiana de profesores, de preescolar a 11 grado, que haga parte activa de la Comunidad Dinámico Sistémica Colombiana y Latinoamericana.
- ✓ Aportar a la generación de una dinámica de investigación acción, en la cual se constituya comunidad y se aporte al desarrollo de una cultura escolar, en la cual el cambio se viva y sea objeto de estudio. Cultura en la cual el paradigma de P.S aporte significativamente.
- ✓ Consolidar una red de profesores, estudiantes y escuelas que con el apoyo de la Universidad, desarrollen un proceso permanente de trabajo colaborativo, en el marco del cual se construya comunidad fortaleciendo y promoviendo experiencias.
- ✓ Aportar en el desarrollo de un programa de formación docente, a nivel de especialización, que con la participación de varias universidades, proyecte resultados de diversas investigaciones al espacio de la vida escolar.

3.3.2.3 A largo plazo

- ✓ Aportar significativamente a la dinámica de cambio de la educación, desde los primeros grados, en procura de una sociedad en la cual el reconocimiento del otro constituya un pilar fundamental que permita unidad en medio de la diversidad.
- ✓ Aportar a la consolidación de una comunidad de profesores, estudiantes y escuelas que hagan parte activa de la comunidad Dinámico Sistémica nacional, latinoamericana y del contexto mundial.

3.4 CONSIDERACIÓN BASE DE LA PROPUESTA

Siguiendo la idea de investigación acción, que ha guiado la formulación de esta propuesta, las bases de la propuesta misma constituyen la mirada que se tenga de la escuela actual, la cual surge desde la perspectiva de una escuela deseable y los aportes que de un llevar de la D.S puede hacer al cambio de la escuela (complementados con los fundamentos teóricos y los aportes de experiencias propias de la comunidad a nivel internacional) Figura 10.

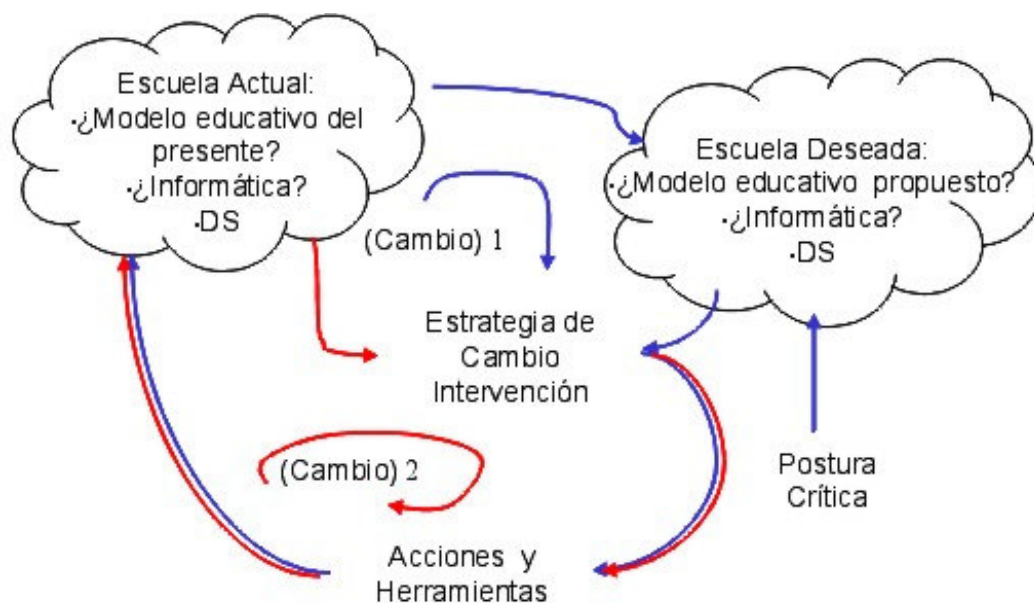


Figura 10: Dinámica de Investigación acción de la D.S en la escuela

La propuesta constituye una guía para la intervención, una estrategia de cambio en el cambio mismo. Igualmente, la propuesta especifica algunas herramientas informáticas y acciones concretas en el ambiente escolar por intermedio de las cuales se aplica. Además, se es consciente que las comunidades sabrán idear múltiples herramientas y diversas acciones que enriquecerán la propuesta en su aplicación.

3.4.1 Escuela Actual

Las escuelas son sistemas complejos que por la combinación de diversos factores sociales y culturales, tradicionalmente han sido resistentes al cambio. A pesar de muchos esfuerzos por efectuar un cambio significativo, han permanecido relativamente inalteradas en un paradigma científico determinístico. (McLeod, 2002) que les limita la innovación en sus prácticas y el cambio en general.

Para Betts (1992), la semilla de la educación escolar encuentra sus fallas actuales en los sucesos del pasado. Desde el principio la educación escolar ha sido llamada a transmitir el conocimiento y los valores culturales y no para preparar a los

estudiantes para la vida después de la escuela; descuidando, un aspecto importante, el pensamiento crítico para la solución de problemas y la toma de decisiones. Durante el siglo XX y en el presente, esta escuela, de carácter masivo, en la mayoría de los países occidentales, ha creado exitosamente una generación reduccionista, funcionalista, individualista, con un paradigma organizacional relativista moral que espera una buena organización para verse reflejado en el control de las estructuras de tipo burocráticas. (Barnett, 1997; McLeod, 1997).

Ampliando las anteriores ideas, Stuntz, Lyneis y Richardson (2002) expresan que las escuelas de hoy en día fueron diseñadas para satisfacer las necesidades de un amanecer de la sociedad industrial. Se preparaban estudiantes para ser los trabajadores productivos en las fábricas y las escuelas fueron actualizándose en los principios de la producción en masa, ideas que se extendieron y cambiaron muy poco de un país a otro. En estas escuelas, un eficaz proceso de la cadena de producción, apuntaba a educar graduandos de consistente calidad uniforme. Los profesores fueron un engranaje en este proceso, podrían darles a sus estudiantes todo lo que ellos necesitaban conocer acerca de cada grado a lo largo del camino. Fue un sistema que llenó las necesidades de ese tiempo y que, aún hoy, en otra época, se mantiene en lo fundamental.

A esta escuela, de la era industrial, la ha caracterizado un enfoque y prácticas pedagógicas que Andrade y Parra (1998), expresan señalando que las generaciones actuales, en un buen grado, son producto de un aprendizaje instructivo, donde el salón de clases se organiza en filas o en semicírculos, con el profesor al frente y cuyo trabajo es transmitir lo que sabe a los estudiantes. El papel del estudiante es recibir la mayor cantidad de información de la que se le transmite, para lo cual, en el salón de clases, debe "estar quieto y prestar atención". El alcance implícito que sugiere este proceso, que es principalmente un proceso de asimilación, es el objetivo fundamental del profesor, el "llenar" de conocimiento al estudiante. La eficiencia de este sistema está en función de la capacidad del estudiante para repetir las lecciones. Es bueno notar que este aprendizaje instructivo asume tácitamente que los estudiantes no contribuyen al aprendizaje de sus semejantes, sino que cada uno aprende en un proceso con actividades desarrolladas individualmente; por tal motivo, se le ubica en un salón de clases en filas, enfatizando tareas o labores individuales.

Para Litto (1996), este enfoque educativo refleja a la sociedad industrial, en donde la producción de bienes se realiza en masa y con cierto grado de especialización (al igual que sucede con los estudiantes y profesionales), pero marcha rezagada en cuanto a la capacidad de adaptación a condiciones cambiantes. Forrester (1994) complementa la anterior idea al expresar, que la educación debe modificar su tendencia, cada vez mayor, a la especialización y proporcionar al estudiante, una fundamentación que le de una movilidad para variar de acuerdo con las demandas y oportunidades cambiantes.

Ante esta escuela, Fullan (1996) sugiere que lo que está en juego, es una redefinición fundamental de profesores y profesionales que incluyan cambios radicales en la preparación del maestro, en el plan y la cultura de las escuelas y en el rol de los profesores. Fullan (1996, p.423) agrega que, es imposible mejorar el

aprendizaje del estudiante, para todos o para la mayoría de ellos, sin mejorar el aprendizaje de todos o la mayoría de los profesores. Pero, desde una perspectiva más amplia, según Forrester (1992), el incremento de las críticas a la educación puede dirigir la atención hacia diagnósticos incorrectos y tratamientos ineficaces. Señala que la debilidad en la educación proviene no tanto de los profesores, como de los materiales inapropiados con los que se está enseñando. Los estudiantes son atiborrados con hechos sin tener un punto de referencia para utilizarlos apropiadamente en las complejidades de la vida actual. Las deficiencias educativas tienden a provocar una exigencia pública por más de lo que está causando las fallas educativas y las presiones causan un incremento de cursos de ciencias, humanidades y ciencias sociales, en un currículo ya sobre poblado, el cual no inculca entusiasmo, ni sentido de relevancia. En su lugar, existe una oportunidad de moverse hacia una fundamentación común que oriente todos los campos de estudio hacia una unidad más comprensible.

Forrester (1992) plantea que el descontento de la sociedad con la educación se debe a la naturaleza fragmentaria del esquema tradicional, donde se divide el estudio de los fenómenos en materias separadas, que en el mundo interactúan; es decir, se enseñan muestras estáticas y parciales del mundo cuando sus problemas son holísticos y dinámicos. Estudios sociales, ciencia física, biología, y otros temas se enseñan como si fueran inherentemente diferentes unos de otros, aunque funcionen sobre los mismos conceptos fundamentales.

Es de señalar que la escuela Colombiana no es ajena a lo señalado, en general, para la escuela occidental, además, sufre de las limitaciones de todo tipo de recursos, la escasa formación docente, el aislamiento en sus prácticas, una de otra y el conjunto del contexto internacional. Pero como capital, la gran mayoría de los profesores son personas de grandes valores humanos, deseosos de hacer lo mejor por sus instituciones y sus estudiantes y muchos de ellos han desarrollado importantes aportes a la educación, en particular integrando la informática a sus prácticas escolares, de esto dan cuenta los congresos Colombianos de RIBIE. Además, la escuela rural, con sus intentos de aportar a la solución de las problemáticas sociales, aplica orientaciones pedagógicas que superan en parte la fragmentación del conocimiento y lo integran en una educación basada en proyectos, más de las veces proyectos productivos, en los cuales cada una de las áreas hace su aporte de conocimiento. En Colombia propuestas educativas como las de modelos flexibles (escuela nueva) (MEN, 2006) que han surgido más que por una postura crítica de la escuela actual, por una necesidad de la cobertura educativa (un profesor con estudiantes de diferentes grados, formación para jóvenes que por sus obligaciones laborales no pueden asistir a la escuela regular), peticiones de una educación que forme para las urgencias de una vida laboral del joven. Aún, el hecho de profesores que deben atender todas las áreas en algún grado, no superan la fragmentación, su orientación pedagógica sigue siendo por áreas y poca integración. Es de señalar, que de tal situación (fragmentación), cada día es más consciente la educación en general y los profesores en particular y aunque aún no se den cambios significativos, existen experiencias exitosas y en general, los profesores ya comúnmente hablan de interdisciplinariedad, de integración, de proyectos integrales y de otras actividades que muestran una tendencia de cambio en los modelos mentales y la búsqueda de alternativas.

3.4.2 Aportes de la D.S a la escuela

Stuntz, Lyneis y Richardson (2002) señalan que los tiempos han cambiado. Vivimos en una economía global de rápido cambio, en donde la información y su accesibilidad están creciendo y la comunicación es instantánea. No podemos enseñarles a los estudiantes algo para que desempeñen un trabajo previsible. Ahora los estudiantes necesitan un conjunto de habilidades para prosperar en esta economía cambiante. Aún más importante, necesitan un profundo entendimiento, ánimo y coraje para tratar efectivamente los complejos y crecientes problemas sociales, económicos, políticos y ambientales que nos rodean. Es tiempo para el cambio, para diseñar nuestras escuelas en correspondencia con las necesidades de hoy.

Para Forrester (1992) hay dos desarrollos que se fortalecen mutuamente y prometen un proceso de aprendizaje que puede mejorar el alcance, la profundidad y el conocimiento en la educación; estos son la D.S y el aprendizaje centrado en el estudiante. Además, en 1994 presenta a la D.S como esa fundamentación que le permite al individuo moverse de un campo a otro. Propone que los objetivos de una educación apoyada en D.S pueden agruparse bajo tres títulos:

1. Desarrollar habilidades personales
2. Formar en el estudiante una perspectiva y personalidad para encajar en el siglo 21
3. Entender la naturaleza de los sistemas en los cuales vivimos y trabajamos.

Lyneis (1995) expresa que cuando los estudiantes aprenden D.S, se forman conscientes y seguros de sí mismos. Además la D.S, les da herramientas para asumir el pensamiento crítico y la solución de problemas. A nivel del plan de estudios, la educación se hace atractiva, centrada en el aprendiz y pertinente. Comprendiendo la estructura fundamental del sistema, los estudiantes ganan no sólo un entendimiento más profundo del fenómeno en estudio, sino que, ese aprendizaje, les permite transferir ese entendimiento a la comprensión de otros fenómenos. Asimismo, el modelado con D.S es interdisciplinario, los estudiantes deben utilizar todo su conocimiento y experiencia en la tarea. La D.S une la educación y la matemática se constituye en un útil natural para el estudio de todos los fenómenos. En síntesis, les ofrece a los estudiantes la confianza y las habilidades para resolver problemas que necesitarán cuando se enfrenten al complejo sistema social, medioambiental y político de esta época.

El término “Aprendizaje centrado en el aprendiz” que, según Forrester (1992), lo utilizó por primera vez Kenneth Hayden de la Asociación Ideales¹⁴, implica modificar considerablemente el papel de un profesor. Un profesor deja de ser tan sólo un abastecedor de conocimiento dirigido a los estudiantes, receptores pasivos; en su

14 Ideals Associated. 2 2570 Avenida de María, Tucson, AZ 85718 USA. Es una pequeña fundación que por dos décadas ha fomentado un enfoque de aprendizaje que involucra a los estudiantes en la participación activa de sí mismos, lo que contribuye al mejoramiento del proceso educativo

lugar, se convierte en un colega y en aprendiz participativo. Así, la escuela debe ser un lugar en donde pequeños grupos de estudiantes exploran, se ayudan y trabajan juntos; los profesores, proporcionan orientaciones y presentan las oportunidades, actúan como personas ingeniosas y guías y no como las figuras autoritarias que dictan cada paso del proceso educativo. El papel de profesor es más como un director de proyecto que como el de un conferencista. A lo anterior, Lyneis y Fox-Melanson (2001) agregan que, cuando se lleva la D.S a la escuela, los profesores empiezan a trabajar juntos para construir sus propias habilidades en D.S y para desarrollar actividades interdisciplinarias, el cambio se difunde en la cultura de la escuela, se promueve aún más el cambio.

Ampliando y apoyando las anteriores ideas, Stuntz, Lyneis y Richardson (2002) presentan otros beneficios del acercamiento de la D.S a la educación; señalan que no sólo enriquece el programa de estudios sino que va más allá. Los estudiantes asumen la responsabilidad de su aprendizaje, el profesor pasa de ser el único transmisor de todo el conocimiento para ser un guía que ayuda al estudiante a desarrollar las habilidades para construir su propio conocimiento. En una clase centrada en el aprendiz, los profesores y los estudiantes persiguen una idea, una habilidad, un entendimiento. Los profesores guían el proceso para atender la necesidad de mejorar las habilidades, mientras el estudiante lidia como investigador y explorador para avanzar. El estudio por grupos de estudiantes de D.S con las habilidades, perspectivas y responsabilidades permite enfrentarlos efectivamente con problemas dinámicos de tipo social, económico y ambiental. La D.S proporciona a los estudiantes herramientas y un lenguaje común que facilita que surjan y se desarrollen discusiones de sus modelos mentales sobre problemas complejos; esto les permite reconocer políticas alternativas para liderar la toma de decisiones fundamentadas. Así como los estudiantes entienden cómo trabajan los sistemas, desarrollan sus propios límites de espacio y de tiempo, obtienen una buena conciencia del efecto de sus propias acciones y de la interacción entre personas y entre los sistemas que los rodean. Aprenden a cerca de interdependencias, de soluciones a corto y largo plazo y de cómo pueden marcar la diferencia. En resumen, la D.S les ayuda a su formación como buenos ciudadanos.

En el contexto del uso de la D.S en la escuela, Andrade y Parra (1998) al igual que Hayden, Stuntz, Lyneis y Richardson proponen nuevos roles para el profesor y el estudiante, expresan que “El profesor provee de materiales y estrategias alternas para la construcción de conocimiento, con un contacto individual con el estudiante dentro del ambiente de educación; los estudiantes tienen la opción de trabajar en equipo o individualmente”, para que todo lo anterior sea viable, se requerirán no sólo cambios en los roles señalados, sino en los demás componentes del sistema educativo, es decir, en palabras de Stuntz, Lyneis y Richardson, “como naturalmente las actividades llegan a ser más interdisciplinarias, el cambio en los fundamentos, en la entrega de instrucción, penetra la estructura del colegio, revitalizándolo”.

La D.S puede proporcionar un marco de trabajo para dar significado a los hechos aislados. Tal marco proporciona una base fundamentada en las matemáticas, para los estudios de las ciencias físicas, sociales, la biología, la historia y la literatura. Pero Forrester (1992) agrega, que a pesar del potencial de la D.S, ésta podría ser

ineficaz si se introduce en una escena educativa tradicional, en la cual los estudiantes atienden la cátedra pasivamente. La D.S no puede ser adquirida con la aptitud de aquel espectador de deportes que desea convertirse en un buen jugador de baloncesto únicamente mirando los juegos profesionales. El paradigma dinámico inspira la participación activa; pero, las aulas de clase tradicional carecen de esa participación que es tan esencial para un aprendizaje profundo. Además, la D.S ofrece un marco de referencia para brindar cohesión, significado y motivación a la educación, así como también el aprendizaje centrado en el estudiante le imprime el desafío y la emoción de un laboratorio de investigación. Estas dos innovaciones en conjunto, explotan la creatividad, la curiosidad y la energía del joven.

Hacer la educación más atractiva es una meta digna en sí misma, pero la D.S en la educación ofrece más que eso. Provee a los estudiantes con las habilidades y la perspectiva que ellos necesitarán para asumir efectivamente la compleja dinámica social, económica, tecnológica y los problemas medioambientales que enfrentarán en el futuro. Éstas son las necesidades de la vida real. La educación que fue suficiente y buena para nosotros en el pasado puede no ser buena y suficiente para los cambios del mundo a los que se enfrentan los ciudadanos del mañana. (Lyneis, 2000)

Apoyados en las experiencias internacionales, principalmente formuladas por Stuntz, Lyneis y Richardson (2002); en la experiencia del grupo SIMON (ver apartado 2.2) y en las particulares de esta investigación, junto con las reflexiones que la investigación ha motivado; los principales aportes de la D.S a la educación que esta propuesta contempla, se resumen en:

3.4.2.1 Para el estudiante

Un estudiante formado en un contexto educativo con D.S desarrollará habilidades de pensamiento, aptitudes y comportamientos como:

- ✓ Habilidades del P.D.S (Basado en Richmond, 1997): Desarrolladas en el contexto de un programa de estudios común.
 - Pensamiento Dinámico: Identifica patrones de comportamiento; ve patrones de cambio en el tiempo, más que eventos aislados. Ve en las trayectorias temporales de los elementos del sistema, la historia de su comportamiento dinámico. Las gráficas y las tablas de datos que les corresponde, tienen sentido en la medida que dan cuenta de la historia del sistemas.
 - Pensamiento en términos de causalidad: reconoce que los problemas y sus soluciones están dentro del sistema no fuera de éste. Entiende que unas son las manifestaciones y otras las causas profundas que determinan lo que se manifiesta. Que las causas pueden estar distantes en el tiempo y en el espacio de sus efectos (manifestaciones) y generalmente son múltiples. En un sentido más amplio, comprende la idea de influencia para contemplar tanto lo que se puede definir como causa, como lo que constituyen condiciones

necesarias para que se de cierta dinámica de comportamiento del fenómeno.

- Pensamiento operacional: Aprecia y entiende cómo la estructura causal del sistema se refleja en su comportamiento, y comprende que la estructura básica se puede aplicar a todos los sistemas. Entiende los conceptos de flujo y nivel y la relación entre los mismos.
- Pensamiento de ciclo cerrado: Reconoce la realimentación. Una acción tiene consecuencias que pueden influir en nuevas acciones.
- Pensamiento No lineal (No secuencial): Reconoce que los ciclos de realimentación interactúan para producir respuestas cambiantes a lo largo del tiempo
- Pensamiento cuantitativo: Considera e incluye todas las variables, aún aquellas que no pueden ser medidas en unidades estándar.
- Pensamiento Científico: Reconoce que todos los modelos contemplan y operan con hipótesis que son construidas, probadas y refinadas rigurosamente.

✓ Aptitudes y Comportamientos con P.D.S: Desarrollados en el proceso de aprendizaje y de práctica de los principios de la D.S dentro del programa de estudios.

- Disponibilidad a trabajar en equipo para la solución de problemas del mundo.
- Reconoce el modelo mental del otro, así esté en desacuerdo. (reconocimiento del otro, ve el mundo con los ojos del otro)
- Paciente y persistente en la solución de problemas. Usando las habilidades del P.D.S, trabaja duro para profundizar y comprender lo aprendiendo.
- Buena voluntad para examinar y cambiar sus propias apreciaciones y conclusiones. (aptitud reflexiva)
- Buena voluntad para reconocer el error y aprender de éste.
- Aceptación cuando no se está en la respuesta correcta.
- Expansión del sentido del ego. Mirarse uno mismo como un ser integral y parte de un gran sistema, con parte de responsabilidad por el bien común.
- Usa la comprensión de un sistema para actuar sobre los problemas con coraje, confianza y esperanza.
- Un amplio horizonte. Una sospecha de que soluciones fáciles, basadas en poca comprensión y políticas de corto plazo, aún sus beneficios inmediatos, son perjudiciales a largo plazo.
- Una habilidad para narrar del pasado al presente y del presente al futuro. Una habilidad para leer a través del presente y reconocer patrones de comportamiento (pensamiento dinámico)
- Interioriza todos estos principios a fin de informar de las acciones e interactuar con otros.
- Habilidad para aprender aprendiendo (aprender a aprender aprendiendo), con un aprendizaje profundo, comprensivo, con sentido

autónomo y duradero. Aprendizaje que transforma al aprendiz, aprendizaje como transformación de los modelos mentales.

- Es buen ciudadano.
- Reconoce la diversidad y busca la unidad enriqueciendo la diversidad misma.

3.4.2.2 Para el Profesor y la Escuela

Una escuela que aprende, construida alrededor los principios del P.D.S, con D.S y centrada en el aprendiz, desarrollará las siguientes características:

- ✓ Diseñará actividades permitiendo a los estudiantes construir sus propios conocimientos. Comprenderá que el profesor es un guía. Las actividades escolares serán centradas en el aprendiz, orientadas en beneficio del aprendizaje de estudiantes y profesores.
- ✓ La D.S será incluida dentro del programa de estudios. No será un curso más; sino que hará parte del conocimiento común a todas las áreas y asignaturas. Mejorará las herramientas y formas de trabajo para integrar y revitalizar el programa de estudios existente.
- ✓ Los problemas vendrán primero. Al presentar al estudiante una situación problémica, tendrán la necesidad de aprender varias cosas para solucionarla, los estudiantes mirarán la situación globalmente y luego buscarán el conocimiento necesario para tratarla como en la vida real.
- ✓ Los profesores tendrán el 30% de su tiempo disponible para el aprendizaje, la colaboración y el refinamiento de las actividades académicas.
- ✓ Los salones de clase estarán abiertos para padres de familia, otros profesores y estudiantes.
- ✓ Los estudiantes trabajarán en proyectos interdisciplinarios con problemas pertinentes a su propia vida, comunidad o grandes sucesos comunes.
- ✓ Para todos los grados, los límites disciplinarios serán suavizados.
- ✓ Los estudiantes integrarán equipos de trabajo con compañeros de diferentes edades y grados, para aprender el uno del otro.
- ✓ Los estudiantes se involucrarán en sus comunidades, contribuyendo a la solución de problemas. Los miembros de la comunidad se involucrarán en sus escuelas.
- ✓ Los estudiantes tendrán acceso a información sobre D.S y a discutir o dialogar con personal experto en el área.
- ✓ La administración de las escuelas tendrá participación.
- ✓ La administración estará dispuesta a colaborar, a arriesgarse a abrir comunicaciones y a continuar mejorando. La escuela será una organización que aprende.
- ✓ Los profesores serán aprendices y constructores y reconconstructores de conocimiento.
- ✓ Los profesores, como los estudiantes, siempre estarán aprendiendo de los problemas, los fenómenos y las disciplinas e igualmente siempre estarán aprendiendo a aprender y aprendiendo D.S.
- ✓ El trabajo colaborativo y cooperativo entre profesores será un imperativo para la interdisciplinariedad y ésta para asumir con D.S los problemas complejos.

- ✓ Será una escuela que vive en el cambio, se construye y reconstruye para vivir, para ser siendo escuela.
- ✓ Reconoce la unidad en la diversidad y construye unidad enriqueciendo la diversidad, como la étnica, cultural, ecológica, política, religiosa y científica.
- ✓ Propende por la formación de sus profesores y estudiantes como buenos ciudadanos.
- ✓ La informática, las matemáticas y los lenguajes para la construcción y reconstrucción del conocimiento, como la D.S, serán, de manera integrada, herramientas de todos los profesores y para todas las áreas y asignaturas.
- ✓ Se hará escuela construida con D.S, construyéndose con D.S. y su proceso de construcción será expresión de su cambio y como tal no tendrá fin.

3.5 ESTRATEGIA Y DINÁMICA GENERAL DE DESARROLLO DE LA PROPUESTA EN EL CONTEXTO DE INVESTIGACIÓN ACCIÓN.

Este apartado debe responder a dos inquietudes fundamentales, cómo iniciar el proceso y cómo promover una dinámica del llevar la D.S a la escuela, conducente a que en la experiencia de ese llevar se vaya formulando y reformulando la propuesta misma, es decir, que se vaya llevando la D.S a la escuela y se vaya haciendo propuesta en ese mismo llevar, de esta forma se asume el contexto de investigación acción.

Para formular la estrategia se propone la metáfora del contagio de una Infección y para orientar la dinámica de la estrategia en la acción se formulan un conjunto de recomendaciones que entrelazan escuela y promotores, pero que para claridad en la presentación se han formulado, unas pensando en la escuela y otras pensando en el promotor.

3.5.1 Estrategia de contagio.

¿Cómo se lleva la D.S a la escuela para promoverle un cambio, para hacer realidad los potenciales aportes de la D.S misma?

El cómo llevar aquí se asume como el cómo iniciar, consolidar y sostener un proceso de presencia de la D.S. en las escuelas.

La experiencia internacional ha mostrado que la D.S se difunde en sus diferentes espacios de aplicación a la manera de una epidemia, es decir, sigue los pasos de la “propagación de una Infección”. En las escuelas empieza con uno o dos profesores que están buscando maneras de mejorar el plan de estudios para sus estudiantes; prueban usando la D.S en una actividad y a menudo se entusiasman, al ver a sus estudiantes participar espontáneamente. Estos profesores intentan aprender más sobre el enfoque y encuentran otras aplicaciones a su plan de estudios. Si el proceso va bien, comentará a sus colegas sobre los beneficios de la D.S. Así, otros

profesores prueban las ideas con sus estudiantes. Para Lyneis y Fox Melanson, (2001), otra forma de iniciar la propagación la D.S, es que los expertos encuentren lugares en el plan de estudios donde las herramientas de D.S pueden mejorar la formación y trabajen con los profesores para desarrollar y co-enseñar actividades. Inicialmente, hay que trabajar con los profesores que están interesados en áreas como Matemáticas o Ciencias y gradualmente ir extendiendo la mano a otros profesores y disciplinas.

Esta fase inicial requiere paciencia porque el proceso parece muy lento como cualquier crecimiento exponencial, el crecimiento inicial parece constante durante mucho tiempo hasta que más personas se han involucrado.

Sin embargo, una vez que los profesores se interesan en el enfoque, empiezan a usarlo frecuentemente con sus estudiantes y mantener el proceso de “infección” en una escuela se vuelve mucho más complicado. El nuevo crecimiento es aún manejado por profesores entusiastas, que observan los beneficios para los estudiantes y terminan realizando una prueba. Sin embargo, sostener los esfuerzos de los primeros profesores y manejar la propagación de la D.S y el P.S a lo largo del plan de estudios y la cultura de la escuela, requiere de mucho apoyo y paciencia.

La estrategia es fomentar la “infección” de la D.S dentro de las escuelas hasta que el cambio gane aceptación y la D.S se mantenga por sí misma, es decir, hasta que el proceso sea auto sostenible.

La experiencia del grupo SIMON se ha preguntado por otras estrategias para iniciar el proceso de contagio y para lograr una mayor velocidad de propagación en la etapa inicial. La estrategia utilizada ha sido la integración de la D.S. a los programas de inserción de la tecnología de la información (TI) en la escuela, del acompañar a las comunidades escolares en la construcción de un proyecto de uso de las TI en la escuela, como herramientas dinamizadoras de sus procesos de formación y aprendizaje y como objetos de estudio. En ese acompañar a las escuelas se orienta la formación docente y la participación de toda la comunidad; además, de desarrollar un programa de formación docente con un énfasis en el cambio de las prácticas escolares, cambio que se entiende dinamizado por las TI en la medida que las mismas aportan al mejoramiento de las prácticas actuales y a la innovación. En esta estrategia, la D.S se presenta como propia del dominio de las TI, como una teoría tecnológica que, desde la perspectiva del P.D.S, puede aportar a los procesos de construcción y reconstrucción de conocimiento y en general, al desarrollo de las formas de pensamiento propias de este paradigma.

Esta propuesta considera que en el propósito de llevar la D.S a las escuelas, son válidas diferentes alternativas para iniciar en las escuelas el contagio; a unas escuelas llegará casualmente por la iniciativa de un profesor, a otras en programas de formación docente que presentan explícitamente la D.S en su utilidad para el aprendizaje en una u otra área del conocimiento; igualmente, la D.S puede llegar haciendo parte de las TI y mostrando la posibilidad de aportar en el mejorar e innovar de la educación; otras surgirán de la reflexión sobre futuras experiencias; además, estas alternativas, en algunos casos, se pueden integrar reforzando su efecto.

Con base en las anteriores tres estrategias generales de contagio, se proponen los siguientes mecanismos para iniciar la difusión en una u otra escuela:

- ✓ Por “contagio” aleatorio, iniciativa de un profesor.
- ✓ Por el “contagio” en el marco de un evento o por la motivación que surge en el profesor a conocer publicaciones sobre el tema.
- ✓ Promovida desde la universidad, de manera directa por iniciativa de los investigadores, pruebas piloto.
- ✓ En el marco de los programas de formación universitaria de profesores y demás profesionales que pueden llegar a ser profesores, principalmente en los programas de licenciatura y posgrados en el área de educación.
- ✓ En los programas de formación de los profesores que están laborando. Programas que a menudo son asesorados y orientados por la Universidad.
- ✓ Mediante los programas de formación docente en informática y tecnología.
- ✓ Por orientación estatal, orientaciones curriculares que resaltan el uso de las TI y en particular del modelamiento y la simulación.
- ✓ Por acción intencionada de un profesional experto de la D.S.
- ✓ Por la acción de fundaciones o centros de investigación creados para tal fin.
- ✓ Mediante la difusión y promoción de redes humanas en el entorno de Internet.
- ✓ Dentro de una propuesta de informática para la educación, integrada a las diferentes áreas y asignaturas, así como a proyectos de aula, proyectos productivos y en general, proyectos interdisciplinarios.

3.5.2 Dinámica de la estrategia, recomendaciones para la acción.

Para desarrollar el proceso, a partir del contagio inicial y sostener la estrategia de la epidemia de la D.S en la escuela, se hacen recomendaciones, entendidas éstas como resultado de un proceso de formulación, aplicación, reflexión y reformulación de la propuesta misma y de la participación de múltiples actores. Estas recomendaciones integran la participación de todos los actores, pero, para mayor claridad se formulan en dos grupos, desde la perspectiva de la escuela, pensando en la actividad fundamental que se propone para el uso de la D.S, las actividades integradas y desde la perspectiva de los promotores externos, en este caso la Universidad.

3.5.2.1 Recomendaciones pensando desde la escuela.

- ✓ Reflexionar en la experiencia, para ir identificando qué estudiantes de la escuela han logrado desarrollar las habilidades de la D.S y construir con esa información un perfil de lo que los estudiantes pueden lograr en cada grado. En el 2001, sólo unas escuelas de los EEUU habían asumido el acercamiento de D.S, y todavía ninguna de éstas lograba el nivel de la escuela ideal prevista (que hace realidad todos los aportes de la D.S que se han identificado). Para efectos del cambio, es importante tener una descripción creíble, clara, explícita de los logros finales de los estudiantes. Aquí puede estar la mayor debilidad de

la actual propuesta ya que la misma aún no responde claramente a inquietudes que, como éstas, presenta la comunidad. Esto no niega el hecho de que, desde una perspectiva dinámico sistémica, la propuesta siempre será algo en desarrollo, que se irá enriqueciendo con las múltiples experiencias y así mismo, se irá adaptando al cambio que viva la escuela. Esta propuesta tan sólo puede responder a los que desde la realidad del presente es posible formular.

- ✓ Desarrollar el material de los programas de estudio, actividades integradas con D.S, mostrando los beneficios que obtienen los profesores que usan D.S. Al principio puede ser muy importante que las propuestas de actividades integradas lleguen de afuera (promotores, investigadores), luego hay que lograr que con trabajo en equipo, los profesores mismos desarrollen (con apoyo de expertos) los materiales. Para la elaboración de estos materiales, los investigadores deben tener presente las experiencias nacionales e internacionales, que les permitan asumir expectativas plausibles para el contexto al cual se proponen, grados, temática y profesores.
- ✓ Priorizar la formación y la colaboración a los profesores, ellos necesitan formación en D.S y apoyo cuando estén iniciando el uso de ésta con sus estudiantes. Para esto, es indispensable desarrollar buenos materiales para las jornadas de formación docente y a su vez, que esos profesores repliquen la formación con los demás profesores de su institución y la misma se manifieste en todos los espacios académicos.
- ✓ Tiempo para aceptar las ideas. Las ideas del P.S y la D.S son nuevas para muchas personas y no obvias inmediatamente. Profesores y administradores necesitan tiempo para comprenderlas, dominarlas y evaluarlas a su propio ritmo. Los líderes pueden adoptar las ideas rápidamente, otros tardarán más tiempo y algunos pueden que no les interesen en absoluto. El promotor debe asumir que el profesor que aún no asume la propuesta o que lo hace de manera muy lenta, lo que requiere siempre es tiempo, motivación, materiales u otras orientaciones, no hay que asumir a la carrera que “no hay nada que hacer con este profesor”.
- ✓ Tiempo para la colaboración, para la interdisciplinariedad. Los profesores necesitan tiempo y horarios más flexibles para trabajar juntos, para desarrollar sus habilidades, diseñar y desarrollar lecciones interdisciplinariamente y compartir éxitos y frustraciones. En este sentido aportan significativamente los eventos académicos, donde profesores y administradores de las diferentes escuelas puedan trabajar en red con sus colegas.
- ✓ La transdisciplinaridad. Las escuelas necesitan facilitar que el uso de herramientas de D.S fluya a través de las diferentes disciplinas y niveles para permear y relacionar el currículo y elevar el potencial que tiene la D.S para apoyar el aprendizaje. Las herramientas y estructuras son genéricas.
- ✓ El trabajo en red con apoyo en Internet. Los promotores pueden aportar significativamente promoviendo una red entre las escuelas para intercambio de experiencias, para la construcción, evaluación y refinamiento de actividades escolares integradas con D.S. Esta red puede promover la relación entre profesores, administradores y estudiantes de las diferentes escuelas y de todos ellos con los promotores.
- ✓ Mantener altos los niveles de calidad de los programas de estudio y de formación. Un deterioro de éstos debilitaría la credibilidad y sostenibilidad del

proyecto. En este sentido es importante contar con la colaboración de profesionales de la D.S, asesores para la elaboración de materiales y ante todo, un alto nivel en la formación de los tutores o acompañantes de la escuela.

- ✓ Reconocer o admitir que al principio la D.S puede ser difícil de aprender porque requiere mirar las cosas a través de un nuevo marco de referencia (un nuevo paradigma). Dependerá de los profesores experimentados idear maneras para hacer que ésta sea accesible a un amplio público.
- ✓ Evaluar continuamente el progreso de los estudiantes, demostrando que la educación con D.S puede conferir los beneficios esperados. Asimismo, hay que evaluar y refinar los materiales de los programas de estudio y los de las jornadas de formación de los profesores. Para los materiales que los profesores, en red, vayan proponiendo y desarrollando, será necesario emplear expertos en la revisión porque no se tiene la suficiente experticia y se gana mucho con la realimentación que hagan los expertos en D.S y en los temas objeto de modelamiento.
- ✓ Permitir que los estudiantes sean embajadores. Los estudiantes que han estudiado D.S, pueden expresar elocuentemente y entusiastamente los conocimientos aprendidos. Siempre impresionarán a los adultos por su comprensión, equilibrio y profundidad en la comprensión y propuestas de solución de problemas complejos.
- ✓ Promover la participación de profesores y estudiantes para mostrar su trabajo en eventos de red, de D.S, de educación y de Informática.
- ✓ Reconocer que la D.S no es aceptada fácilmente por la comunidad educativa, si se intenta imponer desde arriba. Profesores, administradores y en general, la comunidad necesitan tiempo y paciencia para asimilar y aceptar ideas a su propio ritmo. Esto no niega que se promueva y se motive desde arriba, por ejemplo, con programas de formación docente que den créditos para el escalafón, hay que motivar, convencer, promover, no obligar. Además, para el aprendizaje se requiere tiempo, pero siempre hay mecanismos para disminuir dicho tiempo, respetando el límite en esta disminución y la individualidad.
- ✓ Valorar el papel que desempeñan los administradores en el cambio escolar. Un administrador a favor, puede animar y facilitar la propagación de la D.S dentro de la escuela, especialmente si la administración adopta los principios del aprendizaje organizacional, creando un clima de continuo mejoramiento y colaboración. Esto aplica no sólo a los administradores directos de la escuela, igualmente, a todos los funcionarios gubernamentales que tienen que ver con la educación, gerente de nuevas tecnologías, secretario de educación, alcalde, ministerio y demás funcionarios de ese orden.
- ✓ Comprometer a la comunidad local de las escuelas. Son muchos los beneficios que se obtienen cuando la escuela, los miembros de la comunidad, los empresarios y otras instituciones trabajan juntas para mejorar la educación. Así mismo, las escuelas necesitan mantener a sus comunidades informadas y escuchar sus preocupaciones. Los interesados directos son los padres de familia, ellos pueden aportar si les interesa y vincular a las organizaciones privadas y sociales.
- ✓ Trabajar en red con el gran número de educadores alrededor del mundo que están incluyendo la D.S en la educación. Es importante aprender de las experiencias que se han desarrollado en el uso de la D.S en la educación.

Además, el profesor no se debe sentir sólo en este propósito, debe sentirse de la comunidad que a nivel mundial trabaja con el mismo propósito. Para esto es muy importante cultivar la disciplina de registro de las experiencias de cada profesor, cada escuela, sin éste registro no será posible el intercambio.

- ✓ Reconocer que cualquier esfuerzo de cambio en la educación escolar producirá una resistencia natural. Hay necesidad de usar las herramientas de la D.S para buscar puntos de apoyo y trabajar dentro del sistema educativo encontrando algo que contrarreste esta situación. Al menos al principio la actividades que se le propongan al profesor no deben exigirle demasiado cambio, el cambio debe irse dando gradualmente y paralelo a la formación y la experiencia del profesor.
- ✓ Equipos: Las escuelas necesitan computadoras y software de D.S apropiado a los mismos. Hay que tener presente que los equipos aportan a todos los proyectos de la informática en la educación, no sólo al de D.S. Esto implica que las motivaciones para gestionar estos recursos son varias.
- ✓ Paciencia y confianza, así como perseverancia, constancia, investigación y acción participativa, son esenciales. El cambio institucional en la educación no es fácil. La educación está presionada a cambiar ante la creciente complejidad y los cambios rápidos de la sociedad. Sin embargo, es una institución que cambia muy lentamente, que pone a punto “el sistema inmunológico” que mantiene la estabilidad y resiste cualquier presión para cambiar abruptamente. Profesores, administradores y los partidarios de la D.S, necesitan paciencia para admitir el cambio que crece desde las raíces, esto requiere tiempo y la perseverancia creativa ante los obstáculos. Necesitan confianza para trabajar juntos, además, de una visión compartida que la educación debe y puede mejorar.
- ✓ Dinero: Este aspecto es relevante porque se necesita dinero para la formación de profesores y administradores, para realizar y asistir a eventos en pro de difundir y observar el trabajo de profesores y estudiantes, para compra y mantenimiento de equipos de cómputo, etc. Hay que explorar todas las posibilidades (gobierno, empresas, comunidad escolar, recursos propios) para gestionar el apoyo a la escuela, la calidad y la imagen social del proyecto siempre será un buen recurso para pedir apoyo.

3.5.2.1.1 Actividades con D.S en la escuela, en la relación profesor - estudiante

Se proponen dos tipos de actividades generales para el uso y difusión de la D.S en la relación Profesor – Estudiante. Un primer tipo de actividad está orientado fundamentalmente (no únicamente) al uso de la D.S para apoyar procesos de aprendizaje y un segundo tipo de actividad se centra en incrementar el dominio de la D.S en cada uno de sus lenguajes y paradigma de pensamiento. (Ver apartado 2.3)

En cuanto a las experiencias de aprendizaje apoyado en D.S se observan tres posibilidades: 1- Aprendizaje a la manera de una experiencia real, sólo experimenta usando el animador¹⁵, simulación de tipo caja negra. 2- Aprendizaje como a partir de la experiencia real del otro, observando la correcta operación del simulador por el usuario experimentado; es el caso de cuando el tutor le dice al aprendiz cómo operar pero no le aporta el por qué actuar de dicha manera, o de quien observa una operación correcta con el animador (simulador) y luego actúa en correspondencia, puede acertar en la operación con el instrumento, pero no puede dar cuenta de la razón de dicho acierto. 3- Aprendizaje con experiencias guiadas por el conocimiento, es decir, un aprendizaje fundado en el conocimiento, un hacer con fundamento en el saber (tecnología); experimentación con el animador, con conocimiento del modelo que rige la simulación y del fenómeno simulado, simulación de caja transparente. El aprendizaje guiado por el conocimiento será posible en mayor medida y a mayor profundidad, según sea el dominio de la D.S por el aprendiz. Igualmente, este aprendizaje aportará en mayor medida al meta-aprendizaje, en la medida que se realice no sólo consciente del aprendizaje particular, sino del ejercicio del P.D.S. y del progreso en el dominio de las formas de pensamiento dinámico sistémico.

Las labores de formación docente y las actividades que se orienten para desarrollar en la escuela, se deben proponer con conocimiento explícito de las tres posibilidades de uso y de tipos de aprendizaje descritos. Además, se espera que profesores y estudiantes vivencien los tres tipos de experiencia de aprendizaje, para que ellos mismos descubran que las actividades con D.S que se proponen se orientan fundamentalmente a aprender sobre el fenómeno simulado, descubriendo el papel que juega el modelo y la explicación que éste recrea, es decir, a un aprendizaje fundado en el conocimiento. Cuando los profesores viven los tres tipos de experiencia de aprendizaje descritas, se ha observado que crece su interés por aprender a leer el modelo de D.S y por demandar modelos para apoyar otras actividades de aprendizaje fundado en el conocimiento.

Las actividades encaminadas, de manera directa al aprendizaje de la D.S y al desarrollo de formas de pensamiento Dinámico Sistémicas se pueden apoyar (ante todo en la etapa inicial) en juegos como el de la epidemia (Glass-Husain, 1991), el de la amistad (Clemans, 1996), el juego de entrada/salida (Ticotsky, Quaden y Lyneis 1999), el de la extinción del Mamut (Stamell et al. 1999), el del banco de peces (Whelan, 1994) y otras experiencias de este tipo. Es de señalar que este tipo de actividades, aunque enfatizan en el aprendizaje del paradigma, cada una aporta en otros aprendizajes importantes en términos de instrucción y formación, de interés en los planes de estudio, por ejemplo, valores y matemáticas.

Teniendo en cuenta los dos tipos de actividades descritas, de aprendizaje con D.S y de aprendizaje de la D.S, se ha observado la posibilidad de que surjan diferentes tipos de usuarios de la D.S, como:

¹⁵ Animador: interfaz que se puede crear usando el software Evolución 3.5, la cual permite la interacción con un modelo de D.S desarrollando simulaciones bajo diferentes condiciones. Algunos usuarios usan el modelo sólo operando esta interfaz, sin conocer profundamente el modelo, sólo su propósito general y lo que puede hacer con el animador.

Usuario consciente de la presencia de la D.S en los simuladores → sólo experimenta guiado por la interfaz (animadores). Corresponde con la simulación tipo caja negra y aporta al aprendizaje similar al que se logra por la experiencia directa, propia o ajena.

Usuario consciente del modelo → lee modelos de D.S, demanda modelos, experimenta con conocimiento del modelo. Corresponde con la simulación tipo caja transparente y aporta a un aprendizaje en la experiencia guiada por el conocimiento que la explica.

Usuario Dinámico Sistémico → reflexiona dinámica y sistémicamente, propone actividades con D.S, lee, demanda y simula con conocimiento del modelo y su relación con el fenómeno que recrea.

Usuario Modelador de D.S → reflexiona, piensa dinámico sistémicamente, y construye modelos de D.S y diseña actividades escolares con D.S.

A continuación, se ilustran los dos tipos de actividades generales que se proponen, mediante dos recursos: El juego de Entrada – Salida, principalmente para la formación en D.S y las clases Integradas con D.S, principalmente para el aprendizaje apoyado en D.S. Otras ilustraciones se pueden apreciar en los anexos 6.2 y 6.6.

Juego de entrada salida:

Este juego en principio, se plantea para los niños de los tres primeros grados o para el que se está iniciando en D.S, en esta etapa la preocupación es porque los estudiantes desarrollen la idea de dinámica, es decir, del cambio del comportamiento de las variables de un fenómeno en el tiempo; esto se logra, en parte, si aprenden a hacer e interpretar gráficas que miden cómo va evolucionando algo (fenómeno) en el tiempo. Además, desde la D.S, es de interés que los niños vayan desarrollando el concepto de flujo y de nivel asociado a un fenómeno, no se trata que digan qué es flujo y nivel (lo cual lo van a entender cuando trabajen con Evolución 3.5 (Cuellar, Lince 2003)), sino que manejen los conceptos en la práctica, aunque no les pongan los nombres de nivel y flujo.

Para el objetivo planteado, se ha adoptado el juego de entrada salida (Ticotsky, Quaden y Lyneis 1999), el cual se desarrolla básicamente de la siguiente manera: En algún lugar se hace un cuadro en el piso y se dibuja un camino de entrada al cuadro y otro de salida (Figura 11). Unos niños se paran dentro del cuadro y otros fuera, se establece una regla para definir la forma como entran y como salen, se desarrollan varias jugadas aplicando las reglas y se va registrando los valores de las variables; después de jugar se discute que pasó durante el juego y se grafica el comportamiento de la cantidad de niños en el cuadro y se interpreta la gráfica.

Las reglas pueden ser varias dependiendo el grado de los niños, como:

La misma cantidad que entra sale. (Ejemplo: entran 2 salen 2)

Entran más de los que salen (Ej: entran 3 salen 2)

Entran menos de los que salen (Ej: entran 2 salen 3)

Entra y sale una fracción de los que hay (esta regla puede no ser apropiada para primer grado.)

Así, se siguen planteando reglas cada vez más complejas, de tal forma que su aplicación permita identificar, además, de los conceptos de flujo y nivel, el de fracción (parámetro) y de realimentación.

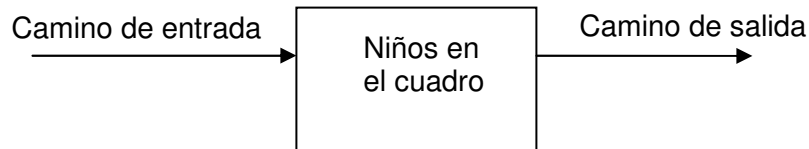


Figura 11: Esquema general del juego Entrada Salida.

Pero, no se debe pretender aplicar reglas muy complejas rápidamente, hay que ir despacio y poco a poco incrementando la complejidad, hay que jugar algo que realmente lo entiendan los niños y hay que pasar a otro nivel de complejidad sólo cuando los niños juegan muy bien y lo hacen solos, asociando claramente las gráficas con la dinámica del juego.

Los comportamientos vistos en el juego, se pueden apreciar usando Evolución 3.5¹⁶, y así mismo responder a la pregunta, qué habría pasado si las condiciones iniciales hubiesen sido X o si la regla fuera otra, generalmente de mayor complejidad. Hay que enfatizar que el objetivo es aprender a interpretar las gráficas, es decir, no sólo que el aprendiz pueda ver o hacer directamente la gráfica, sino que la interprete a la luz del fenómeno (juego) y según la regla con la cual se desarrolló el juego. Para los niños de primer grado se ha orientado sólo como juego, para los demás, se asume el modelo y se simula en el computador.

Juego Entrada salida con cargueros.

Para asumir un poco más la complejidad y para que este juego sea atractivo para chicos y grandes, en el marco de esta tesis, se ha desarrollado el juego entrada salida con cargueros. Se espera que éste sea atractivo, para que los jóvenes lo jueguen en el recreo a la manera como juegan otros que les divierten.

Las reglas generales son: Se hacen cuatro cuadros (Figura 12) para cada equipo, en cada cuadro hay jóvenes así:

- 1- los del cuadro principal
- 2- los disponibles para entrar al cuadro principal,
- 3- los que cargan a los que entran al cuadro principal, trayéndolos del cuadro dos. (en la espalda y sin que la persona que va cargada toque el piso. En cada jugada cada carguero sólo puede cargar a otro)

¹⁶ Se anexa el modelo (ENTRADA_SALIDA.MEV) construido con Evolución 3.5, el instalador de éste software, para uso académico, se puede descargar de la página del grupo SIMON de Investigación. SIMON: www.uis.edu.co/portal/investigacion/grupos/simon_uis/simon.html#5, <http://simon.uis.edu.co/websimon/software/indsoft.html>

4- Los que cargan a los que salen del cuadro principal, trasladándolos a los otros cuadros, según les oriente las reglas particulares que se establezcan.

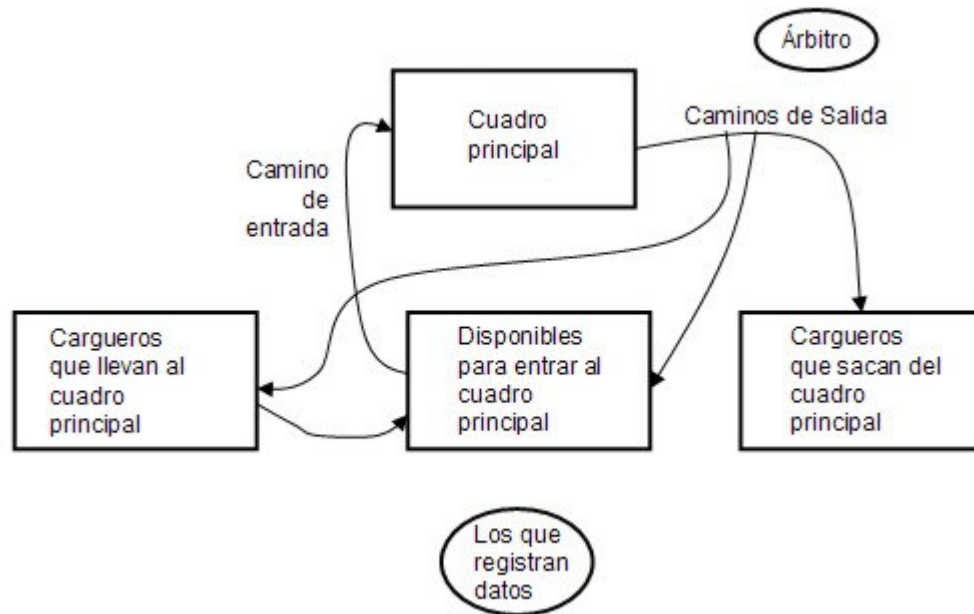


Figura 12: Esquema general del juego entrada salida con cargueros

Además, deben existir unos jugadores que son los que van registrando cada una de las jugadas, para poder realizar las gráficas que les soliciten, además, se aconseja que exista un árbitro. El juego termina cuando el sistema se estabiliza, es decir, cuando no es posible trasladar a ninguno, cuando al jugar la cantidad en cada cuadro no cambia. Si se comete un error el árbitro suspende el juego, hace devolver la jugada y registra un error, luego ordena continuar. Además, se cuentan los errores a las gráficas solicitadas.

Ejemplo de reglas particulares¹⁷:

Cantidad inicial en cada cuadro: principal = 2; para entrar al cuadro principal = 1; Cargueros de los que entran al principal = 1; Cargueros que sacan del principal y llevan a los otros cuadros = 2; registran datos = 2; arbitro = 1.

De los que sacan cargados del cuadro principal, el primero va para el cuadro de los cargueros que entran al cuadro principal y los demás se llevan al cuadro de los que están disponibles para entrar al cuadro principal. Al cuadro de cargueros que sacan, en este caso, no se llevan, es decir, esta cantidad permanece constante durante todo el juego.

¹⁷ Se anexa el modelo (ENTRADA_SALIDA_CARGUEROS.MEV) construido con Evolución 3.5, el instalador de éste software, para uso académico, se puede descargar de la página del grupo SIMON de Investigación. www.uis.edu.co/portal/investigacion/grupos/simon_uis/simon.html#5, <http://simon.uis.edu.co/websimon/software/indsoft.html>

Deben graficarse la cantidad en el cuadro principal, desde el principio y hasta el final del juego, jugada tras jugada, junto con las gráficas de entrada salida del cuadro principal. (ver simulación con modelo anexo en el CD)

Clases integradas con Dinámica de Sistemas

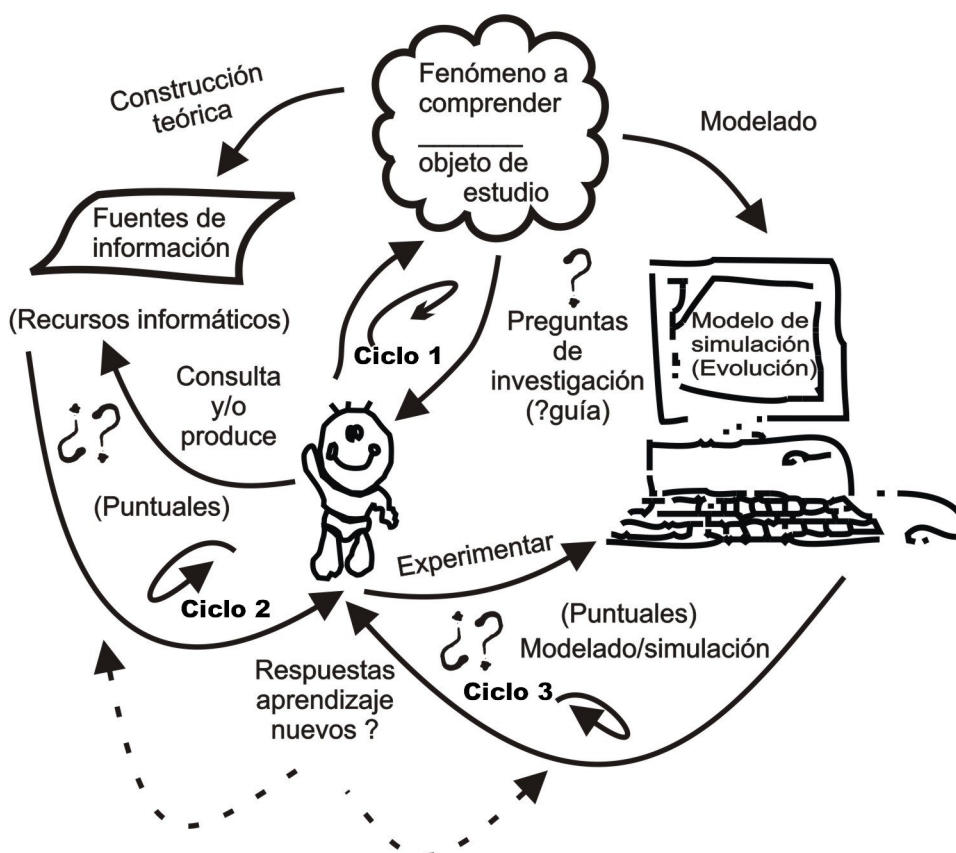


Figura 13: . Ambiente de actividades integradas con Dinámica de Sistemas

La idea de clase integrada que aquí se propone, corresponde con la que el grupo SIMON ha planteado para llevar la informática a la escuela (Andrade, Gómez 2006), en la medida que integra disciplinas, mínimo la informática y una más, a la cual, generalmente, le es propia la situación problemática que motiva el aprendizaje; igualmente, conlleva a un proceso que genera conocimiento en los temas de las disciplinas involucradas. Es de señalar, que en la idea común de clase integrada, la informática generalmente se asume como un instrumento o un medio que facilita presentar los temas de estudio y no siempre como un recurso para la construcción de conocimiento, como sí es el caso de la propuesta de clase integrada con D.S, la cual se sintetiza en la Figura 13.

Generalmente, un software para la educación esconde una propuesta educativa y un enfoque pedagógico, bajo los cuales los desarrolladores lo han construido de manera consciente o inconsciente; además, cuando se usa algún recurso para

apoyar el aprendizaje escolar, la manera como se utiliza promueve una idea (modelo mental) de la educación y en particular del aprender (aunque no lo formule explícitamente). La idea de educación y aprendizaje en esta propuesta de actividades integradas con D.S, corresponde con lo planteado en la propuesta de Micromundos de simulación para el Aprendizaje de Ciencias de la naturaleza (Proyecto MAC) (Andrade, Navas, 2003) y con lo planteado en el apartado 2.3.

En la Figura 13, se esquematiza el concepto y la dinámica de operación en las clases integradas con D.S. Este esquema se puede leer de la siguiente manera:

En la historia, la humanidad ha desarrollado diversas construcciones teóricas que se almacenan en lo que llamaremos fuentes de Información; así mismo, se han construido modelos matemáticos que, algunos, facilitan simular el fenómeno en estudio.

En el presente una comunidad o un sujeto (clase, profesor, estudiante) establece una relación con un fenómeno u objeto de estudio que es de su interés, resultado de dicha relación surgen preguntas de investigación (generalmente preguntas abiertas y que para responderlas demandan un proceso de aclaración de la pregunta misma y de formulación de preguntas puntuales, más específicas) El sujeto interactúa con el fenómeno en procura de comprenderlo y responder su pregunta, pero no siempre dicha interacción es suficiente para lograr una respuesta satisfactoria. En procura de ampliar las posibilidades de comprensión y respuesta, el sujeto, en un ejercicio de lectura reflexiva, interactúa con las fuentes de información, en una relación de consulta y/o producción, obteniendo aprendizajes, respuestas a preguntas puntuales, aportes a la pregunta de investigación y nuevos interrogantes; este tipo de interacción es la que comúnmente se está acostumbrado en el ambiente escolar y para éste, el apoyo informático, como internet, puede ser de gran utilidad.

No siempre la interacción con el fenómeno y con las fuentes de información es suficiente para respondernos la pregunta de investigación con un nivel de comprensión y aprendizaje profundo. Para enriquecer este proceso de comprensión y aprendizaje, el sujeto puede establecer una relación con el modelo de simulación, en un ejercicio de modelamiento y/o experimentación simulada, mediante el cual puede lograr procesos de aprendizaje formales y profundos (duraderos), así como obtener nuevos aportes para la respuesta a la pregunta de investigación. Así, en un proceso continuo en el cual se repiten los ciclos señalados en la Figura 13, creando aportes que se complementan y se integran en el aprendizaje, en la producción y en los nuevos interrogantes, se avanza en el proceso de aprendizaje formal que transforma los modelos mentales del aprendiz, aprendizaje duradero.

Una clase integrada con D.S, se propicia en la medida que el profesor y los estudiantes desarrollan una dinámica de aprendizaje guiado por el esquema de la Figura 13. En este contexto, la informática no sólo aporta hardware y software como instrumentos de trabajo, sino que aporta útiles de modelado que constituyen lenguajes para recrear y experimentar con las ideas propias y ajenas. Es de aclarar que, en algunos casos, los recursos informáticos pueden estar presentes facilitando la relación con las fuentes de información, de la misma manera como están facilitando el proceso de modelado y simulación.

Diseño de clases integradas con Dinámica de Sistemas

Asumiendo la idea general de clases integradas descrito en el apartado anterior, a continuación se propone un esquema guía, que puede ser útil para desarrollar una clase integrada con D.S. en particular. En la medida que se muestra el esquema, se explican sus elementos fundamentales que igualmente se aprecian en la Figura 13. Es de aclarar que este esquema no incluye todo lo que debe contemplar el diseño propiamente de una clase, por ejemplo, aquí no se han contemplado objetivos temáticos, competencias o estándares, según lo que cada uno contemple en su ambiente escolar.

Los recursos necesarios para el desarrollo de la clase pueden estar de manera integrada en un software como los MAC, o se pueden asumir independientemente y los va integrando el usuario mismo.

Mínimo se debe disponer de:

- ✓ La temática, situación problema, fenómeno o asunto a estudiar.
- ✓ La pregunta guía de investigación sobre el asunto de interés.
- ✓ Un conjunto de preguntas puntuales que orientan el estudio y motivan el uso de algunas fuentes, precisión en conceptos y experimentos en escenarios específicos.
- ✓ Fuentes de información alrededor del asunto.
- ✓ Un modelo o un micromundo de simulación sobre el tema. Si no se posee el modelo si, al menos, el software útil para desarrollarlo.
- ✓ Diseño de experimentos que aportan para que el estudiante construya su respuesta a la pregunta guía.
- ✓ Software para operar con los anteriores útiles. Como: Evolución, Un MAC o un MADS el cual se propone en el capítulo 4 de esta tesis.

Esquema guía para el diseño de clases integradas con D.S.

Un ejemplo particular de clase integrada orientada al aprendizaje del fenómeno del cambio de estado de una sustancia, se incluye en el anexo 6.6. En general una clase integrada con D.S se efectúa en un ambiente en el cual los estudiantes, organizados preferiblemente en colectivos, van desarrollando lo siguiente.

Pregunta de investigación, pregunta guía: Dada la importancia que el estudiante identifique sus modelos mentales¹⁸ acerca del fenómeno y además, con la idea de motivar y guiar el estudio, se propone lo que se denomina pregunta guía. Consiste en una pregunta abierta que cubre un amplio tema de estudio e investigación y que, a su vez, delimita y orienta la tarea investigativa. Es una pregunta, generalmente, sin datos (se distingue claramente de lo que comúnmente se denomina un ejercicio) y que para lograr una respuesta se requiere un amplio estudio, interactuando en los tres ciclos descritos en la Figura 13. Esta pregunta pretende hacer explícitos los modelos mentales del sujeto, para motivar un proceso de estudio conducente al cambio (aprendizaje) de dichos modelos y a la formalización de los mismos.

¹⁸ Nuestro estado de entendimiento de un fenómeno está representado por la imagen o modelo mental que de éste nos hacemos.

Pregunta Guía

¿_____?

Respuesta/:

Lectura reflexiva de fuentes de información

Al hacer explícita una primera idea del modelo mental, en la primera respuesta a la pregunta guía, se establece un punto de partida para iniciar un acercamiento al fenómeno, con el fin que el estudiante aprenda más acerca del mismo, logrando la reformulación de su modelo mental y con esto un proceso dirigido de aprendizaje. Para aportar en este proceso, se recurre a diversas fuentes de información y se orienta que el estudiante las consulte en una lectura reflexiva, en procura de encontrar elementos que le aporten en su investigación.

Fuentes Bibliográficas:

Páginas Web: _____

Libros: _____

Artículos: _____

Se formula nuevamente la pregunta guía para determinar si, con la utilización de las fuentes se logró el aprendizaje y para seguir motivando la búsqueda de la comprensión. En este caso, el estudiante trabaja a partir de la respuesta anterior, corrigiéndola y complementándola. Es aconsejable que el profesor pueda disponer de la información de cómo fue cambiando la respuesta, de esa manera podrá apreciar el aprendizaje (cambio) y el papel que jugó cada actividad (en los software MAC, este proceso se registra en lo que se denomina la bitácora).

Pregunta Guía: ¿_____?

Respuesta/:

Pregunta puntual.

Con el ánimo de profundizar en un concepto, motivar la experimentación simulada, el desarrollo de un experimento o una consulta bibliográfica en particular; se plantea otro tipo de pregunta denominada Pregunta Puntual, que le aportará al estudiante elementos para mejorar la respuesta de la pregunta guía.

Pregunta Puntual: ¿_____?

Respuesta/:

Recomendaciones para el diseño y aplicación de actividades integradas con D.S

Es importante considerar que las actividades integradas deben aportar en los tres elementos de la formación que persigue el llevar la D.S a la escuela: El uso de la D.S para el aprendizaje, el dominio del lenguaje de la D.S y el desarrollo de las formas de pensamiento (ver apartado 3.4.2.1), lo cual a su vez aporta al dominio del paradigma dinámico sistémico (P.D.S).

Es decir, el diseñador de cada actividad integrada, debe preguntarse por los propósitos al desarrollar dicha actividad, contemplando el aprendizaje en las áreas y los tres componentes de formación, es decir, qué aportes se espera que el usuario obtenga en la formación y aprendizaje de la disciplina con la cual se hace la integración (ciencias, historia o cualquier o otra); en formación y dominio del pensamiento dinámico sistémico, en el dominio de una u otra de las formas de pensamiento dinámico sistémico; y en la formación y dominio de la D.S misma.

Es de señalar que un mayor dominio del P.D.S y de la D.S, a su vez, le permitirá al usuario un uso más profundo de la actividad integrada, el diseño o la ejecución de mejores experimentos, la mejor comprensión de los resultados de simulación, el uso de la simulación con mayor conciencia de sus aportes en la formación y el aprendizaje; además, de una mayor conciencia de la relación modelo – fenómeno, comprendiendo la mediación del modelo, las posibilidades y limitaciones del mismo.

En particular, el nivel de dominio del P.D.S y la D.S, junto a la comprensión básica del fenómeno objeto de estudio, determinará el aporte de la actividad integrada y la complejidad de las preguntas guías y puntuales que se puedan proponer en una aplicación concreta de dicha actividad.

Para usar conscientemente una actividad integrada, el orientador de la misma (el profesor o el estudiante mismo cuando la ejecuta sólo o en grupo), debe comprender en general la explicación del fenómeno y cómo la misma se recrea con el modelo, es decir, el modelo en prosa (en ocasiones ampliado). Entre menor comprensión y capacidad de lectura tenga el usuario del modelo en sus cinco lenguajes (ver apartado 2.3.4.1.1), mayor comprensión requerirá del modelo en prosa y por consiguiente de las posibilidades y limitaciones del modelo para recrear el fenómeno, a partir de la explicación básica que se asume; esa comprensión determinará el uso de los animadores (simuladores) y el uso ampliará y profundizará dicha comprensión.

Todo lo anterior deja ver que una misma actividad integrada o un mismo modelo pueden ser utilizados orientados a diferentes aportes, con usuarios de diferentes niveles de formación y grados, por profesores de diferente nivel de formación y dominio del fenómeno que se recrea, de la D.S y del P.D.S. Es decir, el uso último de la actividad lo determina el contexto escolar en el que se aplique. A su vez, el diseño de la actividad debe permitir la mayor flexibilidad posible para su adecuación a los diferentes contextos de aplicación (preguntas de diferente nivel de complejidad, modelo en prosa ampliado y en diferentes prototipos, explicaciones adicionales de las posibilidades de los animadores etc.)

Además, de las anteriores orientaciones, para diseñar y aplicar una buena actividad integrada es aconsejable tener presente que:

- ✓ La actividad integrada debe mejorar el plan de estudios actual. Debe proporcionar a los profesores una manera más efectiva, atractiva y lúdica de enseñar lo que ya están enseñando. Los profesores están ocupados con un plan de estudios lleno de temáticas, hay que mostrarles que una buena actividad integrada con D.S beneficia a sus estudiantes, sin adicionarle más carga. Usualmente cuando los profesores ven lo entusiasmados que están

sus estudiantes usando el enfoque dinámico sistémico, terminan convencidos de sus méritos.

- ✓ La idea para una buena actividad, muchas veces viene de un profesor que reconoce una posible aplicación de sistemas en una actividad actual. Cuando es así, las actividades llenan una necesidad percibida en el plan de estudios y los profesores se apropian de éstas fácilmente. Esto no niega que la actividad surja del promotor o tutor, que, conociendo el contexto escolar, identifica lo conveniente para el mismo.
- ✓ Una buena actividad con D.S tiene un componente práctico que ayuda a los estudiantes a ir de lo concreto (fenómeno) a lo abstracto (modelo). Los estudiantes aprenden haciendo. En una actividad efectiva, el uso de las herramientas de D.S debe fluir directamente desde la actividad concreta. Por ejemplo, cuando los estudiantes cuentan y grafican con frijoles para aprender acerca del crecimiento exponencial, juegan a la difusión de una “enfermedad” antes que usen un modelo de D.S. o cultivan una planta para luego usar un modelo de D.S sobre dicho fenómeno. Estas vivencias previas son muy aconsejables, pero hay que tener presente que no siempre se pueden desarrollar directamente, en estos casos se pueden usar videos u otros recursos.
- ✓ Adaptable al nivel de desarrollo de los estudiantes. La D.S en la escuela aún está en su inicio, por esto, desarrollar una secuencia de las habilidades de D.S adecuadas para cada edad y grados escolares, es aún un problema de prueba y error. En ocasiones se diseña una actividad integrada con D.S para un nivel y después de ponerla en práctica hay que moverla a un grado menor o mayor para encontrar dónde se ajusta mejor. Hay que definir una manera apropiada para usarla en un grado X, una misma actividad puede usarse en diferentes grados pero de una manera diferente, jugando un papel apropiado al grado. Además, en algunos casos, en una actividad podrían participar estudiantes de diferentes grados.
- ✓ Debe ofrecer dos clases de aprendizaje: contenido de aprendizaje del plan de estudio y habilidades del P.D.S (formas de pensamiento) junto con el dominio de la D.S. El objeto principal es ayudar a los estudiantes a pensar profundamente acerca de Ciencias, Sociales, Literatura, Matemática, etc.; las herramientas de D.S ayudan en ese proceso. Sin embargo, los estudiantes también necesitan pulir sus habilidades en D.S para que puedan usar las herramientas con más efectividad.
- ✓ Sostenible por si misma: Si la actividad integrada con D.S reúne características como las mencionadas, se espera que los profesores estén dispuestos a adoptarla y a tomar el enfoque como parte integral de su plan de estudios, sin la ingerencia del promotor.
- ✓ Siempre priorizar el enfoque y los propósitos de las actividades integradas frente a los instrumentos con los cuales se desarrollan (en “papel” o en los Micromundos de simulación para el aprendizaje con Dinámica de Sistemas (MADS))

3.5.2.1.2 Recursos para las actividades en la escuela

La actitud de los profesores, estudiantes y demás miembros de la comunidad escolar, su disposición para asumir la D.S siempre será lo más importante, pero los recursos son necesarios y facilitarán las actividades.

- ✓ Se necesita una sala con equipos de cómputo en las escuelas, teniendo presente la realización de un mantenimiento preventivo periódicamente, esto por el uso que los estudiantes hacen de los equipos. En cuanto a la cantidad de equipos depende del número de estudiantes, es bueno que los estudiantes trabajen en parejas. Estos computadores deben estar en red para que los estudiantes puedan mostrar sus trabajos y conocer los de los demás. Así mismo, si la institución posee conexión a Internet, profesores y estudiantes pueden comunicar sus experiencias e investigar sobre otras que se estén desarrollando. Otro aspecto importante, es que frente al hecho de que el profesor en la escuela tiene muy poco tiempo para practicar sus habilidades y producir los materiales de apoyo, es aconsejable que pueda disponer de un computador en casa.
- ✓ Se requiere un proyector de la imagen del computador. A menudo un maestro puede enseñar a toda una clase, usando un computador y un dispositivo de proyección. Otros usos sería para cuando se desarrollarán las jornadas de formación.
- ✓ Es indispensable tener la licencia del software que se esté usando para trabajar con D.S. A nivel internacional se encuentran software como: STELLA, PowerSim y Vensim¹⁹. Pero la licencia de estos software son costosas. A nivel latinoamericano se encuentra Evolución²⁰ (Cuellar y Lince, 2003) que tiene licencia gratuita para uso académico.
- ✓ Soporte técnico en las instituciones. De manera directa o con apoyos mediante Internet la institución requiere soporte técnico para el uso de los recursos de cómputo y software.
- ✓ Además, hay que tener presente que muchos recursos, útiles para apoyar las actividades, están a disposición de la escuela, como los necesarios para los juegos y para las experiencias reales.

3.5.2.2 Recomendaciones pensando en los promotores.

Al pensar desde la perspectiva de los promotores, se considera que ellos deben tener presente dos cosas en general, qué hacer y qué no hacer. Estos dos aspectos se irán aclarando e enriqueciendo en la medida de la reflexión sobre las experiencias con las escuelas.

¹⁹ STELLA from High Performance Systems, Hanover, NH; PowerSim from the PowerSim Coporation, Reston, VA; and Vensim from Ventana Systems, Belmont, MA.

²⁰ Software para el modelado y la simulación con D.S. Se encuentra a disposición del público en www.uis.edu.co/investigacion/grupos/paginas/simon/indexie.html o en <http://simon.uis.edu.co>

Qué hacer:

Tener siempre presente toda la propuesta que guía la difusión de la D.S en la escuela, pero tenerla presente con un enfoque de investigación-acción, es decir, en una dinámica de aplicación, formulación y reformulación permanente. La propuesta siempre es una guía no acabada, la cual proporciona un conjunto de recomendaciones que se deben aplicar según la situación concreta de cada uno de los espacios sociales y escolares.

El promotor debe actuar como un pensador sistémico, ser capaz de ver el mundo con los ojos del otro (profesor, estudiante, directivo padre de familia, agente de gobierno, empresario y demás), esto le guiará en su relación con el otro, como otro válido y determinante en los propósitos de integrar la D.S a la cultura escolar.

El promotor debe tener presente que él es circunstancial, llegará el momento que no podrá estar en la escuela, así que debe orientar y apoyar pero no crear dependencia de si mismo, el objetivo es que la escuela autónomamente desarrolle un proyecto apoyada en el P.D.S y en la D.S. Es decir, el promotor no debe olvidar que es, un promotor.

Qué no hacer:

Según Ann Arbor, coordinador regional de la fundación Waters, no se puede presionar a los profesores y administradores a que acepten cambiar de enfoque rápidamente, sólo el progreso llega cuando se trabaja dentro del sistema y se ayuda al personal escolar a hacer propio el proceso de cambio.

Si se llega a una escuela con todas “las respuestas” y esperamos ver un cambio inmediatamente, no hará ningún progreso. Si somos abiertamente críticos del sistema actual, los profesores y administradores se ofenderán porque ellos trabajan muy duro para ayudar a sus estudiantes, por lo tanto no escucharán. Si se acerca a la escuela más positivamente pero no construye primero la confianza, los profesores y los administradores lo pueden escuchar, pero no adoptarán sus ideas. Si no se demuestra a los profesores que este enfoque puede ayudarles a enseñar lo que ellos ya están enseñando y cómo hacerlo, no abandonarán sus propios métodos (han trabajado durante muchos años sin P.S, entonces para que hacerlo ahora, si esto les demanda más trabajo y tiempo, les demanda cambiar). Si esperamos que los profesores aprendan rápidamente D.S, lo único que logramos es que se frustren y se agobien terminando rendidos completamente. (Lyneis, Fox-Melanson, 2001)

Además, de qué hacer y qué no hacer, es muy importante que los promotores tengan presente las siguientes recomendaciones sobre la formación e información de profesores y comunidad, así como actividades puntuales que pueden promover con el aporte de diferentes colaboradores.

3.5.2.2.1 Formación e información de profesores y comunidad

Formación e información de los profesores

- ✓ La formación es una necesidad crucial. La D.S es un lenguaje nuevo para todos, por lo tanto todos necesitan formación. La calidad de las jornadas de formación determina qué bien y cuánto tiempo los profesores continuarán aprendiendo e integrando la D.S en el currículo. También determina cómo este cambio en la educación será percibido por el público, sobre todo si la calidad de la educación se disminuye por una formación inadecuada.
- ✓ El modelo mental de las jornadas de formación ha cambiado a través de los años. Al principio la preocupación fue enseñarle a los profesores a construir modelos con D.S, lo cual hacía la jornada agobiante y extenuante. Esta jornada presionaba mucho a los profesores, demandaba un gran esfuerzo tanto para los tutores como para los participantes y no se lograba el objetivo principal, llevar la D.S al salón de clase. Ahora, la preocupación es que desde el inicio del año escolar, o desde los primeros pasos de la formación, los profesores trabajen con sus estudiantes actividades integradas con D.S. Para esto, el objetivo principal de las jornadas es que el profesor encuentre en la D.S y el P.S algo que le aporta en su hacer docente, que le enriquece y le facilita su labor; más tarde irá descubriendo que, además, este aporte le permite innovar, pensar y hacer lo que no podía pensar, ni hacer antes.
- ✓ La D.S no es un lenguaje a dominar en corto tiempo, por lo tanto hay que dedicarle esfuerzo con disciplina y paciencia, así como también una buena formación y continuidad en el trabajo. Educarnos en D.S no es sólo aprender a construir modelos, Faith Waters considera que las jornadas de formación deben empezar por leer, entender y construir gráficas de comportamiento, diagramas de influencias y de flujo nivel. Los maestros deben aprender a usar D.S en su plan de estudios antes de empezar a modelar. Para Jeff Potash y John Heinbokel del centro de Waters de la Universidad de Trinidad de Vermont en Burlington, expresan que “antes de construir modelos realmente, los profesores deben ver cómo los modelos aplican a su currículo, jugar con pequeños modelos y aprender sobre las estructuras genéricas y la transmisibilidad”. A su vez, George Richardson de la Universidad de Rockefeller de Asuntos Públicos y Política de la Universidad a Albany, Nueva York, opina que un profesor puede desanimarse y sentirse incómodo e incompetente, si creemos que él debe construir modelos desde un principio.
- ✓ Aunque se aprecia que se logra un aprendizaje más profundo si se construye y usa sus propios modelos de D.S, para profesores y estudiantes igualmente, no es realista esperar que todos consigan llegar a ese nivel y menos a corto plazo. Se necesitan profesores con buenas habilidades para modelar, pero en la fase inicial presionar sería impedir que muchos de ellos ingresarán a las jornadas de formación. Hay que apoyarlos para que vayan a su propio ritmo, así llegarán más lejos. Además, hay que ser consciente que existe una gran diferencia entre las habilidades de D.S y las que comúnmente poseen los profesores. Esto aplica tanto a profesores, al sistema educativo como a la educación en su conjunto. Hay que recordar que el desarrollo de habilidades toma tiempo.

- ✓ Las jornadas de formación no sólo involucran el aprendizaje de los elementos fundamentales de la D.S. Hay otra pieza esencial, la pedagogía: ¿Cómo se debe enseñar estas habilidades a los niños? Los profesores son los expertos en este aspecto. Pero necesitan tiempo y apoyo para elaborar las estrategias adecuadas para enseñar a sus propios estudiantes. En este sentido, las propuestas de actividades integradas con D.S así como en general la propuesta de los MAC y los MADS constituyen un aporte que se integra a las experiencias internacionales que siempre hay que estar siguiendo.
- ✓ Hay que motivar a los profesores para profundizar su formación, para esto puede ser útil que los más interesados se inscriban en un curso sobre D.S, ya sea presencial o a distancia. A nivel internacional, el MIT ofrece un curso a distancia llamado “El Proyecto de Educación en D.S” con la dirección de Jay Forrester. Para tal fin, han producido Road Maps²¹, una serie de lecciones teóricas y prácticas de la D.S.
- ✓ Un paso más allá de Road Maps es el grupo de estudio del MIT, “Programa de estudio guiado” (SEP por sus siglas en inglés), el programa a distancia se dirige por correo electrónico (<http://sysdyn.mit.edu>). El programa va de septiembre a junio y Road Maps cubre con lecturas adicionales y asignaciones semanales. Cada participante trabaja con un estudiante tutor del MIT y dirigido por Jay Forrester. Este programa requiere un compromiso de por lo menos quince horas por semana.
- ✓ Al orientar el proceso de formación de los profesores es aconsejable tener presente algunas barreras que para el llevar la D.S a las escuelas se apreciaron en las actividades de campo que en el marco de esta tesis de desarrollaron apoyadas en el convenio CPE-UIS. Teniendo en cuenta que esta experiencia se desarrolla en el marco de un proyecto de llevar el computador a las escuelas públicas de Colombia, algunas de las barreras están relacionadas, en general, con el uso del computador y otras con limitaciones de formación docente, como:
 - Aún los temores de uso del PC, los profesores no tienen mayores dificultades para el uso del software de D.S (Evolución 3.5) y al tener las primeras experiencias de simulación, reconocen el significativo aporte que les puede suministrar la experimentación bajo diferentes escenarios.
 - La principal barrera que se aprecia al iniciar la experiencia, es la poca capacidad de los profesores para la elaboración y lectura de gráficas (XY), que describen el comportamiento de las variables de un fenómeno en consideración. Esta limitación está asociada con dos factores, uno la formación matemática necesaria y otra la poca familiaridad con el pensamiento dinámico.
 - Los profesores están acostumbrados a relacionar las matemáticas con las operaciones, pero no con la construcción de explicaciones sobre fenómenos de interés. Relacionan las matemáticas con el área respectiva y no aprecian el cómo puede constituir un área transversal útil para todas las demás. Para que aprecien el aporte a todas las áreas, se requiere

²¹ Disponible, en el website, <http://sysdyn.mit.edu>.

presentarles modelos particulares para cada una, mostrándoles el aporte para el aprendizaje de temáticas particulares. Los temores tradicionales a las matemáticas, no deja de constituir una barrera para que los profesores se dispongan a usar un recurso que aprecian útil para apoyar su actividad académica.

- La idea de un conocimiento dado por los libros y de unos programas limitados a esa información, junto a prácticas pedagógicas predominantemente conductistas, entran en choque con una propuesta de construcción de conocimiento, de elaboración y uso de modelos que pueden superar la información del libro.
- Con la experiencia del juego de la epidemia, se apreciaron dificultades para distinguir entre contagiados (acumulado) y contagio (contagiados en cada jugada). En general, dificultad para distinguir el acumulado de su cambio, lo cual implica limitaciones para distinguir los flujos de los niveles y su relación.
- En ocasiones los profesores manifiestan cierta incredulidad frente a los resultados de la experimentación simulada y a que, ellos y sus estudiantes, interpreten, con la ayuda del modelo, la complejidad de un fenómeno.
- Se presenta incertidumbre y cierta insatisfacción por la ambigüedad (aproximación) que se manifiesta en el proceso de modelado con D.S y por abandonar la seguridad de las fórmulas que tradicionalmente asumen de los libros.
- Parcelación del conocimiento, generalmente los programas escolares están divididos por áreas y son pocos los casos en los cuales se asumen proyectos integradores. Generalmente el objetivo es el área en particular con ejercicios o preguntas puntuales que no contemplan el fenómeno y contexto al cual pertenecen.
- El conocimiento generalmente se asume como dado por las fuentes teóricas, aislado de los fenómenos que le dan sentido y dinámica.
- Reconocen la D.S como muy apropiada para asumir plenamente un enfoque pedagógico de construcción y reconstrucción de conocimiento. Igualmente, intuyen la exigencia personal que implica asumir una propuesta de este tipo.

Formación e información a la comunidad

Los promotores deben mantener informada a la comunidad y algunas maneras de hacerlo son:

- ✓ De ser posible, descríbele a las autoridades municipales o departamentales, los objetivos del proyecto y los logros alcanzados.

- ✓ Mantenga informado al consejo escolar sobre las actividades que los profesores están desarrollando en pro de incluir la D.S en el plan de estudios; así mismo, comente los logros obtenidos durante el proceso.
- ✓ Escribir periódicamente artículos para el periódico local, explicando qué están haciendo los estudiantes con D.S. Enriquezca el artículo con fotografías y comentarios de profesores y estudiantes.
- ✓ Asista a las reuniones de padres de familia de la escuela y presente los logros obtenidos por estudiantes del trabajo realizado con D.S, siempre mostrando evidencia de las experiencias. Esto puede parecer trivial, pero es muy influyente.
- ✓ Ayude a los estudiantes a que usen sus habilidades en un problema de la comunidad local.
- ✓ Promueva actividades como ferias escolares donde los estudiantes muestren sus trabajos a la comunidad, con esto se les hace un reconocimiento a ellos y aumenta el conocimiento público de las labores que desarrolla la institución.
- ✓ Colabore con la formación de grupos de expertos locales para aconsejar a los estudiantes en sus proyectos. Los estudiantes construyen modelos de problemas mundiales, pero no siempre pueden encontrar fácilmente la información precisa que necesitan. Para ellos es maravilloso poder consultar a personas expertas en un área sobre la problemática en estudio. A menudo estas personas se impresionan con las preguntas tan profundas que realizan los estudiantes.
- ✓ Ayudar a los profesores a transcribir sus ideas al plan de estudios para la publicación. Esto ayuda a profesores a refinar y registrar su progreso. También para compartir su trabajo con la comunidad y con otros profesores.
- ✓ Promueva diversas maneras para mantener la comunicación entre la escuela y su comunidad. Mantenga a la comunidad informada e inmersa; escuche sus preocupaciones y consejos.
- ✓ Invite a las clases y a las reuniones de promulgación o ferias escolares, donde se dan a conocer los trabajos de la escuela, a personas retiradas o jubiladas, quienes pueden colaborar en el desarrollo del proyecto.

3.5.2.2.2 Actividades puntuales de apoyo, con el aporte de diferentes colaboradores.

La prudencia de tener paciencia y proceder despacio (en su justa medida) no significa desalentar la participación en las escuelas. Hay muchas maneras para que los expertos en D.S y en general los que comparten el proyecto de llevar la D.S a la escuela, hagan grandes y pequeñas contribuciones, tangibles e intangibles. A continuación se presentan algunas actividades puntuales, basadas en la experiencia internacional y nacional, las cuales aportan al desarrollo de la propuesta:

Difusión de información sobre P.S y D.S

Si usted es un profesor que trabaja con D.S en la educación, explíqueles a sus colegas los beneficios que trae para los estudiantes.

- ✓ Explíqueles donde pueden encontrar información sobre D.S y Educación. Por ejemplo en la página de la Fundación Waters <http://www.watersfoundation.org>, del Creative Learning Exchange <http://www.clexchange.org>, del Proyecto de Educación con D.S del MIT <http://sysdyn.mit.edu> , del grupo SIMON de Investigación <http://simon.uis.edu.co>, en RedEscuela (red apoyada por el grupo SIMON)
- ✓ Revise, descargue, traduzca e imprima artículos o materiales del plan de estudios que podrían ser útiles en su escuela de los sitios disponibles en internet, para darle a profesores y administradores. En lo posible compártalos con otras escuelas por intermedio de la redes (por ejemplo en RedEscuela)
- ✓ Ofrezca instalar una biblioteca con libros y software de D.S, libros que incluyan temáticas del plan de estudio y otros materiales. La idea no es dar gran cantidad de libros a la escuela, sino que los utilicen en beneficio de toda la comunidad educativa.
- ✓ Gestione los recursos para enviar un equipo de profesores y administradores a eventos académicos, así como el congreso internacional, latinoamericano y colombiano de D.S, el congreso colombiano de informática educativa, la conferencia de verano del Creative Learning Exchange, entre otros. Estos son espacios donde la escuela puede presentar las ideas y experiencias de la D.S en la educación, consolidando su labor y aportando en la formación de Redes.

Demostraciones de la D.S

- ✓ Participe en la ejecución de una clase, y desarrolle una actividad integrada con D.S, teniendo en cuenta el grado y el área.
- ✓ No muestre la D.S como algo ajeno a los estudiantes, aplíquela a un problema que esté dentro del plan de estudios del grado.
- ✓ Trabaje en conjunto con el profesor.
- ✓ Los profesores deben tener presente que los estudiantes también pueden aportar, los mejores embajadores para la educación en D.S son los mismos estudiantes. Siempre que sea posible, hay que permitirles hablar sobre lo que han aprendido usando este enfoque. La educación con D.S es más fácil de mostrar en la acción que explicarla con las palabras.
- ✓ Como padre de familia, permita a sus propios niños que lleven el liderazgo. Si su niño está trabajando en un proyecto que podría ser explicado en el tiempo, con gráficas de comportamiento, diagramas de influencias, o incluso con un simple modelo, enséñele estas habilidades permítale explicarlo en sus clase.

Aporte de los expertos y comunidades de D.S

- ✓ Los expertos en D.S pueden jugar un papel importante en la formación y estímulo de los proyectos escolares, las siguientes son algunas recomendaciones para orientar a los expertos en este sentido:

- ✓ George Richardson manifiesta, particularmente a los profesionales de la D.S, que hay que descubrir qué necesitan los profesores y mostrarles que con D.S es mucho más fácil.
- ✓ Pueden repasar con los profesores las actividades integradas y los modelos para ayudarlos a explicar la D.S correctamente.
- ✓ Ofrecer apoyo y colaboración a los estudiantes que están trabajando sobre proyectos independientes con D.S.
- ✓ Ofrecer a los profesores trabajar en conjunto para desarrollar modelos pertinentes para su plan de estudios.
- ✓ Comente con el profesor de su hijo, los logros que ha obtenido el niño. Los profesores necesitan un estímulo.
- ✓ Si usa D.S en su trabajo, cuénteles a los profesores. A ellos les gusta saber que lo que están enseñando les será útil a sus estudiantes en el futuro.
- ✓ Ofrecer la D.S como un recurso para la escuela. No es necesario que un experto en D.S permanezca todo el tiempo en la escuela, pero tranquiliza a los profesores saber que pueden contar con alguien experto en el área para resolver dudas e inquietudes. Esta necesidad podría suplirse en parte con la creación de una red y con sitio en la Web de apoyo. (Jaimes, Jerez 2006) y (Castañeda, 2006)
- ✓ Participar como facilitador en las redes escolares de trabajo colaborativo, respondiendo inquietudes en los foros y apoyando los diferentes proyectos. Este papel lo pueden jugar expertos que están laborando en la industria, profesores, estudiantes de maestría y doctorado y hasta buenos estudiantes de pregrado que desarrollan trabajos de grado con D.S.
- ✓ Las comunidades de D.S. Comunidad Colombiana, Latinoamericana, de otras regiones del mundo e internacional, deben reconocer que el proyecto de llevar la D.S a las escuelas constituye un elemento estratégico para el desarrollo de la D.S y sus comunidades. Este reconocimiento se debe traducir en acciones como:
 - ✓ Motivación permanente para que todos sus miembros participen de una u otra manera es el proyecto.
 - ✓ Crear espacios destacados en sus órganos de difusión, revistas, sitios en la Web y demás.
 - ✓ Organizar espacios especiales en sus eventos para que expertos, profesores y estudiantes den a conocer sus propuestas y trabajos.
 - ✓ Aportar económicamente o subsidiar la participación de los profesores y estudiantes en los eventos de la comunidad.
 - ✓ Organizar eventos, seminarios, talleres, foros y cualquier otro mecanismo que motivar, orientar y asesorar proyectos en las escuelas.

3.5.2.2.3 Herramientas software para apoyar las actividades escolares integradas con D.S:

Además de los computadores es indispensable que las escuelas cuenten con herramientas software especializadas, para desarrollar las actividades con D.S. Ya existen diferentes herramientas, pero las experiencias irán demandando nuevas y

mejores, de esto los promotores deben ser muy conscientes. Esta propuesta asume y propone lo siguiente al respecto:

EVOLUCIÓN 4.0: Es la herramienta software para el modelado y simulación con D.S., en español, que ha venido desarrollando el grupo SIMON en los últimos quince años. Esta herramienta está disponible en la Web, <http://www.simon.uis.edu.co>. Además, existen otras herramientas en inglés, como PowerSim, STELLA Ithink y Vensim, de las cuales en la Web están disponibles versiones de demostración.

Proyecto MAC: en el marco de lo que el grupo SIMON denominó proyecto MAC de primero a onceavo grado, se han desarrollado 7 MACs dando cobertura a los grados de primero a once (apartado 2.2). Estos MAC se han venido utilizando en las actividades escolares con muy buena receptividad de los profesores (Anexo 6.3.9) y han mostrado ser una buena propuesta para facilitar la integración de la D.S en los programas actuales de cada escuela. En el marco de esta tesis se codirigieron tres proyectos de pregrado, MAC Primaria (Vera, Anaya 2006), MAC Secundaria (Cala, Tasco 2005) y HCAEAD (Prada, Ospino 2006). El objetivo principal de los primeros fue el correcto funcionamiento sobre plataformas con diferentes capacidades de memoria y con sistemas operativos desde Windows 95 hasta Windows XP. Y HCAEAD (Prada, Ospino 2006), se propuso para desarrollar una herramienta que facilitara la generación de Micromundos de simulación para apoyar el aprendizaje en cualquier área, a la manera como lo hacen los MAC.

Propuesta MADS: Resultado de la reflexión sobre toda la relatoría SIMON (apartado 2.2), la codirección de MAC primaria (Vera, Anaya 2006), MAC Secundaria (Cala, Tasco 2005) y de HCAEAD (Prada, Ospino 2006) así como los aportes de la evaluación de los MAC por parte de los profesores (Anexo 6.3.9) y las inquietudes surgidas en toda la experiencia de campo, la formulación de esta propuesta para llevar la D.S a las escuelas, se formula en el capítulo 4 bajo el título análisis y diseño de los ambientes, proponiendo los MADS.

RedEscuela (Jaimes, Jerez, 2006): en el marco del desarrollo del convenio CPE-UIS, se desarrolló el sitio Web ResEscuela que procura facilitar el trabajo colaborativo entre profesores en las diferentes temáticas del convenio, entre éstas la D.S. Al reflexionar sobre esta experiencia y otras similares a nivel internacional, esta tesis propuso el proyecto “Sitio web para apoyar el estudio y difusión de la Dinámica de Sistemas en la educación” (Castañeda, 2006).

3.6 REFERENCIAS

ANDRADE, Hugo, PARRA, Carlos (1998). Esbozo de una Propuesta de Modelo Educativo Centrado en los Procesos de Pensamiento. Cuarto Congreso Iberoamericano de Informática Educativa, Brasil.

_____ y NAVAS Ximena. (2003). La Informática y el Cambio en la Educación. Una Propuesta Ilustrada con Ambientes de Modelado y Simulación con Dinámica de Sistemas: Proyecto MAC. Memorias del Primer Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas. Monterrey, México.

_____ y GÓMEZ Luis. (2006). Tecnologías Informáticas en la Escuela. Convenio Computadores para Educar – Universidad Industrial de Santander. Ediciones UIS. Bucaramanga, Colombia.

BARNETT, S. Schools as learning organisations (1997). Comments made in LO14710 in reply to LO14416 on the Website for Learning Organisation Digest.

BETTS, F. (1992). How systems thinking applies to education. Educational Leadership. Vol. 50. No.3. pp.38-41.

CALA, Jenny y TASCO Jairo. (2005) Ambiente software apoyado en el modelado y la simulación para el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación básica secundaria y media vocacional. Un enfoque Dinámico- Sistémico. Plan de Proyecto aprobado. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Universidad Industrial de Santander.

CASTAÑEDA, Lilian. (2006). Sitio web para apoyar el estudio y difusión de la Dinámica de Sistemas en la educación. Tema aprobado. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia.

CUELLAR Mario y LINCE Emiliano. (2003): Evolución 3.5 Herramienta Software para el Modelamiento y Simulación con Dinámica de Sistemas. Tesis de Pregrado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

CLEMANS, P. (1996). Friendship Game Available from the Creative Learning Exchange website (<http://www.clexchange.org>) as SS1996-11FriendshipGame

FORRESTER, Jay. (1992). System Dynamics and Learner-Centered-Learning in Kindergarten through 12th Grade Education. Road Maps .1. System Dynamics in Education Project. System Dynamics Group. Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology.

_____. (1994). Learning through System Dynamics as preparation for the 21st century. Systems Thinking and Dynamic Modeling Conference. USA, June.

FULLAN, M. (1996) Turning systems thinking on its head. Phi Delta Kappan. Vol.77. No.77. pp.420-424.

GLASS-HUSAIN William. (1991): Enseñanza de la Dinámica de Sistemas: Observando las epidemias. Road Maps 5. System Dynamics Education Project. Sloan School of Management. Massachusetts Institute of Technology

JAIMES Zulma y JEREZ Judith. (2006). Extranet de apoyo a la formación y sostenimiento de redes interescolares orientadas por la universidad. Tesis de Pregrado. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia.

LITTO, Fredic (1996). Repensando la educación en función de los cambios tecnológicos y sociales y el advenimiento de nuevas formas de comunicación. Conferencia del Tercer Congreso Iberoamericano de Informática Educativa. Barranquilla, Colombia.

LYNEIS, D. (1995). Systems Thinking "in 25 Words or Less" The Creative Learning Exchange conference on system dynamics in education. Massachussets.

_____. (2000). Bringing system dynamics to a school near you. Suggestions for introducing and sustaining system dynamics in k-12 education. International System Dynamics Society Conference. Bergen, Norway August.

_____, FOX-MELANSON, D. (2001). The Challenges of Infusing System Dynamics into a K-8 Curriculum. International System Dynamics Society Conference. Atlanta, Georgia, July.

MCLEOD, R. J. (1997). The Management of change. Business Studies Review. Vol.3. No.2. pp.1-7.

_____. (2002). A model for cultural change in schools: an evaluation of some new learning organisation methodologies. 20th International System Dynamics Society Conference. Palermo, Italia.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, (2006). Dirección de poblaciones y proyectos intersectoriales, República de Colombia. Portafolio de Modelos Educativos.

PRADA Carlos y OSPINO Merilin. (2006). "HCAEAD: Herramienta para la creación de Ambientes Educativos informáticos con aprendizaje dinámicos". Tesis de Pregrado. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia

RICHMOND Barry. (1997). "The Thinking in Sytems Thinking: How Can We Make It Easier to Mastetr" The Systems Thinker. Vol 8 No. 2 March.

STUNTZ, Less, LYNEIS, Debra y RICHARDSON, George. (2002). El Futuro de la Dinámica de Sistemas y el Aprendizaje Centrado en el Aprendiz en la Educación de K-12. 20th International System Dynamics Society Conference. Palermo, Italia.

STAMELL, G., TICOTSKY, A., QUADEN, R., LYNEIS, D. (1999) The Mammoth Extinction Game. Available from the Creative Learning Exchange website (<http://www.clexchange.org>) as CC1999-04MammothExtinction. Prepared with the support of the Gordon Stanley Brown Fund.

TICOTSKY, A., QUADEN, R., LYNEIS, D. (1999) The In and Out Game: A Preliminary System. Dynamics Modeling Lesson Available from the Creative Learning Exchange website (<http://www.clexchange.org>) as SE1999-09In&OutGame. Prepared with the support of the Gordon Stanley Brown Fund.

VERA Cristián y ANAYA Ricardo. (2006). "MAC Primaria, Ambiente Software para apoyar el Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Básica primaria". Un Enfoque Dinámico-Sistémico. Tesis de Pregrado. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga Colombia.

WHELAN Joseph G. (1994): "Construcción del Modelo de los Bancos de Peces y Agotamiento de los Recursos Naturales" Road Maps 4. System Dynamics Education Project. Sloan School of Management. Massachusetts Institute of Technology.

CAPÍTULO 4.

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOS AMBIENTES

4 ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOS AMBIENTES.

4.1 INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta la relatoría de la experiencia del grupo SIMON, (apartado 2.2), la evaluación de los MACs (anexo 6.3) y la estrategia y dinámica general de desarrollo de la propuesta (capítulo 3) se formula el análisis y diseño básico para los Micromundos de simulación para el Aprendizaje con Dinámica de Sistemas (MADS). Esta propuesta de análisis y diseño está orientada por una serie de consideraciones históricas sobre el Software para la Educación (SWE), el concepto mismo de SWE, los problemas comunes en el diseño y evaluación de SWE.

Los requerimientos básicos que se contemplan en el análisis parten de los resultados de la evaluación de los MACs y de las exigencias de herramientas software que se desprenden de las actividades que plantea la propuesta de llevar la D.S a las escuelas.

4.2 RESEÑA HISTÓRICA

Tomando como base la evolución histórica de las aplicaciones educativas elaborada por Gros (1997) se puede decir que, entre los años 50' y 60' se empezó a construir los primeros SWE con un enfoque lineal. Los años 60' y 70' se caracterizaron por la búsqueda de modelos abiertos marcados por el uso del computador para tareas de práctica y ejercitación. Diversos centros de investigación ofrecieron modelos en los que los computadores podían ayudar en el proceso de enseñanza aprendizaje basadas en modelos matemáticos. En el período entre los años 70' y 80' se puso énfasis en modelos de aprendizaje por descubrimiento, el computador como laboratorio de experiencias. Finalmente, entre los años 80' y 90' se dio importancia a los modelos abiertos basados en sistemas expertos. (Chiarani et al, 2005)

Desde entonces, tanto el hardware como el software han evolucionado notablemente, permitiendo ampliar la gama de posibilidades en su oferta educativa.

4.3 ACERCA DEL SOFTWARE PARA LA EDUCACIÓN

Sin pretender incluir todas las definiciones del término "software para la educación" se mencionan a continuación algunos de éstas:

- ✓ Según Luis Ceja Mena (2000) "Creados con la finalidad específica de ser utilizados como medio didáctico; es decir, para facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje, tanto en su modalidad tradicional presencial, como en la flexible y a distancia".
- ✓ Según Perè Marquès (1999) "Programas educativos, programas didácticos son sinónimos para designar genéricamente los programas para ordenador creados con la finalidad específica de ser utilizados como medio didáctico, es decir, para facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje"

- ✓ Según Begoña Gros (1997) “Cualquier producto realizado con una finalidad educativa”.
- ✓ Según Angela Cova y Xiomara Arrieta (2005) “Genéricamente se define como cualquier programa computacional, que sirve de apoyo al proceso de enseñar, aprender y administrar. En forma restringida, el software educativo es un producto tecnológico que se utiliza en contextos educativos, esté o no específicamente diseñado para este uso, concebido como uno de los materiales que emplea quien enseña y quien aprende para alcanzar determinados propósitos”.
- ✓ Según (Morales et al 2004): “es un medio de presentación y desarrollo de contenidos educativos, como lo puede ser un libro, o un video.

Según investigaciones educativas realizadas (Chiarani et al, 2005), el uso de SWE mejora el desempeño académico de los estudiantes en forma sustancial. Pero los resultados pueden variar según el tipo de SWE utilizado y la metodología de aplicación.

Ante lo anterior, se hace necesario contar con un medio ágil de consulta, que informe sobre las características y posibilidades de aplicación de los mismos, y que a su vez permita el acceso a bibliotecas digitales en CD o en Internet de una manera rápida y simple por parte del usuario común.

En los últimos años y especialmente a través de Internet ha crecido la oferta de SWE lo que hace primordial su evaluación para el ámbito educativo.

En general, todo recurso de aprendizaje que se utilice en el aula debe evaluarse constantemente a fin de conocer sus ventajas y desventajas en cuanto al uso pedagógico y las fortalezas y debilidades en el aprendizaje. Esto conlleva a obtener una realimentación de los usuarios finales, que los utilicen en los contextos cotidianos, lo cual permitirá mejorarlo, darle nuevos usos y adaptarlo de manera exitosa a las prácticas pedagógicas, al determinar la metodología y el ámbito donde se obtenga el máximo de aprovechamiento de este recurso.

4.4 LA PROBLEMÁTICA DE DISEÑO Y EVALUACIÓN DE SOFTWARE PARA LA EDUCACIÓN

El software ha ido evolucionando; los cambios en el diseño se deben a los avances técnicos y también a las diversas orientaciones metodológicas que han ido surgiendo a lo largo de los años.

Según Cova y Arrieta (2005), los primeros desarrolladores de software fueron, generalmente, ingenieros en computación o en sistemas que se ocupaban solamente de los aspectos computacionales y algunos referidos a la relación hombre-máquina y a la facilidad o funcionalidad del uso del programa; siguiendo estas pautas, hicieron sus primeros diseños de SWE, sin conocer acerca de los fundamentos, metodologías y uso de la tecnología educativa o sin realizar una investigación. La mayoría de estos programas se fundamentaron en las teorías

conductistas sobre el aprendizaje, las cuales sirvieron de base al diseño instruccional, que constituye un puente entre éstas y las teorías de enseñanza (Gros, 1997).

Por su parte, los educadores han producido SWE, teniendo una sólida formación en su área de conocimiento, pero desconociendo los aspectos básicos, tanto metodológicos como del uso de la informática, por lo cual los resultados han sido de una calidad técnica inferior. Algunos de los productos surgen de intereses de los profesores al buscar nuevas formas motivantes de presentar el contenido a enseñar y son utilizados por los estudiantes sin ser evaluados a través de pruebas pilotos.

Otros software son desarrollados por equipos de especialistas en informática y en la asignatura objeto de estudio, diseñados con base al programa instruccional pero sin considerar la opinión de los usuarios reales. Además, una vez elaborado y vendido el software en las escuelas y colegios, bien sea por el colorido o por los efectos llamativos de éste, las casas comerciales no se interesan en la evaluación formal, que eventualmente exigiría rehacer el programa (implicando costos) o desecharlo (aún más costoso).

Revisando los SWE ofrecidos por el mercado nacional e internacional que pueden apoyar procesos de aprendizaje, pero sólo los que incluyen el modelado y la simulación, se encuentran: (Andrade, Navas 2003)

- ✓ Los tipo enciclopedia, con muy buena calidad y alto uso de la multimedia, pero con poca interactividad, rígidos en su estructura y contenidos y sin recursos para apoyar la gestión educativa. Estos productos se ofrecen a costos al alcance del medio y son generalmente adquiridos por las instituciones educativas, algunos profesores y estudiantes.
- ✓ En menor cantidad a los anteriores, el mercado internacional ofrece ambientes informáticos para la experimentación simulada, con alta interactividad pero con poco soporte teórico y sin posibilidades de modelamiento ni crecimiento en los contenidos del software. Además, estos productos se ofrecen a costos que sólo están al alcance de algunas instituciones educativas y que por consiguiente no constituyen un mercado nacional masivo para los mismos.
- ✓ Igualmente el mercado internacional ofrece sofisticadas herramientas software para el modelamiento y simulación con diferentes enfoques. En particular, a partir de las experiencias del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), se difunden productos con facilidades para el modelamiento y la simulación con enfoque sistémico y el lenguaje de la D.S. Estos productos, igual que los de sólo experimentación, son muy costosos para nuestro medio y las instituciones educativas así como los profesores y los estudiantes generalmente no están preparados mental y técnicamente para su uso.
- ✓ Ambientes de Internet desarrollados en Java que aprovechan la potencialidad de la multimedia y ofrecen facilidades de interacción que permite simular experimentos asociados a los conceptos que teóricamente se plantean. Estos productos son poco portables y generalmente exigen la conexión permanente a la red de internet, e igualmente son sólo modificables y ampliables por el autor.
- ✓ Micromundos con o sin modelos de simulación que ofrecen cierta interactividad pero que generalmente funcionan como cajas negras. Con estos

ambientes el usuario actúa sólo como operario y con algunas orientaciones y resultado de sus experiencias con el software (experiencias generalmente del tipo de prueba y error), va modificando criterios de decisión y formándose como un buen operario del asunto simulado.

- ✓ Herramientas para el modelamiento y la simulación con diferentes metodologías. Ofrecen al estudiante la posibilidad de simular los modelos científicamente aceptados, recreando diferentes escenarios y en algunos casos, modelar el fenómeno en estudio. Estas herramientas las presentan al margen de los aspectos teóricos que ayudan a tratar, es el profesor el que debe establecer la relación entre modelo y teoría e igualmente organizar la clase y el conjunto de actividades de la misma, entre las cuales debe situar el modelamiento y la simulación apoyada por el software. Este tipo de software exige formación y esfuerzos nuevos al profesor tanto para su uso como para ir incrementando y enriqueciendo los modelos que inicialmente contiene. La preocupación central parece ser la de facilitar el recrear con la simulación los conocimientos científicos sin formular explícitamente las preocupaciones por el cambio educativo, necesario para asumir este tipo de herramientas ni su aporte al cambio en general de la educación. Dos de estos productos, con varias de las características señaladas, de muy alta calidad técnica y muy conocidas por la comunidad de la Red Iberoamericana de Informática Educativa (RIBIE), son MODELUS (Duarte et al 2000) y EJS (Simulaciones Sencillas en Java). (Esquembre, 2000)

De lo anterior se desprende que de una u otra forma se han dado avances significativos en el diseño, desarrollo y evaluación de estos recursos, pero este último, o no se ha dado o ha sido tratado de una manera muy ligera, en relación a los fundamentos teóricos, tanto educativos como epistemológicos, factores de suma importancia para desarrollar software con calidad educativa, que puedan garantizar un uso eficiente y eficaz, además, de un nivel de confiabilidad y satisfacción del usuario.

Acorde con lo expuesto, en la evaluación se deben considerar los distintos tipos de software, pues un software de ejercitación y práctica difiere de un tutorial en el modelo de aprendizaje que orientó su diseño, ya que en el primero, generalmente se emplea el modelo conductista, mientras que en el segundo se puede usar el cognitivista. Por tanto, al cambiar el enfoque pedagógico se modifican las actividades a desarrollar, el nivel de interacción entre el usuario y el programa, la forma de presentación del material, entre otros parámetros.

Alcantud (2000), opina que “el software en general y el dirigido a la educación en particular, no sufre una evaluación exhaustiva antes de ser distribuido. Los profesores en muchas ocasiones se enfrentan con un producto mal terminado o inacabado, con errores a los que al añadir su falta de preparación, genera una gran incertidumbre en el uso. Así como los libros de texto en las escuelas son examinados por las autoridades educativas y homologados, no se hace ninguna acción de homologación en el SWE, ni tan sólo se evalúa su usabilidad”. El concepto de usabilidad se define como “el nivel con el que un producto puede ser utilizado por usuarios especificados para lograr unas metas determinadas con

efectividad, eficacia y satisfacción en un contexto específico de uso (Alcantud, 2000)”.

4.5 EVALUACIÓN DE SOFTWARE

Para Chiarani y su grupo (Chiarani et al 2005) el término evaluar es establecer un juicio o valor sobre algo, y complementan su idea, adhiriéndose a Santos (1998) cuando explicita: “lo importante es potenciar las funciones más ricas de la evaluación (diagnóstico, diálogo, comprensión, mejora, aprendizaje, ayuda...) y disminuir las menos deseables (comparación, discriminación, jerarquización...)”.

Si bien no hay una definición formal de lo que es evaluar SWE, de lo precedente se puede deducir que es examinarlo para verificar si cumple con los objetivos del proceso de enseñanza-aprendizaje. El software será valioso sólo si satisface las necesidades de profesores y estudiantes.

Lo que se pretende con la evaluación de SWE es orientar al profesor en las características y funcionalidades que dispone un determinado programa. Además, permite clasificar al mismo, en el uso pedagógico, metodológico y cultural que contiene.

4.5.1 Formato de evaluación de software

Se tomó como base la propuesta de Perè Marqués (2005) en lo que hace a la evaluación objetiva de las características de un SWE, como así también, la ficha de catalogación y evaluación de los rasgos principales del mismo (Marqués 1998); además, de algunas valoraciones sobre sus aspectos técnicos, pedagógicos y funcionales. El formato de evaluación de software igualmente, se enriqueció con aportes de Gómez del Castillo (1998), Villar y Mínguez (1998) Galvis (1994), Gros y Rodríguez (1998), González (1998) y Cataldi et al. (2000).

FORMATO DE EVALUACIÓN DE SOFTWARE PARA LA EDUCACIÓN		
Título del software :		
Versión	Año	Idioma:
Autores		
Dirección URL		
Con cuáles áreas se puede utilizar?		
Destinatarios: (etapa educativa)		

Marque con una X en la casilla según su apreciación. Sino sabe responder o no entiende la pregunta no conteste, por favor.	Si	No	Bajo	Aceptable	Muy bueno	Excelente
			0%- 30%	31% - 60%	61% - 80%	81%- 100%
Facilidad de uso e instalación. ¿El software es fácil de usar?						
¿Fácil de instalar?						
Adaptación a diversos contextos, el software permite: ¿Utilizarse en diversos entornos? (aula de informática, clase con un único computador, uso doméstico...)						
¿La modificación de algunos parámetros como el grado de dificultad?						
¿La modificación e inclusión de los contenidos de las bases de datos?						
¿Realizar un seguimiento y evaluación del estudiante por las actividades realizadas?						
¿Proporciona información útil para la evaluación?						
¿Continuar con el trabajo empezado con anterioridad?						
¿El uso de otros materiales (glosario, bibliografía...) y la realización de actividades complementarias (individuales o en grupo)?						
¿La comunicación (enlaces) con otras aplicaciones que ayudan al usuario en el trabajo con éste?						
Calidad del entorno audiovisual. ¿Posee un diseño general claro y atractivo de las pantallas?						
Calidad en los contenidos (bases de datos). ¿La información que se presenta es apropiada para los usuarios a la cual está dirigido el software?						
¿La información que se presenta es suficiente para el grado?						
¿La información posee respaldo científico y actualizada?						
¿Los textos tienen buena ortografía y gramática?						

¿Los contenidos son significativos para el usuario y están relacionados con problemas de su interés?						
Navegación e interacción. ¿Posee un mapa de navegación que permite acceder fácilmente a los contenidos, actividades, niveles y servicios en general?						
¿La velocidad del software en la relación con el usuario es la adecuada? (animaciones, lectura de datos...)						
¿El software presenta errores cuando se está ejecutando?						
¿El software despierta y mantiene la curiosidad e interés del usuario?						
¿Permite tener acceso a todos los servicios en cualquier instante y las veces que el usuario considere necesario?						
¿Permite la interacción con otros usuarios ya sea para plantear o solucionar inquietudes o para confrontar sus modelos mentales?						
¿Posee un buscador de términos, que le facilita al usuario encontrar temas relacionados con una(s) palabra(s)?						
¿Permite que el usuario tenga la posibilidad de decidir que información y en que orden trabajar?						
¿Favorece la autonomía y la autogestión del estudiante?						
¿Puede utilizarse en variedad de ocasiones, o una vez recorrido ya no es nuevamente utilizable?						
¿El software establece una relación de interactividad (comunicación) con el usuario?						
Potencialidad de los recursos didácticos. ¿Presenta actividades que permiten diversas formas de utilización y de acercamiento al conocimiento?						
¿Emplea diversos códigos comunicativos, como por ejemplo verbales o icónicos?						
¿Permite incluir preguntas para relacionar el conocimiento inicial del estudiante con el nuevo						
¿Las imágenes y videos que presenta aportan información relevante para el usuario?						
Fomento de la iniciativa y el autoaprendizaje. ¿Promueve el desarrollo de la iniciativa y el aprendizaje autónomo y significativo de los usuarios?						
¿Promueve el aprendizaje por prueba y error?						

¿Fomenta el desarrollo de estrategias de aprendizaje en los usuarios, que les permitan planificar, regular y evaluar su propia actividad de aprendizaje?						
¿Promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento?						
Enfoque pedagógico actual. ¿Facilita al estudiante un aprendizaje repetitivo, conductual?						
¿Promueve un aprendizaje significativo y de construcción de conocimiento en el estudiante, donde además de comprender los contenidos puede investigar y buscar nuevas relaciones?						
La documentación. ¿Posee ayuda para el usuario?						
¿Incluye un tutorial o ayuda para la operación del software y sus herramientas de apoyo al aprendizaje?						
¿Incluye guías didácticas con sugerencias claras y ejemplos de utilización que proponga estrategias de uso e indicaciones para su integración curricular?						
Requisitos de Hardware y software ¿Los requisitos mínimos de hardware y software los pueden cumplir la mayoría de los computadores de las escuelas?						
¿Requiere los parlantes para su buen funcionamiento?						
Otras características						
¿El software impone obligaciones metodológicas para su uso, tanto para el profesor como para el estudiante?						
¿El software ofrece diferentes posibilidades de uso, de acuerdo con las necesidades e intenciones del usuario?						
¿Presenta preguntas que motivan al usuario a interactuar con los experimentos?						
¿Se pueden ejecutar los experimentos bajo diferentes condiciones (variación de parámetros)?						
¿El software permite la construcción de modelos?						
En las siguientes preguntas, subraye los aspectos que fomenta el software:						
¿Exigencias de aprendizaje: El software exige al estudiante acciones y habilidades para: memorizar información, construir conceptos, seguir instrucciones, construir secuencias de aprendizaje propias, hacer preguntas, construir respuestas originales, relacionar lo aprendido con otros conocimientos, colaborar con compañeros.						
¿El trabajo individual, cooperativo?						
El software puede ser utilizado para: Entrenar - Aprender - Informar - Motivar - Explorar -						

Experimentar - Expresarse Comunicarse - Entretener - Evaluar - Procesar Datos – Simular diversos fenómenos
¿Quién ejerce el control de la secuencia de aprendizaje: el computador o el estudiante?
¿Posee discriminaciones (sexo, clase social, raza, religión y creencias) ninguna
¿Presenta mensajes negativos no aceptables desde el punto de vista moral, ético social ambiental cultural otro _____, Ninguno

Aspectos del Código				
Conceptos	0%- 30%	31%- 60%	61%- 80%	81%- 100%
Código Documentado				
Código Legible. (Es fácil para usted seguir la secuencia y entender el código)				
Posee Código Completo. (Presenta todo las unidades o componentes que utilizan)				
Manual de Programador. (Especificaciones de variables, uso de componentes que utilicen, y funciones)				

Observaciones:

4.6 ANÁLISIS

Teniendo presente los fundamentos de la propuesta, presentados en los apartados anteriores, la experiencia de uso y la evaluación de los MACs desarrollados por el grupo SIMON, la práctica en campo con los profesores de escuelas públicas Colombianas (Convenio CPE-UIS), las experiencias a nivel internacional y con el propósito de concebir ambientes informáticos que con D.S, apoyen los diferentes procesos de aprendizaje en la escuela, se proponen los MADS.

Los MADS se proponen como herramientas para apoyar la acción y como tales no determinan lo que se ejecute con éstas, pero si están concebidas con la intención de posibilitar el uso de la D.S para apoyar los procesos de aprendizaje de las diferentes áreas del conocimiento y a su vez, de formación y dominio de la D.S y del P.D.S en general.

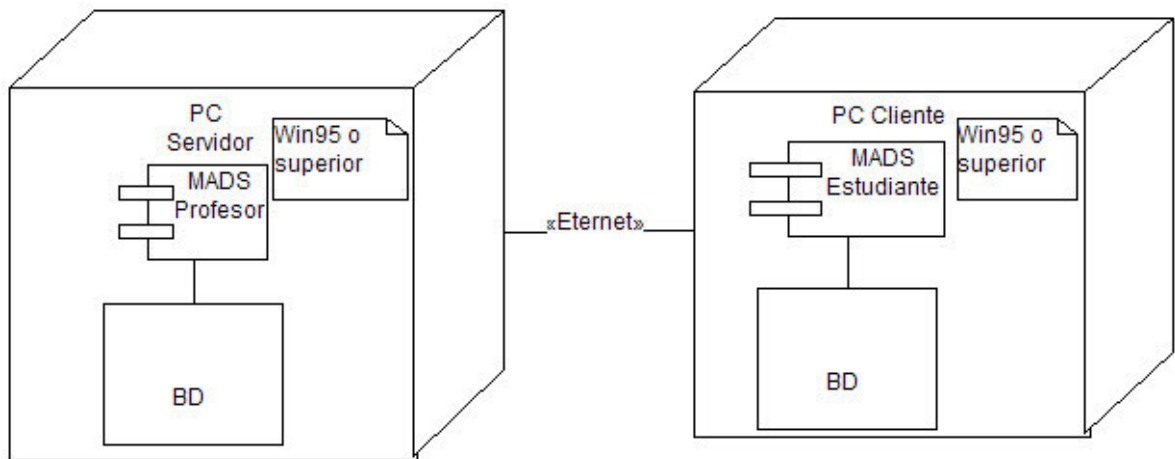
Los MADS están motivados por el reto de introducir la D.S creando una dinámica de cambio del proyecto educativo. Además, de asumir la apropiación de la tecnología en el proceso de formación, dicho proceso debe cambiar en procura de lograr la integración del conocimiento, de centrar las preocupaciones más en el desarrollo de competencias y habilidades de pensamiento que en la asimilación de conocimientos particulares. Por este motivo están inspiradas en un afán integrador del conocimiento y por una idea de que la informática le brinde a la institución, al profesor y al estudiante facilidades para sus labores e innovaciones en las mismas. Pero esto no impide que los MADS puedan jugar un papel en las acciones que se conciben en el contexto de otras posturas pedagógicas, al contrario, han sido planteados pensando que posibiliten el actuar a partir de cualquier postura pero que inviten al cambio.

Por lo anterior los MADS, pretenden integrar en un sólo producto características que faciliten:

- ✓ El uso de páginas web y de recursos multimedia para presentar los contenidos teóricos de las diferentes áreas, las explicaciones de los experimentos, para dar a conocer los modelos matemáticos de simulación que sustentan los experimentos, conociendo así las causas del comportamiento del sistema y materiales extra para consulta, entre otros.
- ✓ El crecimiento de la información (flexibilidad en los contenidos)
- ✓ El desarrollo de experimentos simulados (con animadores), con interactividad y posibilidades de modificación e incrementos por parte del profesor.
- ✓ El uso de herramientas para el modelamiento con D.S y para la creación de ambientes de experimentación a partir de dichos modelos, integrándolos con la información teórica presentada.
- ✓ El apoyo para la gestión educativa (administración de usuarios, entrega de informes entre otros)
- ✓ La elaboración y desarrollo de clases estructuradas por el profesor, según lo demande el proceso de aprendizaje de un grupo en particular.
- ✓ La comunicación entre estudiantes y profesor—estudiante promoviendo procesos de aprendizaje colaborativo.

- ✓ El funcionamiento en red con el fin de facilitar la comunicación profesor-estudiante y estudiante-estudiante.
- ✓ La utilización organizada de la información disponible en la red de internet, asociándola a cada una de las temas de estudio.
- ✓ La búsqueda de un tema o un recurso disponible en el software.
- ✓ La elaboración y edición de páginas web
- ✓ El seguimiento por parte del profesor, del proceso de aprendizaje de cada uno de los estudiantes, dejando un registro de esto.
- ✓ Orientar y motivar al usuario en el uso de la herramienta, en procura de que los propósitos para los cuales fue diseñada se cumplan. (Ayudante)

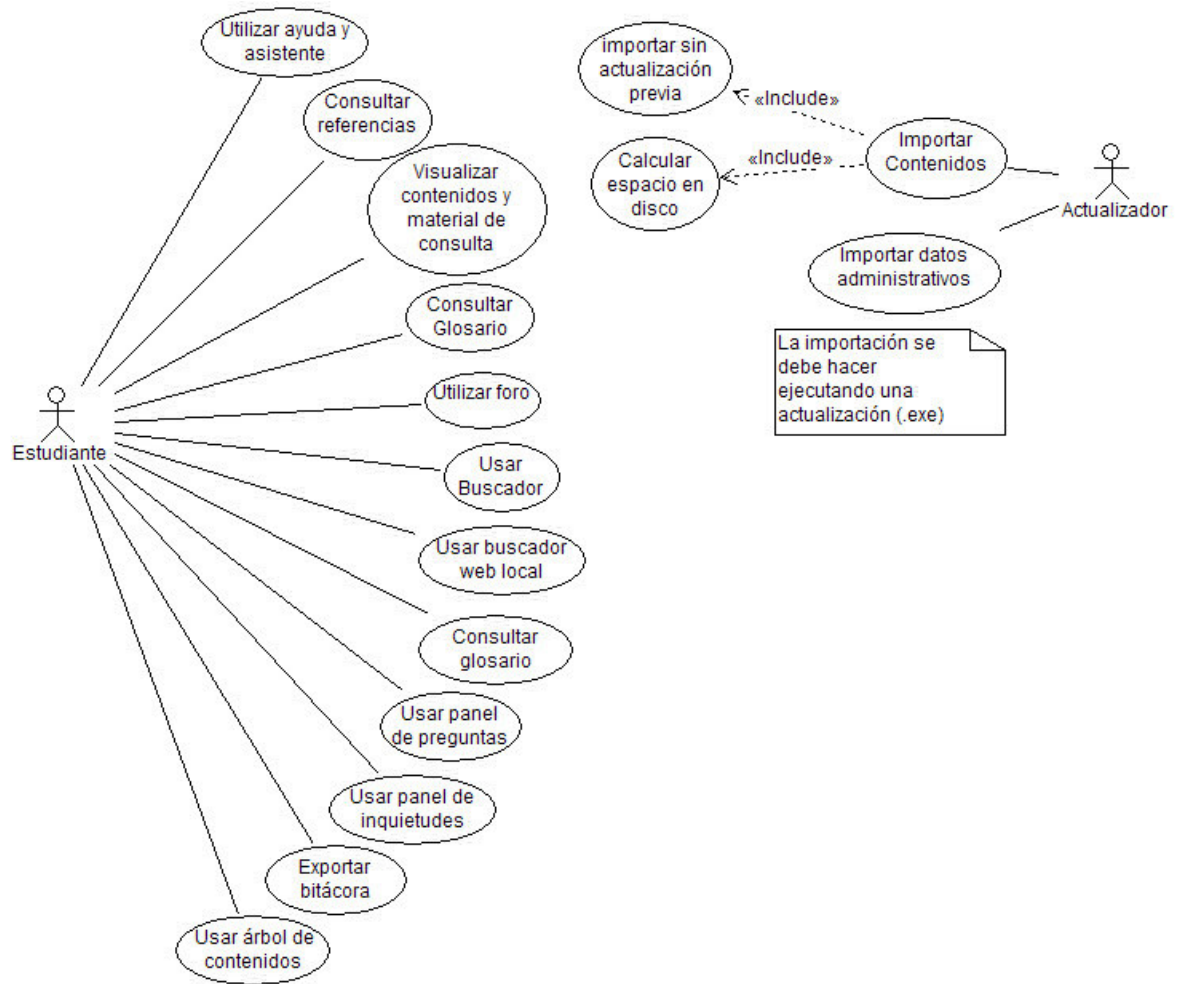
En cuanto a los requisitos de plataforma de las herramientas, se presenta a continuación el diagrama de despliegue:



A continuación, se detallan los requerimientos anteriormente mencionados, organizados por usuario, explicando el objetivo por el cual se demanda, junto con su diagrama de caso de uso:

4.6.1 Para el estudiante

4.6.1.1 Sistema general



4.6.1.2 Visor de contenidos

Área en la cual el usuario puede visualizar contenidos (páginas HTML) enriquecida con imágenes.

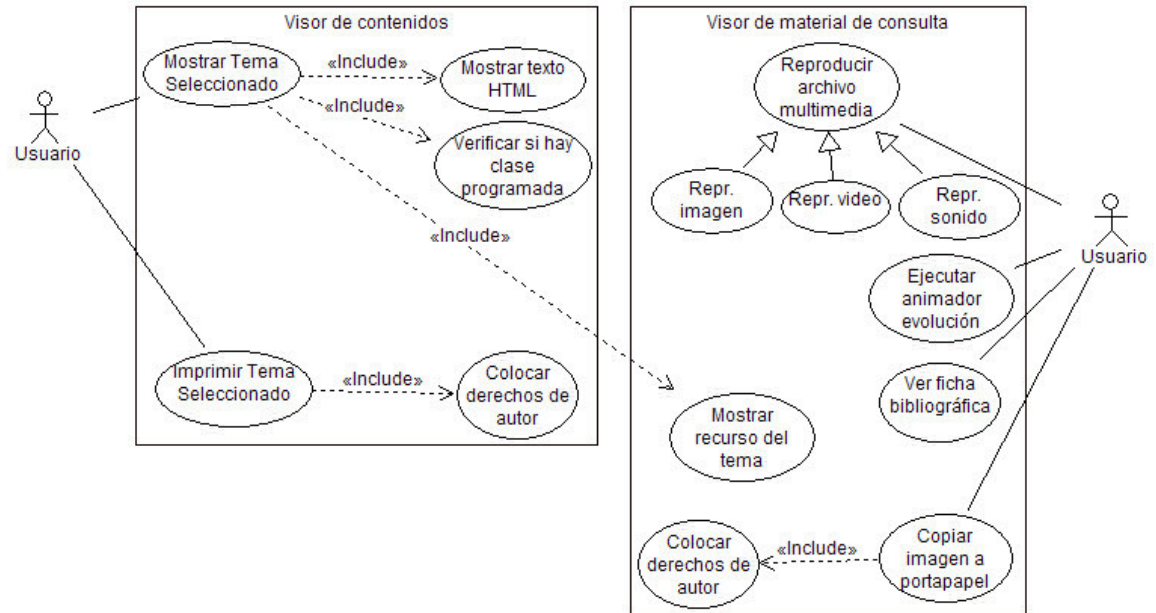


Diagrama de actividad: Mostrar tema seleccionado

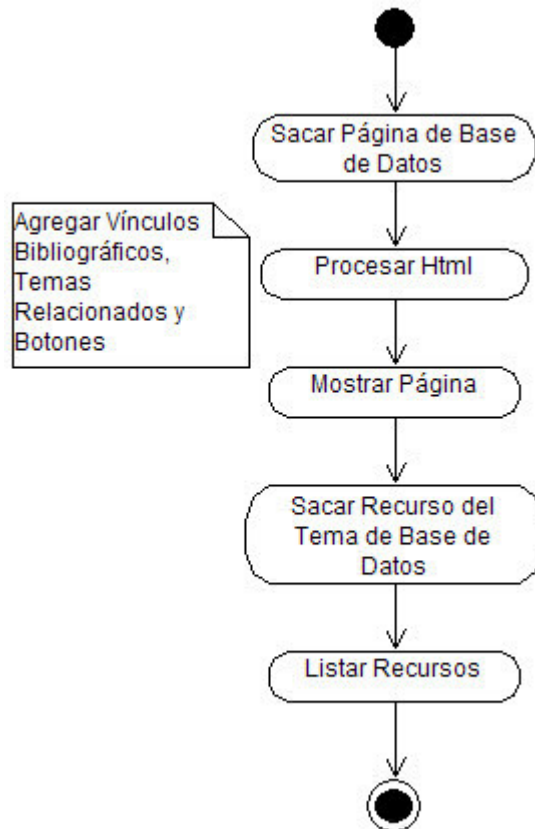
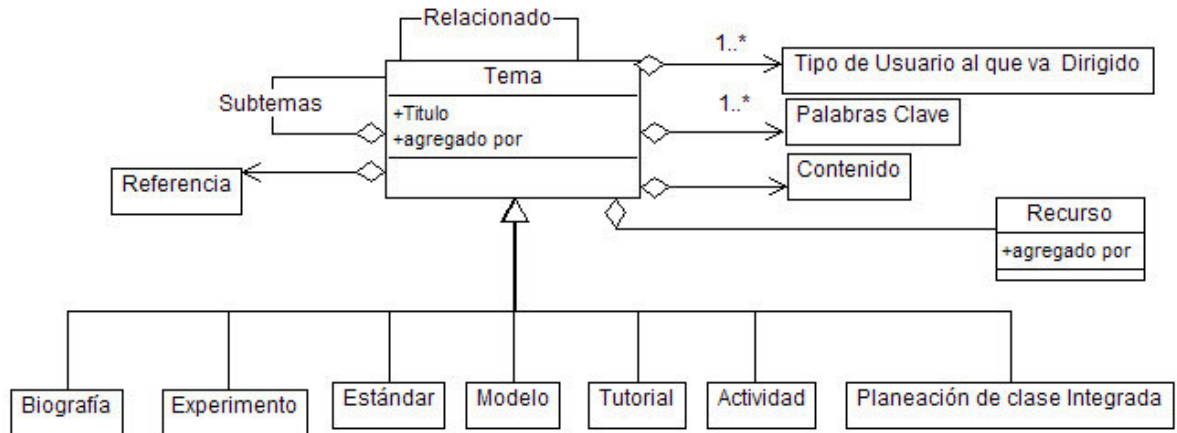


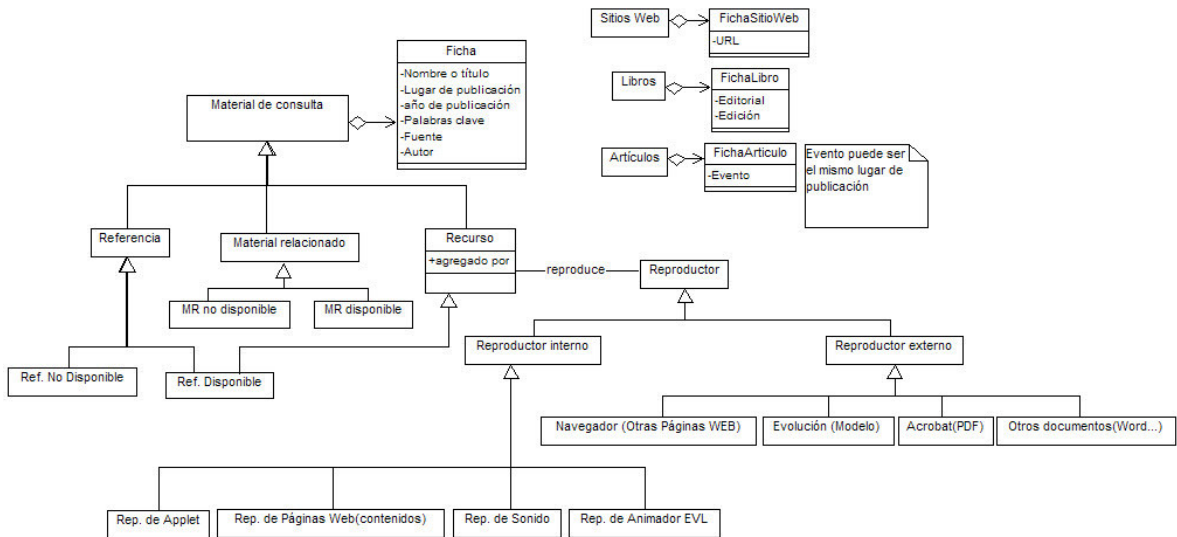
Diagrama de clase: Tema



4.6.1.3 Visor de material de consulta

Muestra de forma organizada los materiales de consulta relacionados a un tema. Algunos de estos materiales están disponibles en el software por lo que se convierten en recursos y se permite su reproducción.

Diagrama de Clase de: Material de Consulta



4.6.1.4 Árbol de contenidos

Permite visualizar al usuario los contenidos en forma de árbol. Este árbol sólo muestra al estudiante los temas que el profesor le programa para cada clase.

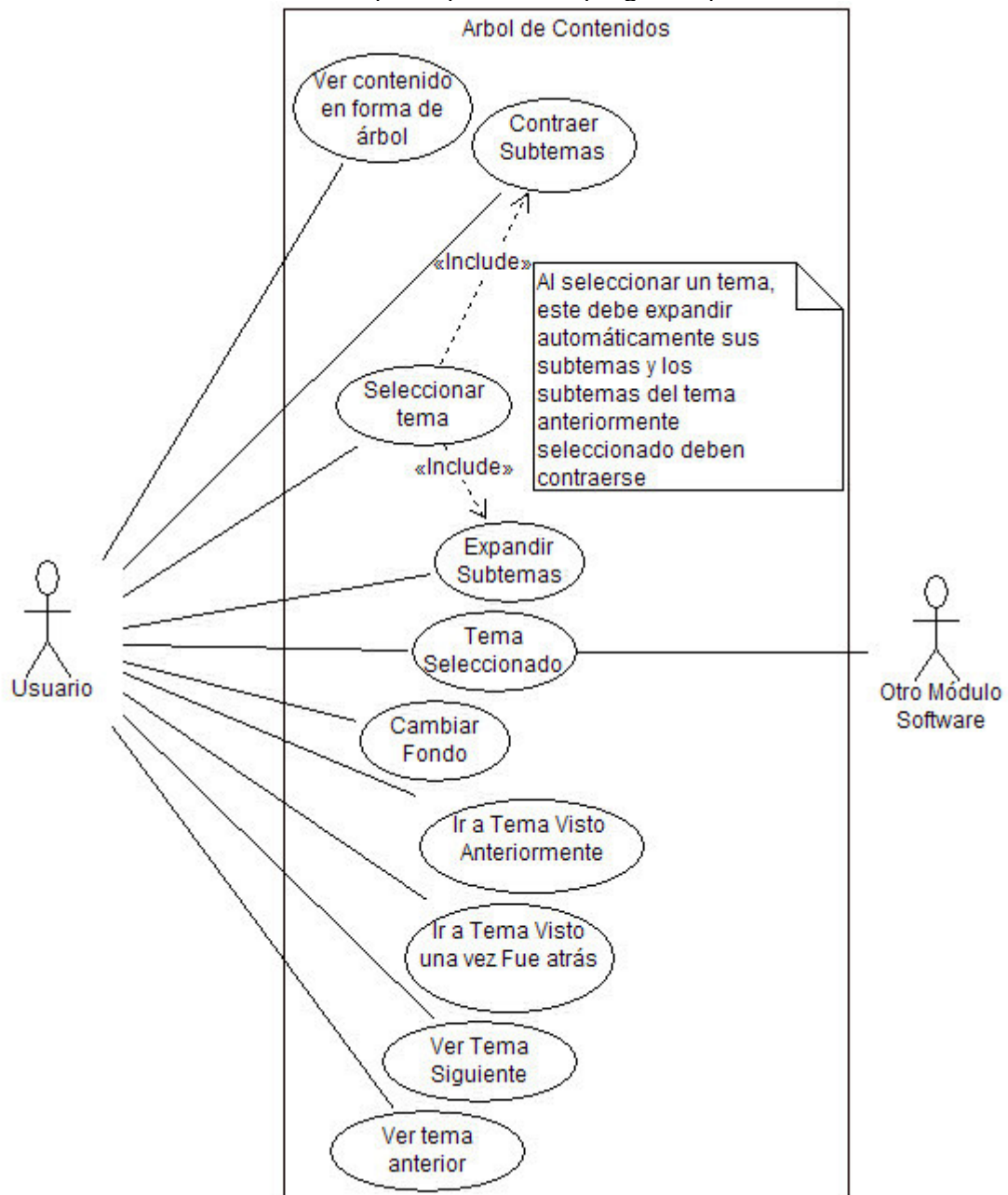
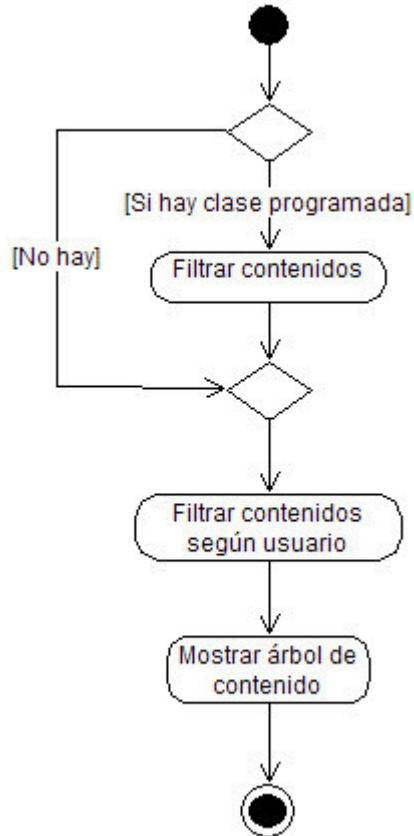
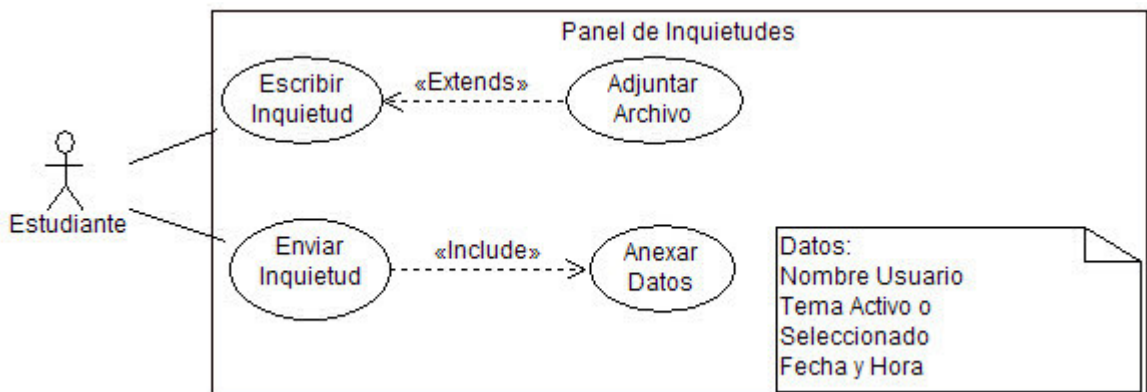


Diagrama de actividad: Mostrar contenido según el usuario



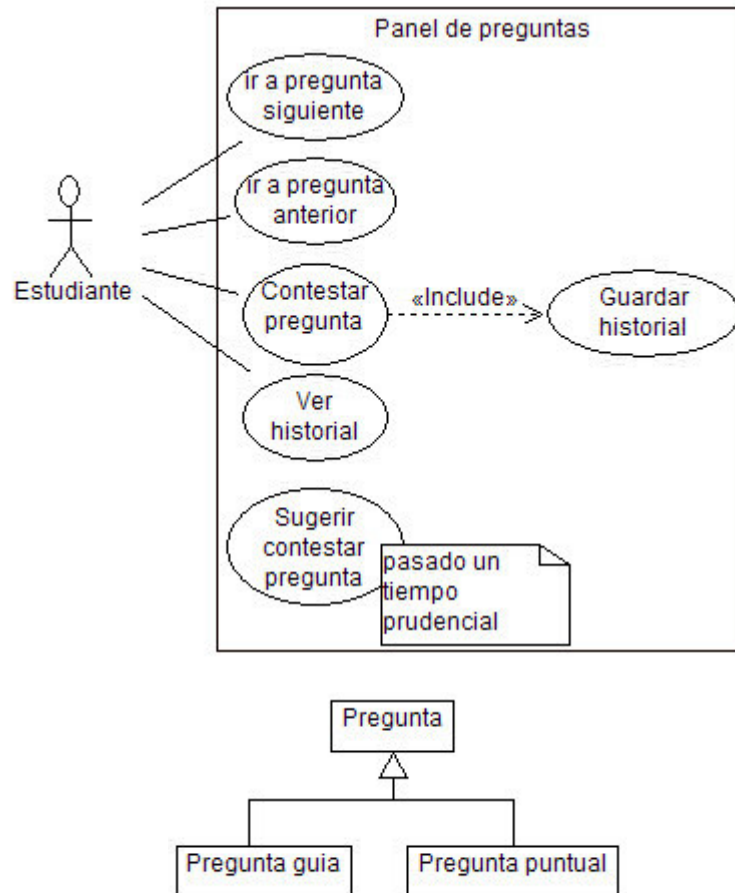
4.6.1.5 Panel de Inquietudes

Permite al estudiante enviar preguntas al profesor, surgidas durante el desarrollo de la actividad.



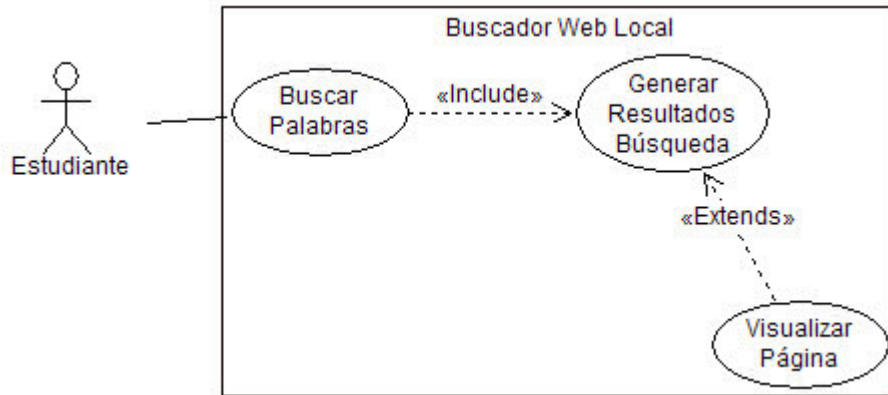
4.6.1.6 Panel de preguntas

Permite que el profesor le haga preguntas al estudiante, relacionadas a un tema que orientan el estudio de éste. Aquí mismo el estudiante puede visualizar el historial de sus respuestas a las preguntas guías y puntuales y la inquietudes que le ha planteado al profesor.



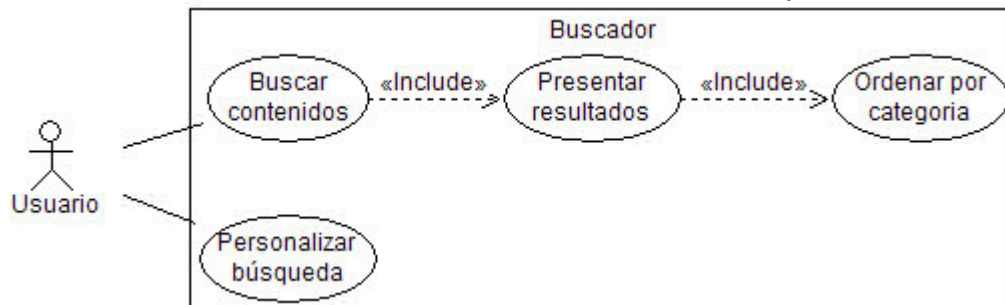
4.6.1.7 Buscador Web Local

Permite la indexación de páginas descargadas de Internet por el profesor y facilitar la búsqueda de un tema específico; con esto se pretende simular el ambiente de Internet en un ambiente local.



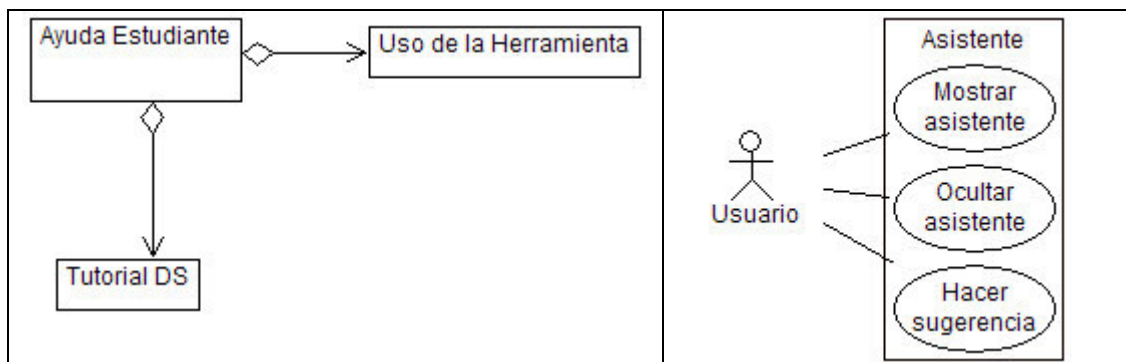
4.6.1.8 Buscador

Permite buscar un contenido o material de consulta utilizando palabras clave.



4.6.1.9 Ayuda

Brinda orientaciones al estudiante en: uso de la herramienta y en el lenguaje de la D.S. El sistema de ayuda está compuesto por: temas que hacen parte del contenido del software, archivos de ayuda de Windows y un asistente.



4.6.1.10 Consultar Glosario

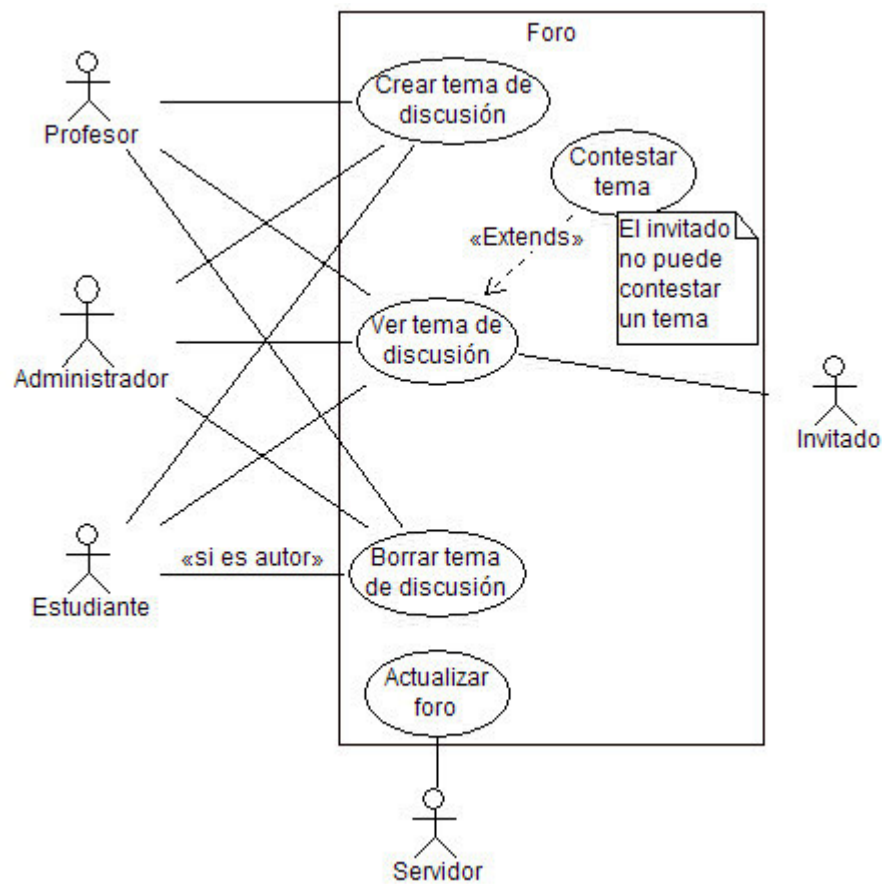
Permite consultar la definición de términos utilizados dentro de los temas.

4.6.1.11 Exportar bitácora

Permite la comunicación entre los dos software, el del profesor y el del estudiante, a través de diferentes medios (extraíbles, red).

4.6.1.12 Foro

Es un área de discusión, no sincrónico, sólo disponible si existe conexión a red.



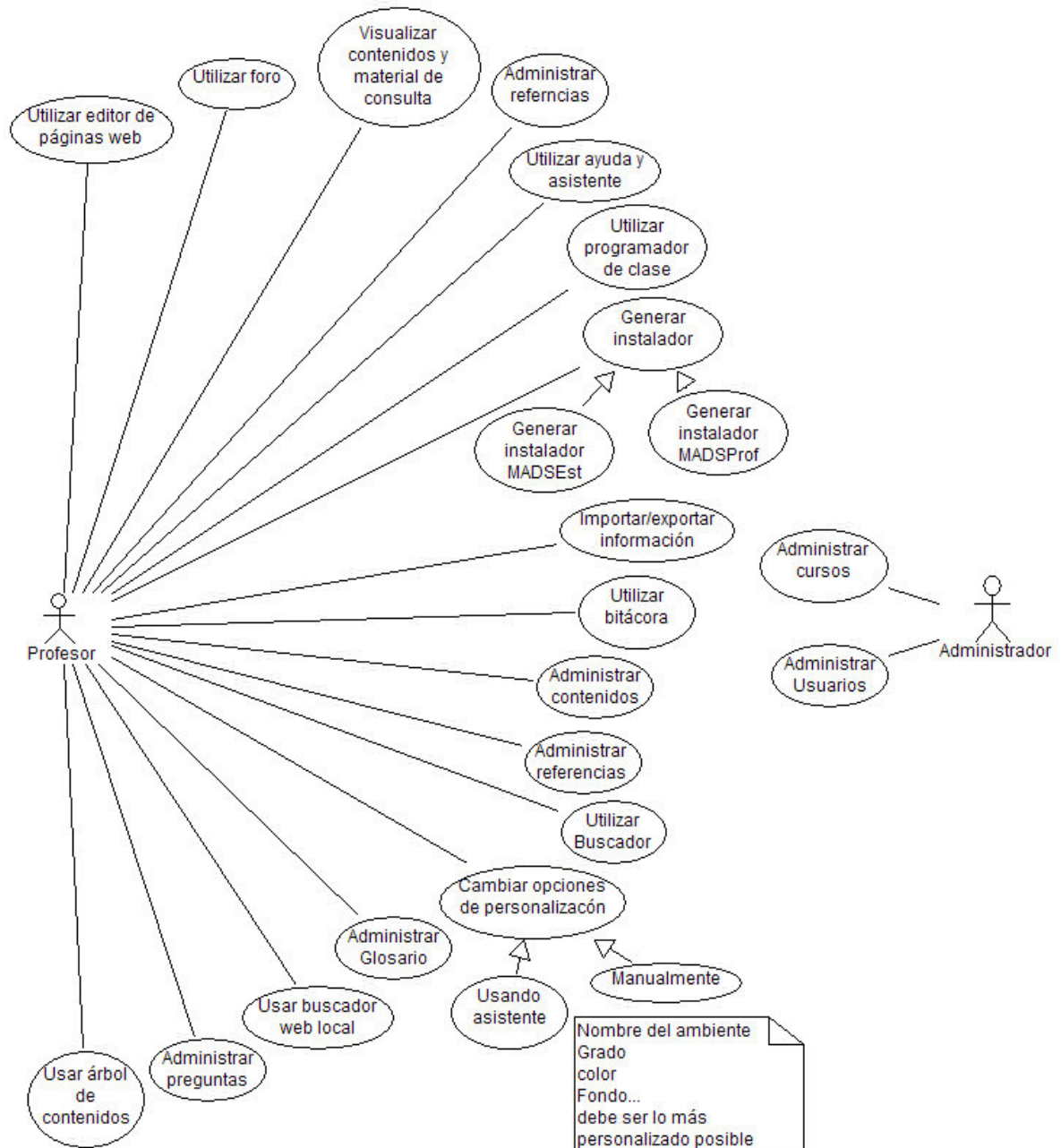
4.6.1.13 Consultar referencias

Panel que da acceso a todo el material de consulta disponible y no disponible relacionado al tema seleccionado por el usuario

4.6.2 Para el profesor

4.6.2.1 Sistema general

En este módulo se incluye los casos de uso del estudiante

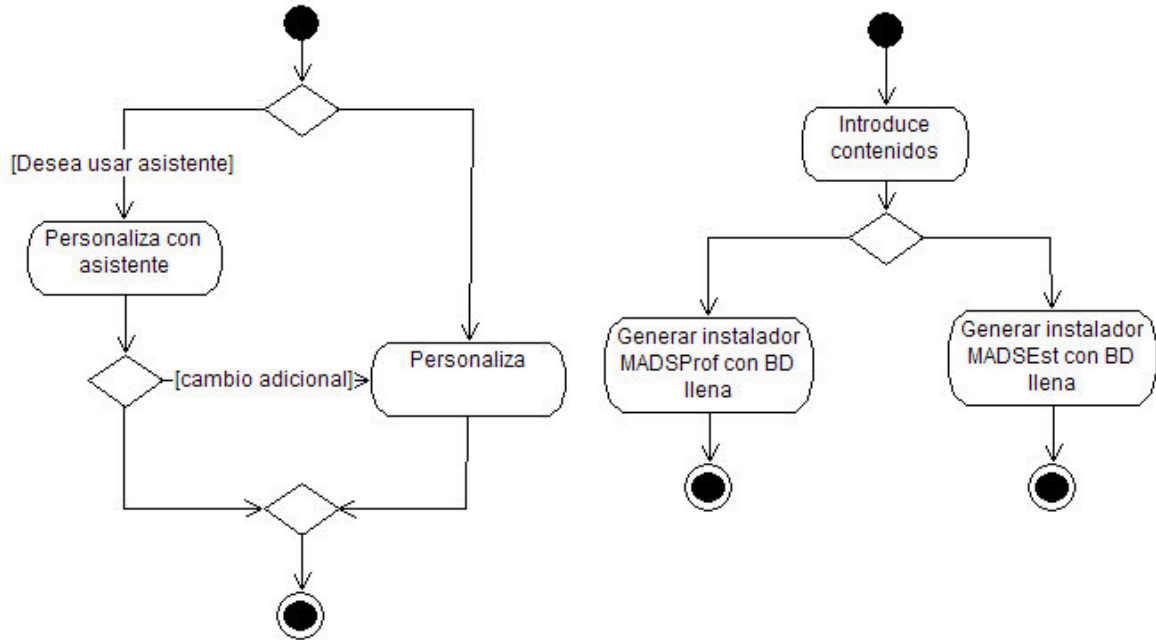


4.6.2.2 Personalizar y Generar Instalador

Facilita crear un instalador con la ayuda de un asistente, para instalar el MADS para el estudiante, el cual incluye los contenidos y la configuración personalizada que ha

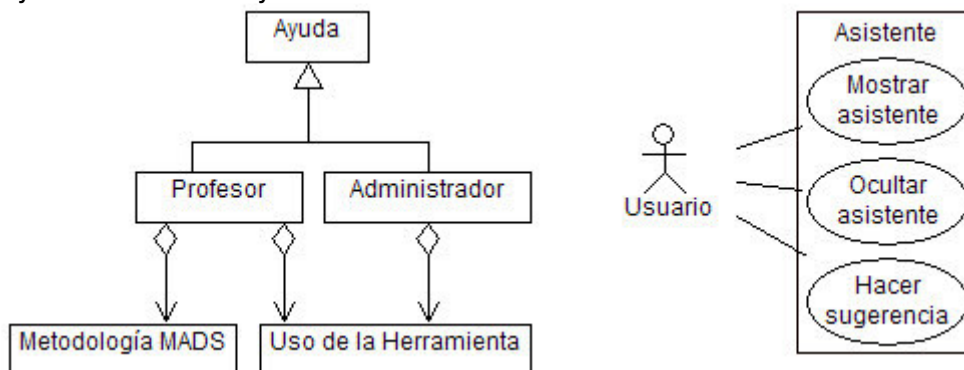
realizado en el profesor. Así mismo, permite realizar una copia del MADS que el profesor está utilizando.

Los siguientes diagramas de actividad muestra el proceso de personalizar el entorno y la posterior creación del instalador del ambiente ya personalizado.



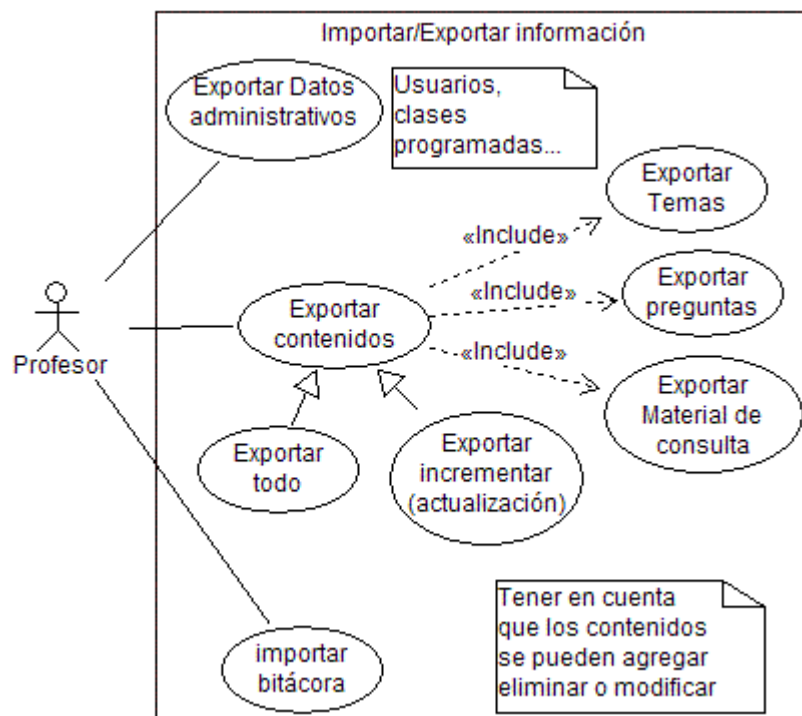
4.6.2.3 Ayuda

Brinda orientaciones al profesor en el uso de la herramienta y en la metodología de los MADS y al administrador en el uso de la herramienta. El sistema de ayuda está compuesto por: temas que hacen parte del contenido del software, archivos de ayuda de Windows y un asistente.



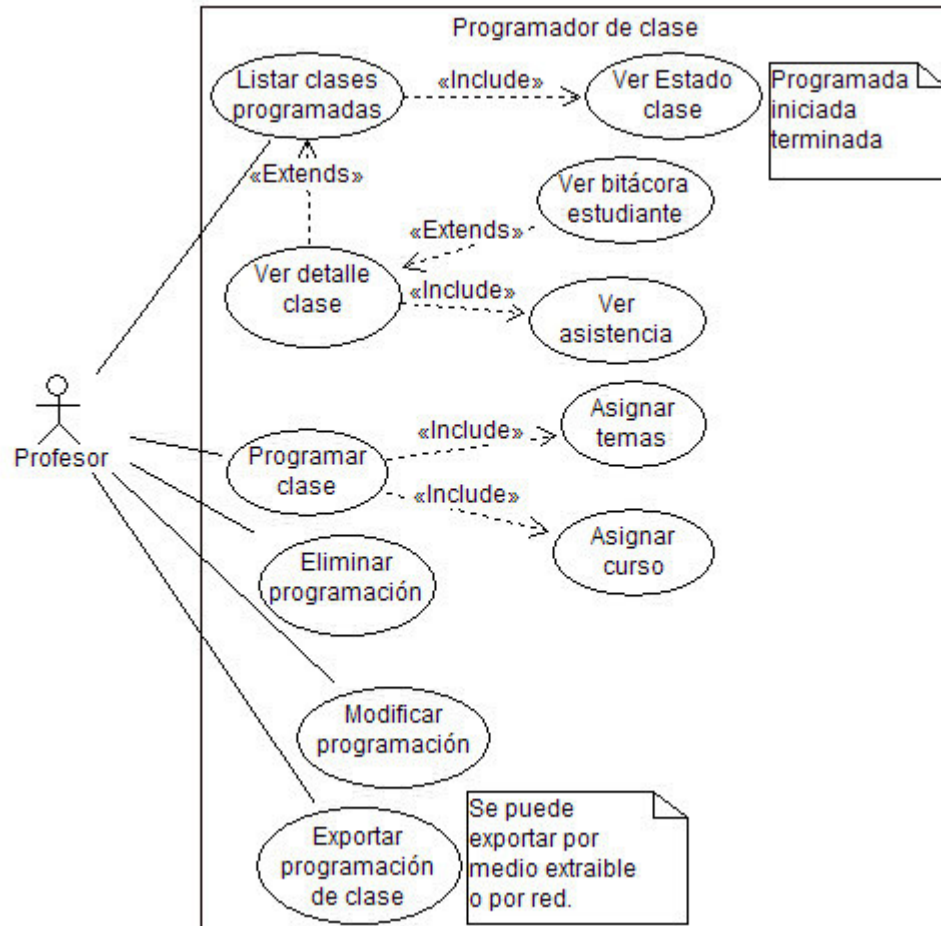
4.6.2.4 Importar/Exportar información

Le permite al profesor exportar los datos administrativos y todos los contenidos, así mismo facilita la importación de la bitácora de cada uno de los estudiantes.



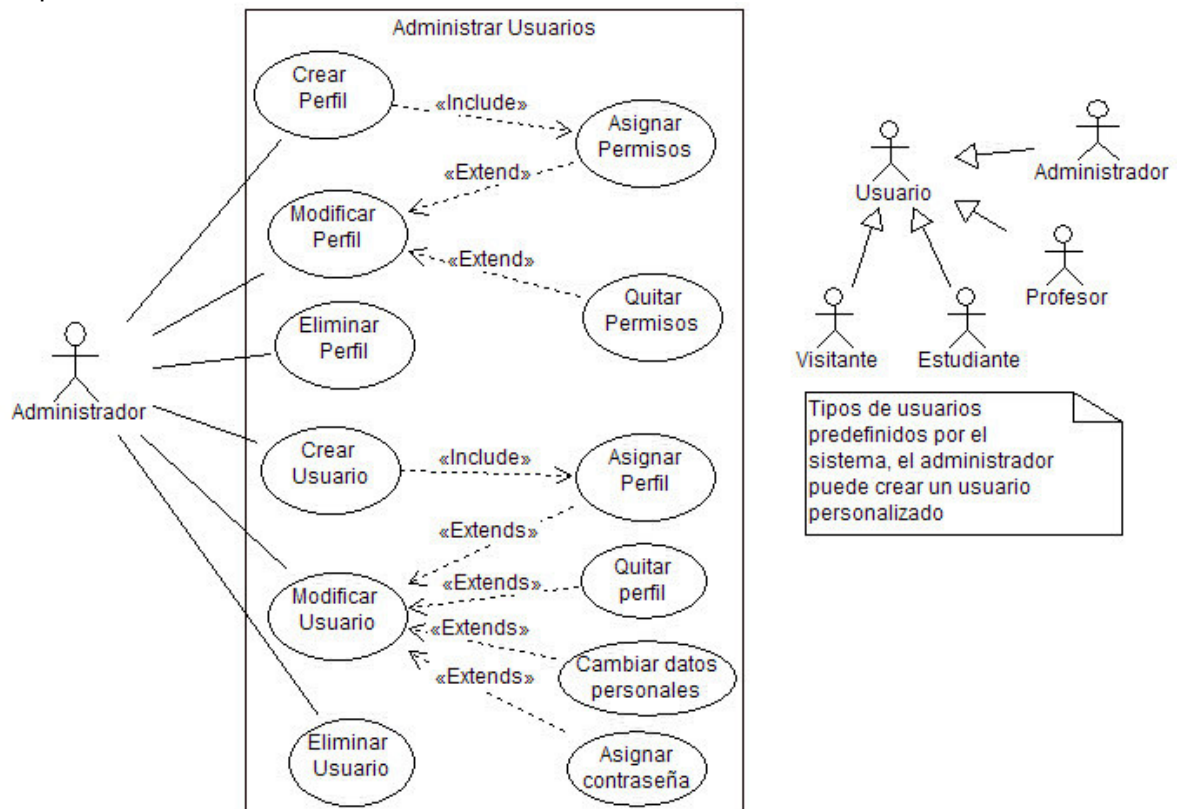
4.6.2.5 Programador de clases

Permite al profesor programar una clase, teniendo en cuenta tiempo disponible, curso, temas a estudiar.



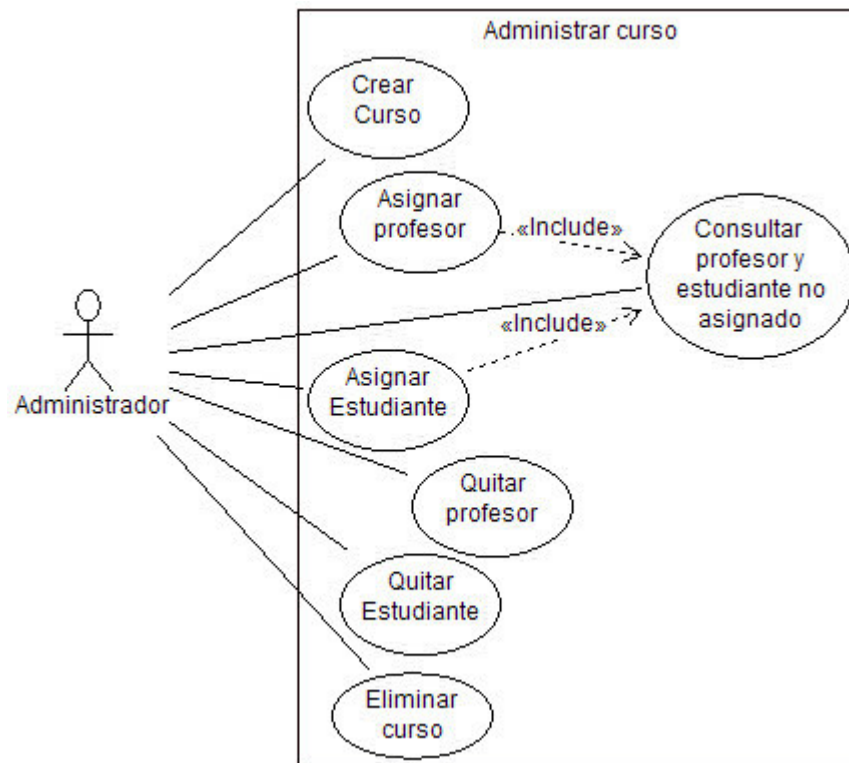
4.6.2.6 Administrador de usuarios

Permite al administrador gestionar las cuentas de usuario asignando los permisos respectivos.



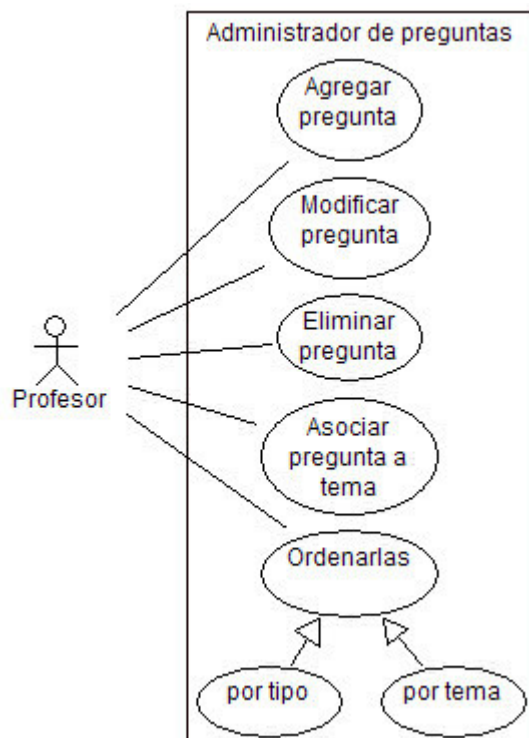
4.6.2.7 Administrar curso

Permite gestionar todo lo relacionado con los cursos a cargo de un profesor



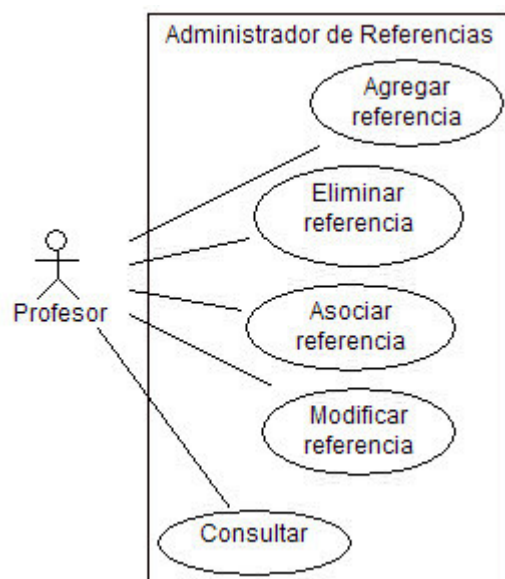
4.6.2.8 Administrador de preguntas

Permite al profesor administrar las preguntas guías y puntuales y asociarlas a un tema



4.6.2.9 Administrador de Referencias

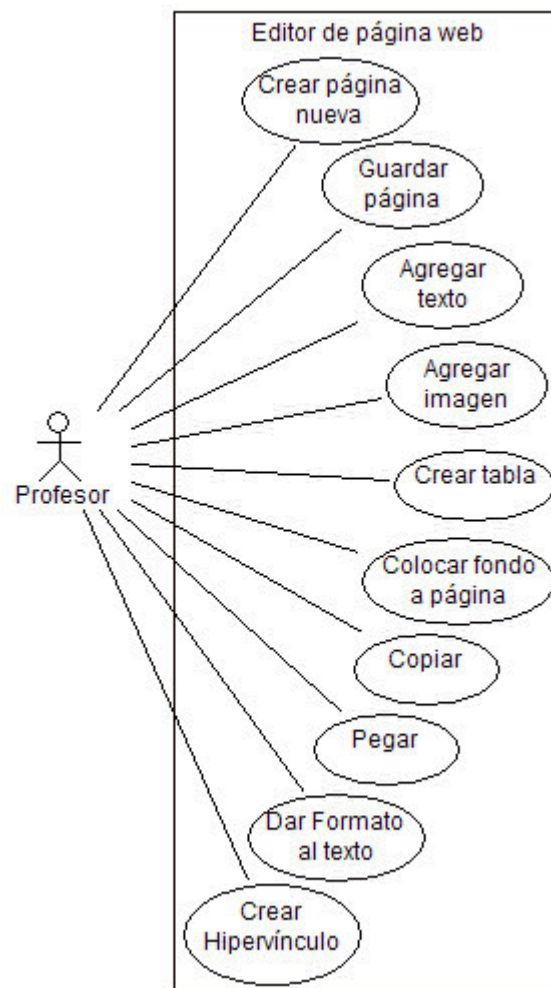
Permite al profesor administrar las referencias y asociarlas a un tema



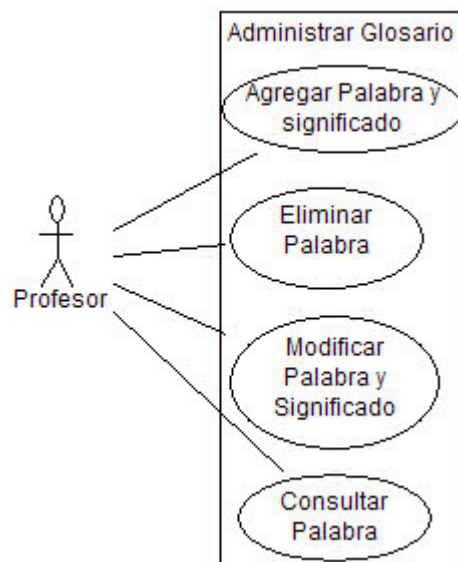
4.6.2.10 Foro

Es un área de discusión, no sincrónico, sólo disponible si existe conexión a red.

4.6.2.11 Editor de página Web



4.6.2.12 Administrar Glosario



4.6.2.13 Bitácora

Los fundamentos expresan la idea del aprendizaje como el cambiar, así el profesor evalúa las acciones que el estudiante realiza para efectuar el cambio y el cambio mismo, manifiesto en sus diferentes respuestas a las preguntas guías, puntuales y planteamiento de inquietudes.

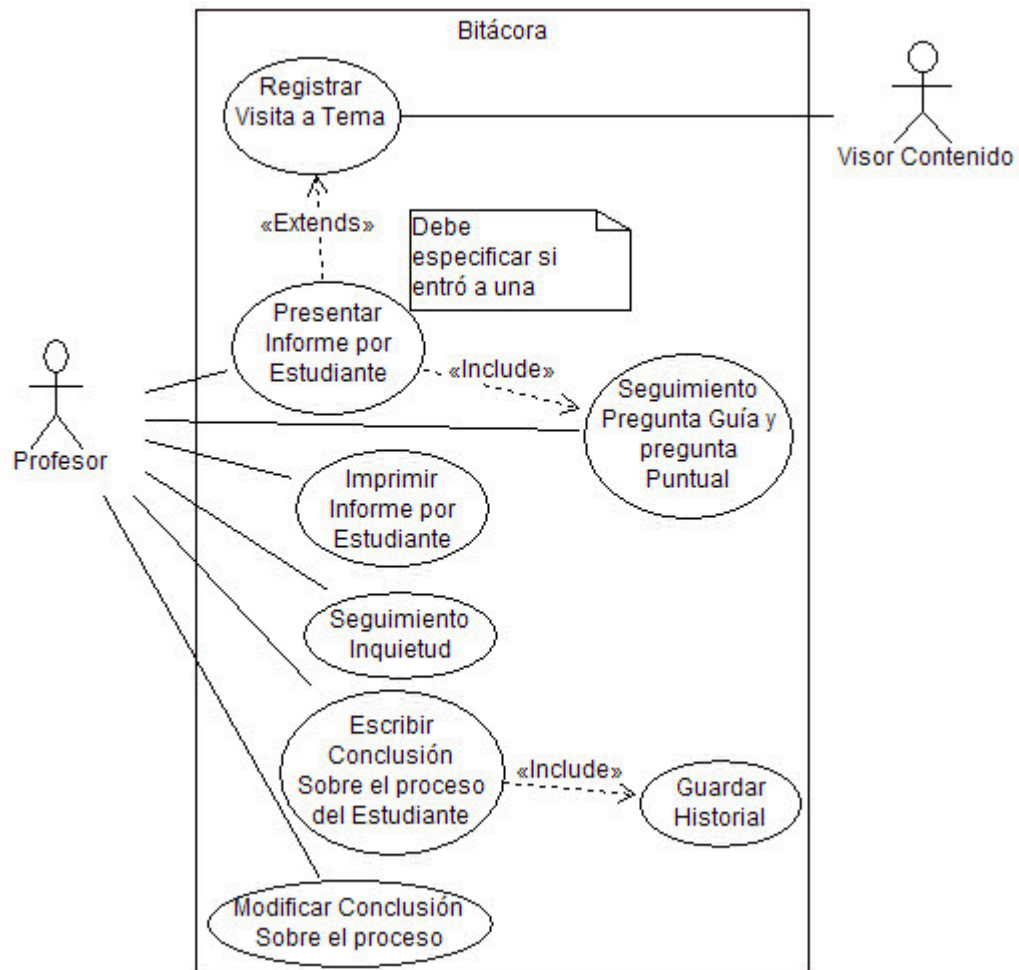
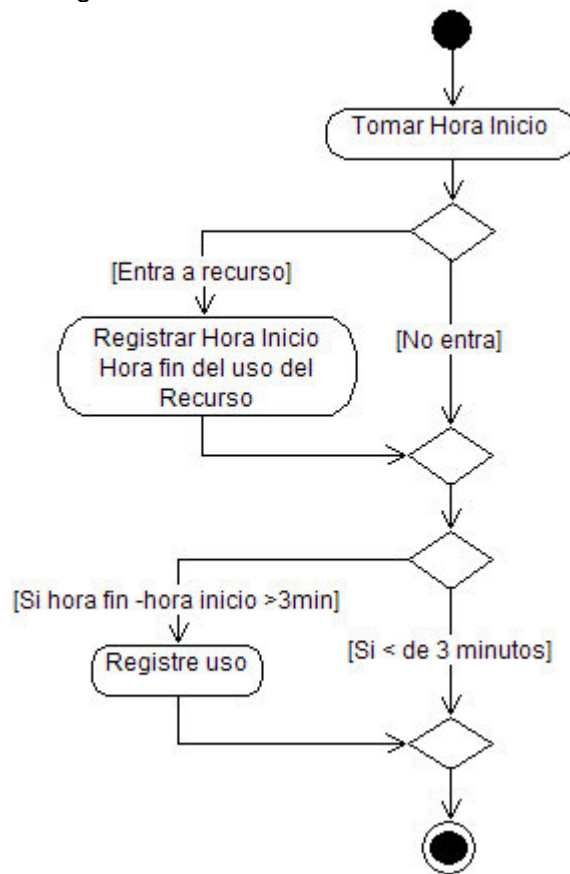
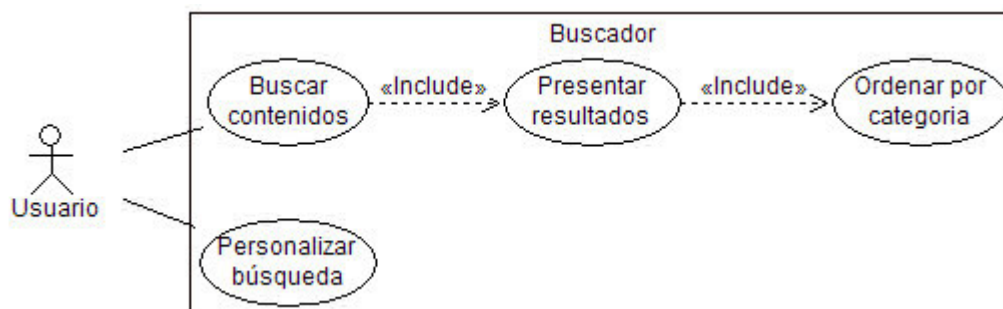


Diagrama de actividad: Registrar visita a un tema

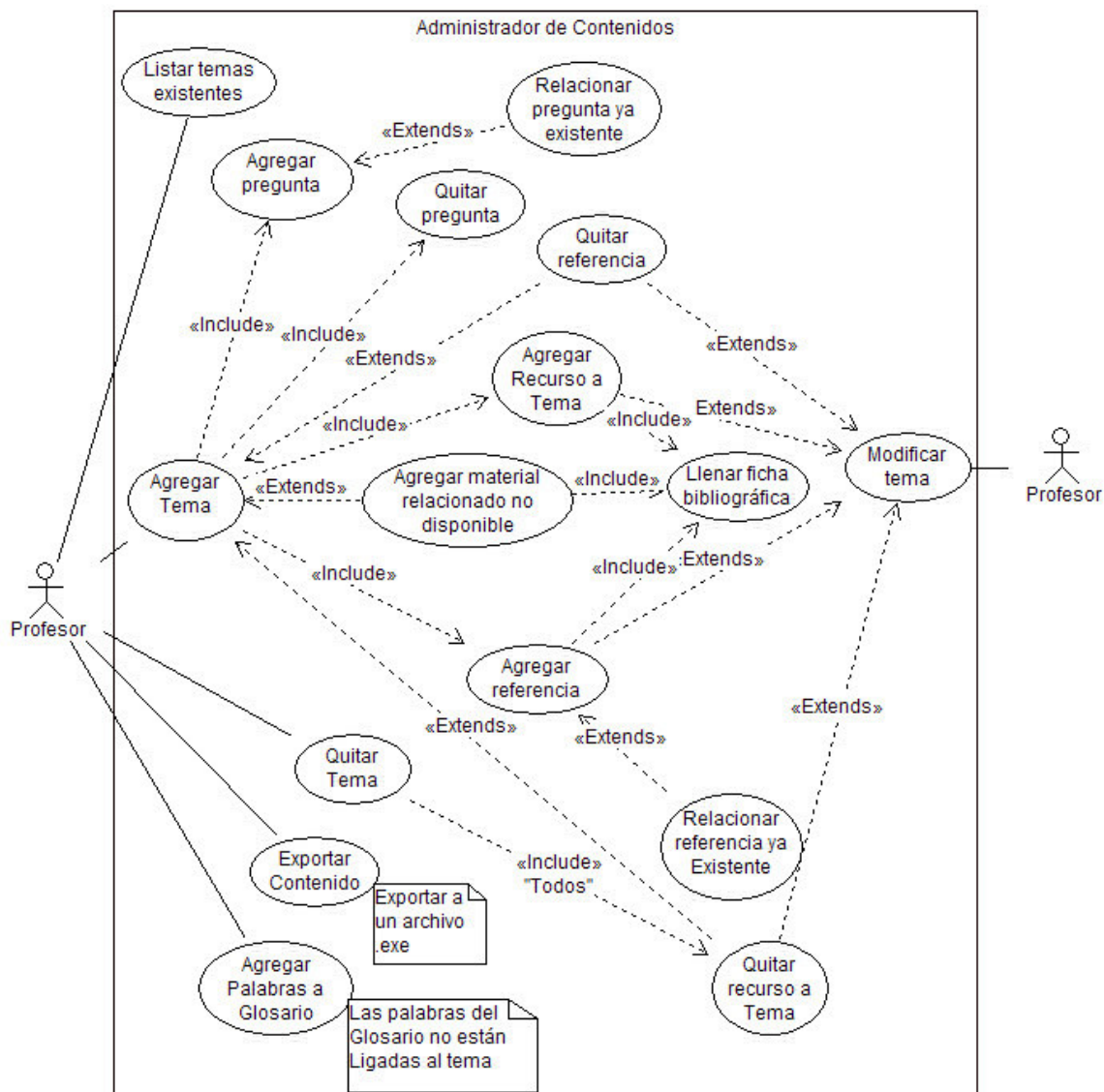


4.6.2.14 Buscador



4.6.2.15 Administrador de contenidos

Permite gestionar los temas y materiales de consulta que van a estar disponibles en el software.



4.6.2.16 Visor de contenidos y material de consulta

Posee las mismas opciones que el del estudiante

4.6.2.17 Árbol de contenidos

Permite visualizar al usuario los contenidos en forma de árbol. Al profesor le permite ver las clases programadas, éstas son temas filtrados para los estudiantes.

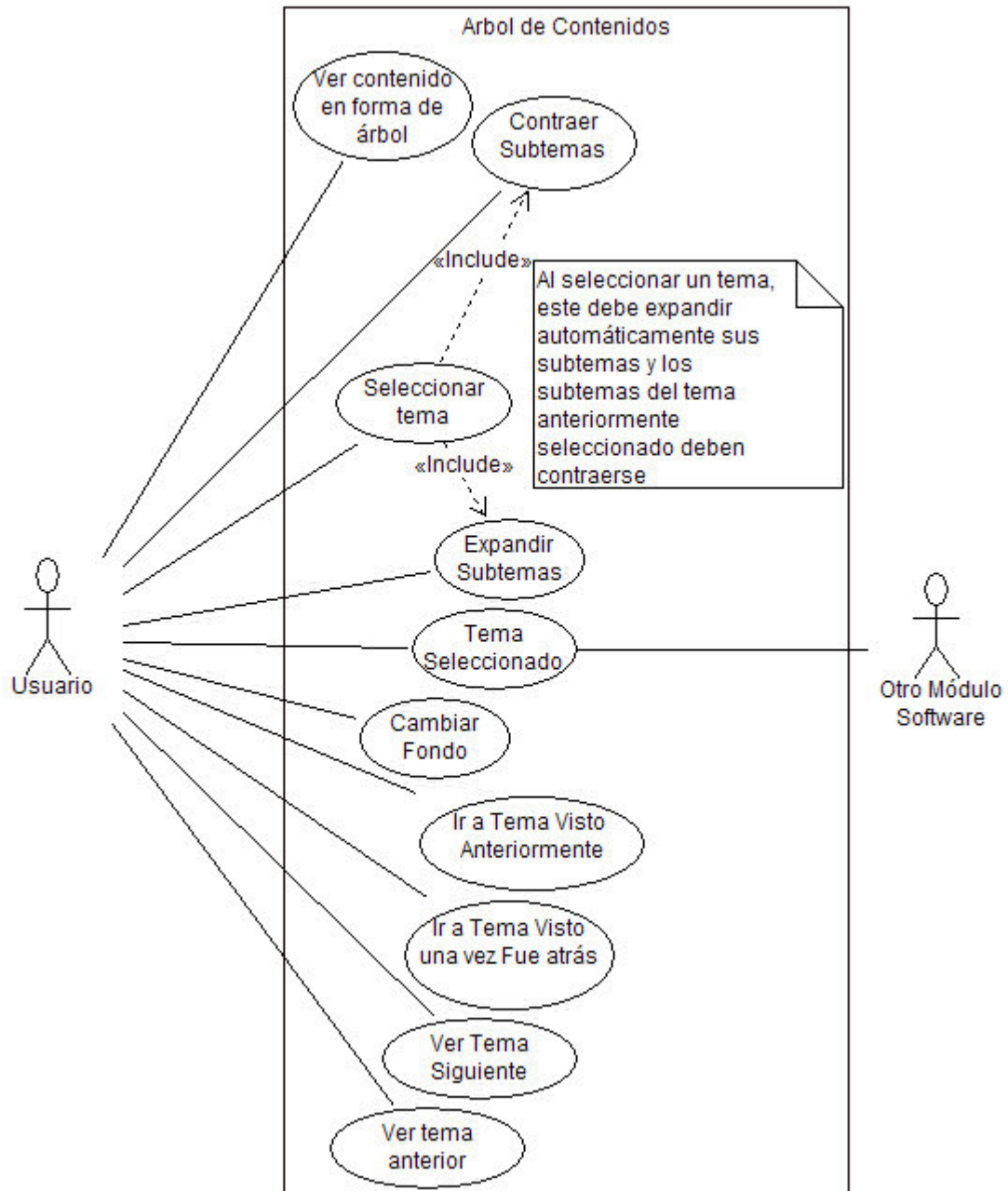
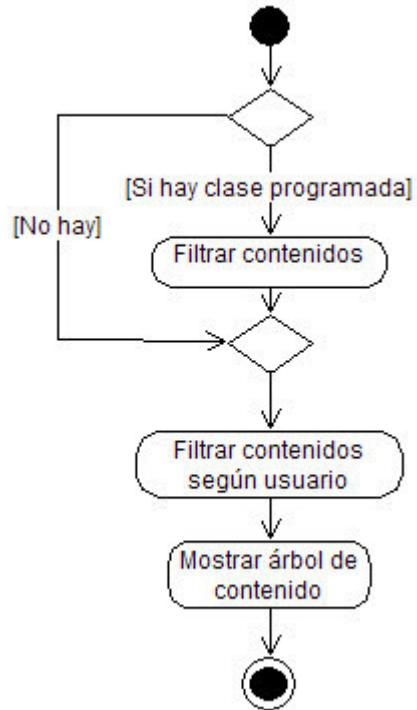
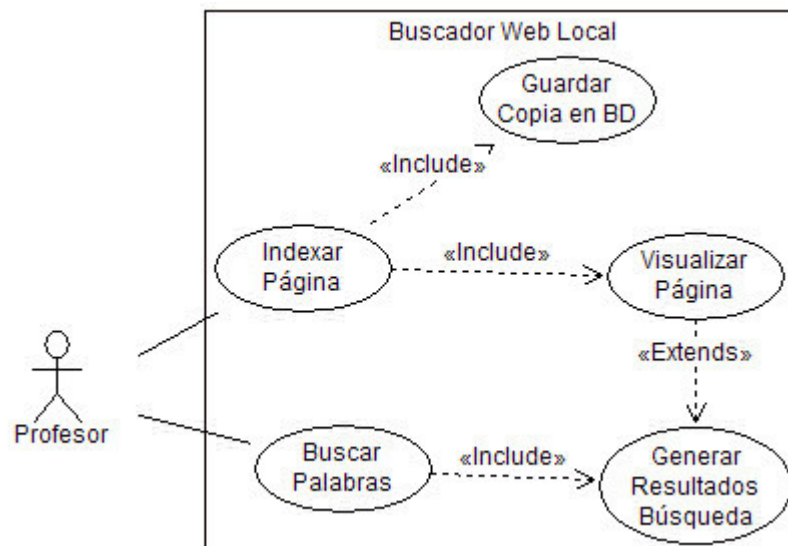


Diagrama de actividad: Mostrar tema según el usuario.



4.6.2.18 Buscador Web Local



4.6.3 Recomendación

Los MADS pueden tener tres presentaciones, una dirigida a la institución, otra al profesor y otra al estudiante. No queriendo decir con esto que se trata de tres productos, sino de uno que ofrece facilidades particulares a cada uno de los tres agentes (estudiante, profesor e institución), para el cumplimiento de sus tareas particulares y para aportar mancomunadamente al proyecto común. La versión del estudiante está orientada a facilitar su estudio con propósitos de formación y de aprendizaje. La del profesor, a apoyarle el atender sus preocupaciones por la organización del conocimiento y la orientación del proceso de aprendizaje. La versión institucional debe aportar a la creación de un ambiente de comunicación estudiante-profesor, estudiante-estudiante y a la gestión del proceso educativo, facilitando la evaluación con propósito de formación y aprendizaje y no tanto de calificación; además, debe repotenciar los servicios de las otras dos versiones en la medida que integra y comunica agentes y máquinas.

4.7 DISEÑO

El propósito de trabajo, como se plantea en los objetivos es un diseño básico de los ambientes, el cual consta de unas orientaciones generales para el diseño de los ambientes, los componentes básicos y unas orientaciones para el diseño de la interfaz.

4.7.1 Orientaciones generales de diseño

- ✓ El diseño debe ser orientado a objetos y basado en componentes.
- ✓ Cada componente debe tener una arquitectura multicapa. En la capa de interfaz con el usuario, el ambiente debe ser adecuada para cada grado y área, teniendo en cuenta fondo, color, fuente y tamaño de la letra, por lo tanto cada componente debe permitir esto mismo.
- ✓ El acceso a la base de datos debe ser a través de un componente, para posibilitar futuros cambios de motor de base de datos, al igual que los posibles cambios en la estructura de ésta.
- ✓ Se debe sacrificar un poco el número de funciones que implementa el software por la sencillez de su uso.

4.7.2 Diseño de componentes

Como se mencionó en las orientaciones generales, el diseño debe ser basado en componentes, a continuación se presentan los componentes mínimos que deben tener los ambientes, los cuales deben ser altamente reutilizables para poder ser utilizados en otro software de este tipo.

Los componentes pueden tener funcionalidades que no sean utilizadas dentro de estos ambientes, pero que se implementan para permitir su reusabilidad.

Pueden tener funcionalidades que no sean usadas a través de dicho componente sino a través de otros componentes. Por ejemplo, el árbol de contenidos implementa la funcionalidad de “ver tema anterior y ver tema siguiente pero estas opciones son accesibles al usuario a través del visor de contenidos

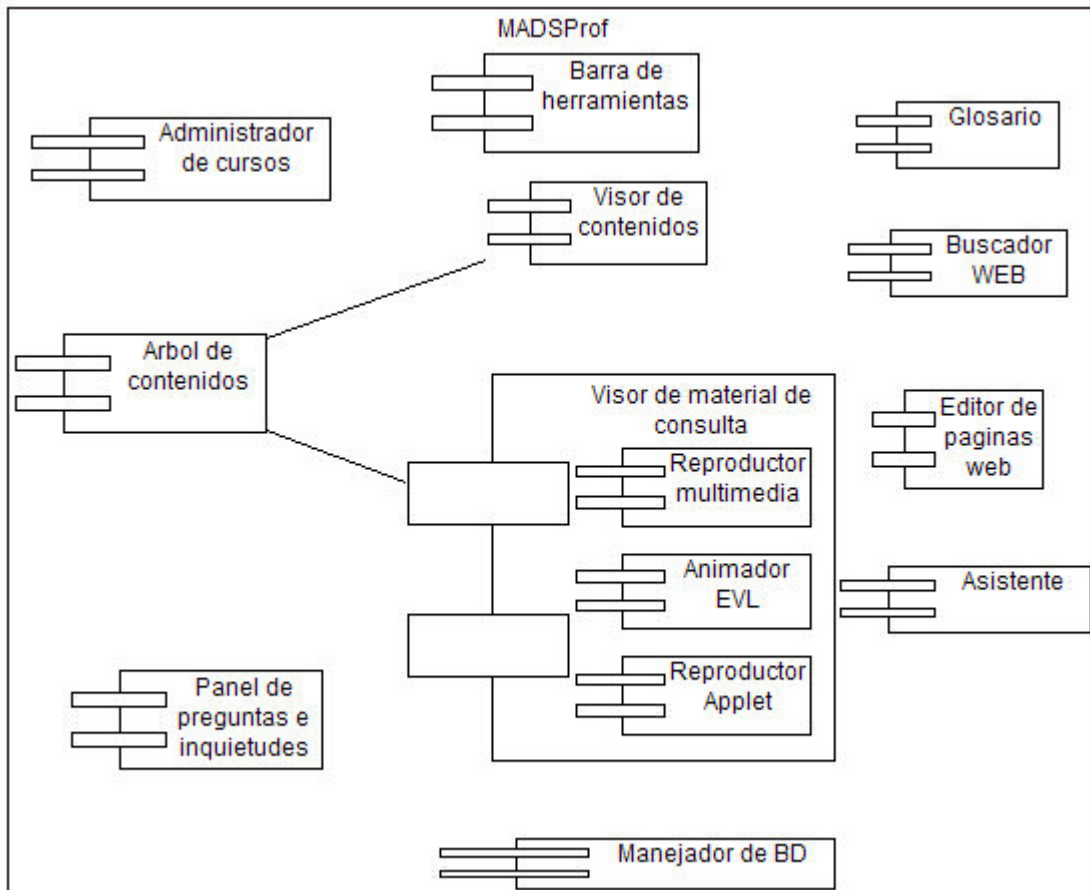


Figura 14: Componentes básicos de software

4.7.2.1 Administrador de cursos

Este componente debe permitir los requisitos planteados en el diagrama de casos de uso “administrador de cursos” y otras funciones como las de crear estudiante y generar la estructura de los cursos. Además, debe permitir visualizar los cursos existentes.

4.7.2.2 Árbol de Contenidos

Este componente debe permitir mostrar contenidos (temas, subtemas) en forma árbol. Al igual que los otros componentes visuales debe tener diferentes presentaciones según la edad del usuario.

4.7.2.3 Visor de Contenidos

Permite visualizar páginas HTML que corresponden a los temas que contiene el ambiente. Se debe poder personalizar según la edad del usuario.

4.7.2.4 Visor de Material de Consulta

Es un panel que permite listar los materiales de consulta, disponibles y no disponibles, clasificados según su tipo. Está conformado por otros componentes que reproducen los diferentes tipos de archivos. Tiene incorporado reproductores para los diferentes tipos de recursos, éstos deben aparecer clasificados según el tipo.

4.7.2.5 Barra de Herramientas

Este componente permite el acceso a las diferentes opciones del software, la visualización de éstos varía según la edad del usuario, es decir, los iconos para un niño deben ser grandes.

4.7.2.6 Glosario

Hace las veces de un diccionario, en el cual puede encontrar los significados de palabras. Para futuros desarrollar podría permitir funcionalidades para la búsqueda de sinónimos y antónimos.

4.7.2.7 Buscador Web

Este componente debe implementar todos los casos de uso especificados en el módulo “Buscador Web”. Al ser utilizado en un software debe permitir la indexación y búsqueda de páginas web almacenadas en el disco duro.

4.7.2.8 Editor de páginas web

Este componente debe implementar todos los casos de uso especificados en el módulo “Editor de página web”. Al ser utilizado en un software debe permitir crear páginas HTML a un usuario con conocimientos básicos en área.

4.7.2.9 Panel de preguntas e inquietudes

Es un panel creado para el diálogo con el usuario, en este sentido debe admitir enviar mensajes de texto al usuario y captura de información. Debe permitir la personalización de su presentación, por ejemplo del texto que aparece en los botones, según la función que cumple.

4.7.2.10 Manejador de la Base de Datos

Es un componente que da acceso a la información contenida en la base de datos y genera las estructuras necesarias para el funcionamiento del software. Al cambiar el motor de base de datos, el único cambio que sufre el software es el reemplazo de este componente por el otro que permita acceder a la base de datos, de igual manera sucedería si se cambia la estructura de la base de datos. Este componente separa completamente el acceso a los datos del resto del software.

4.7.3 Diseño de interfaz

No se pretende un diseño exhaustivo de la interfaz de los ambientes, sólo unas orientaciones de qué debe presentar y cuándo lo debe realizar. Se recomienda realizar un proyecto de pregrado con estudiantes de diseño industrial, el cual a partir de estas orientaciones debe presentar algunos bosquejos para su discusión y resultado, para finalmente definir y elaborar el diseño final.

Los requisitos mínimos son:

- ✓ El diseño debe contemplar que los usuarios deben tener una interfaz diferente según la edad.
- ✓ El material de consulta asociado al tema mostrado en el visor de contenidos, deben estar siempre a la vista y disponibles para acceder a éstos.
- ✓ La imagen institucional siempre debe estar visible y tener la siguiente estructura (Grupo SIMON de Investigación - Universidad Industrial de Santander. Colombia. Año)
- ✓ El panel de preguntas e inquietudes aparece cuando se necesite enviar un mensaje al estudiante o para sugerirle que conteste las preguntas guías y puntuales.

La distribución de los objetos puede variar, lo que se quiere mostrar, es la distribución general de la pantalla principal y sus componentes esenciales.

4.7.3.1 Bosquejo de Pantalla Principal

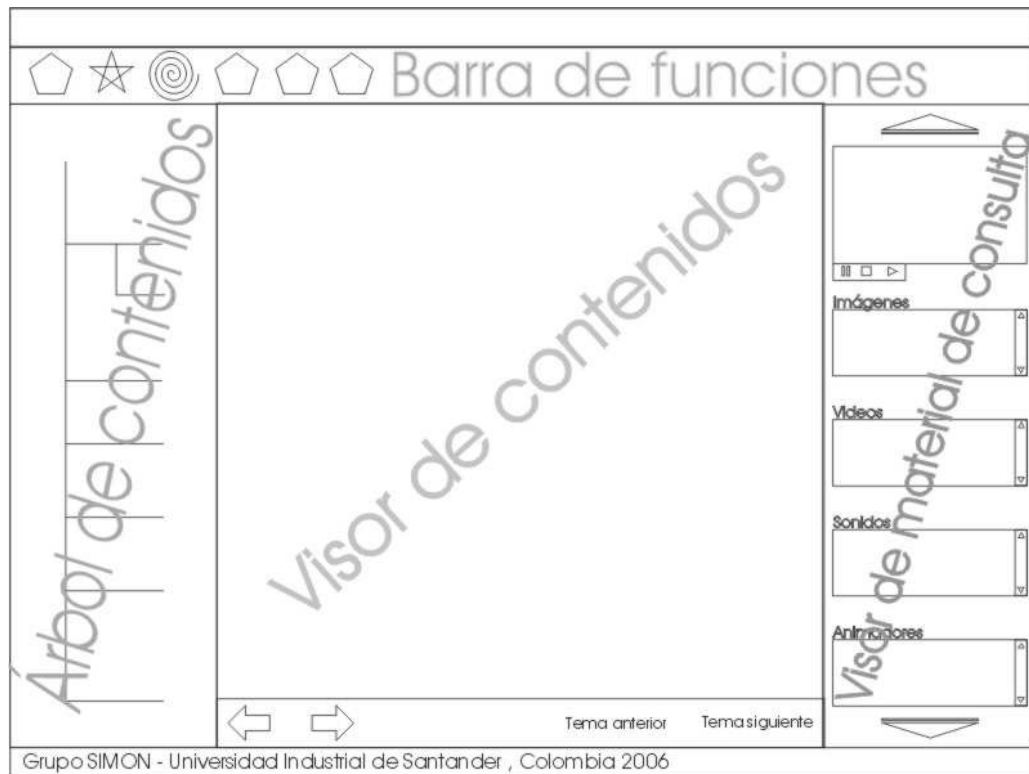


Figura 15: Bosquejo de pantalla principal

Barra de funciones

Es una única barra que condensa la de herramientas y la de menú que dependiendo de las edades del usuario se configura, por ejemplo, para un usuario de corta edad se le daría acceso a las funciones a través de iconos grandes; para un usuario de edad mayor que el anterior, el acceso a las funciones sería a través de iconos más pequeños y un menú textual.

Esta barra debe permanecer siempre visible.

Árbol de contenidos

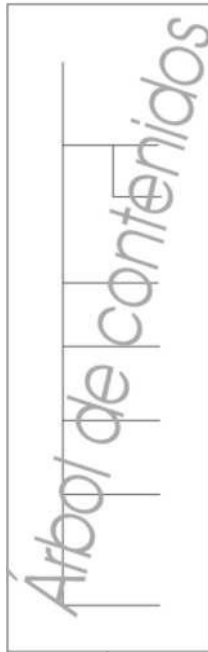


Figura 16: Árbol de contenidos

Permite visualizar los temas que están incluidos dentro del software, cada tema tiene un icono asociado que representa su tipo, por ejemplo: tema general, experimento, clase programada. En la Figura 17 se aprecia que el icono cambia si el tema está abierto o cerrado; la primera parte de la imagen muestra como sería para los usuarios de menor edad y el segundo para los de edades mayores.

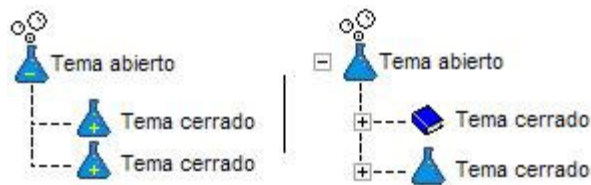


Figura 17: Botones del árbol

Este árbol debe tener la opción de ocultarse según la necesidad del usuario, dejando un borde para reestablecerlo. Además, debe guardar un historial de los temas vistos para que cuando el visor de contenidos le informe que el usuario desea ver un tema visto.

Panel de preguntas e inquietudes:

A rectangular panel with a close button (X) in the top right corner. It contains two horizontal input fields, each with a small vertical scroll bar on its right side. The second input field is slightly offset to the right.

Figura 18: Panel de preguntas e inquietudes

Este panel debe servir tanto para mostrar mensajes de texto como para capturar información. A través de éste, el software presenta la pregunta guía o puntual al usuario y por este mismo panel el estudiante le envía inquietudes al profesor. Además, este panel le permite al estudiante visualizar cualquier mensaje emergente.

Se debe poder plegar hacia abajo, según la necesidad del usuario. A diferencia del árbol de contenidos y del visor de material de consulta, éste se superpone a los otros componentes de la pantalla.

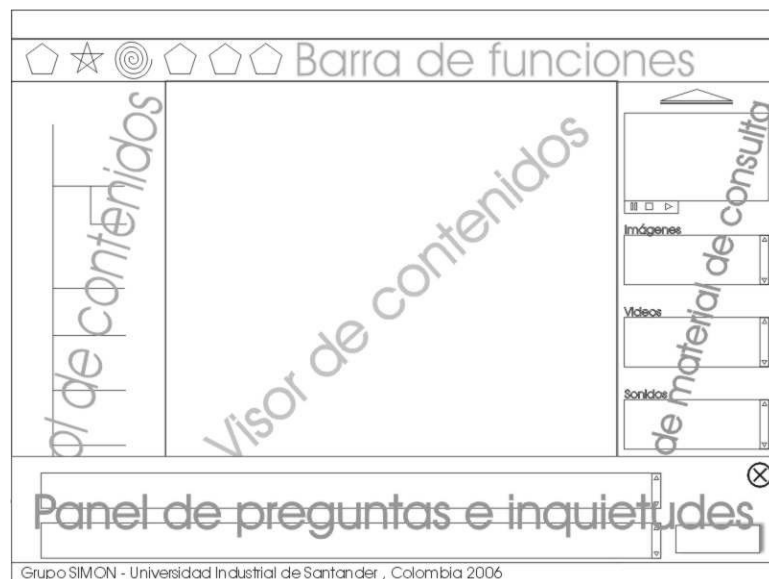


Figura 19: Vista de la pantalla principal con panel de preguntas e inquietudes

Visor de material de consulta

Este panel lista el material de consulta relacionado a un tema. Deben aparecer activos los materiales disponibles y deshabilitados los no disponibles.

Al hacer clic derecho sobre un elemento debe mostrar un menú contextual en el aparezca la opción ficha bibliográfica

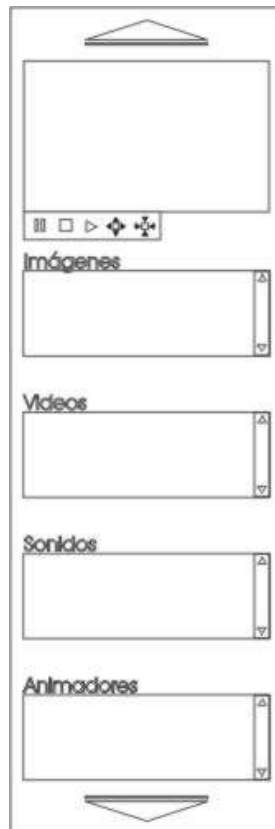


Figura 20: Visor de Material de consulta

Si el usuario desea maximizar el reproductor, este se debe sobreponer como muestra la Figura 21:

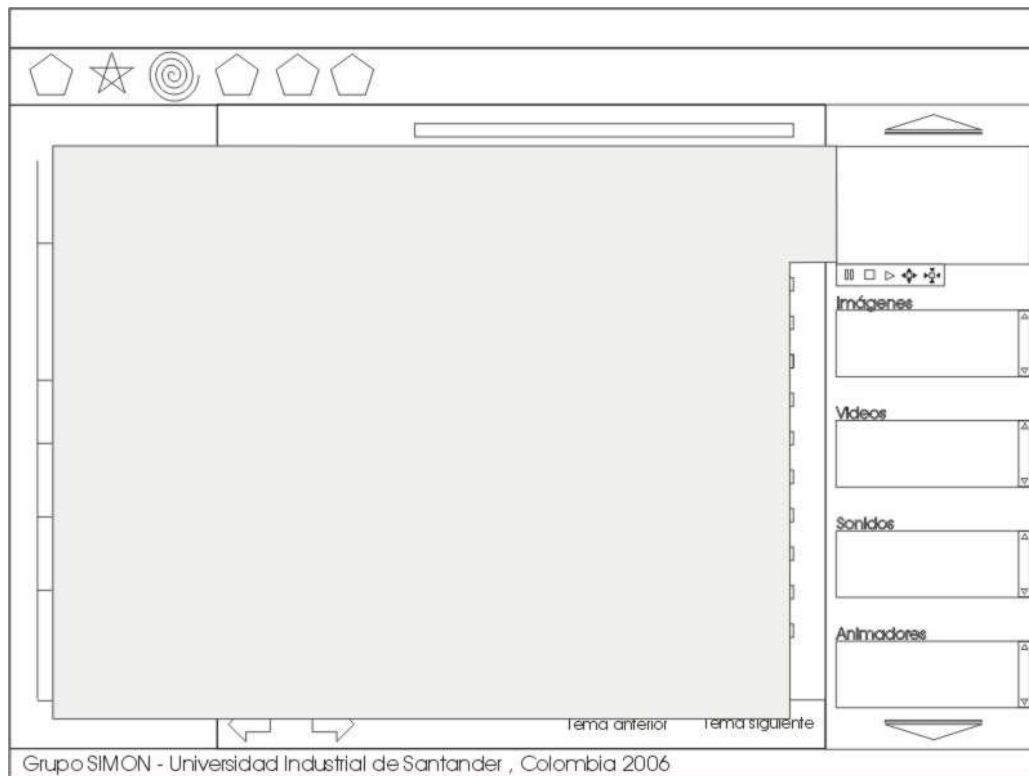


Figura 21: Vista del reproductor maximizado

Obsérvese que no oculta toda la pantalla, esto es para recordar al usuario que éste recurso está contenido en el tema que está actualmente.

Visor de contenidos

Este componente es el que debe tener más espacio en pantalla, ya que es el que permite visualizar los contenidos. Debe permanecer siempre visible, excepto cuando el usuario maximiza la visualización de un recurso. Debe tener botones para ir al tema visto anteriormente, al tema visto una vez fue atrás, tema anterior y tema siguiente. El visor de contenidos no implementa estas funciones, solamente le informa al árbol de contenidos lo que el usuario desea hacer. Se sugiere que estos botones sean un código HTML que se le agregue automáticamente a la página al ser visualizada.



Figura 22: Visor de contenidos

4.8 REFERENCIAS

ALCANTUD, F. (2000): Nuevas Tecnologías, Viejas Esperanzas. En VVAA. Nuevas Tecnologías, Viejas Esperanzas: las nuevas tecnologías en el ámbito de la discapacidad y las necesidades educativas especiales. Murcia: Consejería de Educación y Universidades.

CATALDI Z., LAGE F., et al. (2000). Evaluación contextualizada de software educativo. CACIC 2000, VI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, 2-7 de octubre, Ushuaia. Disponible en: <http://www.fi.uba.ar/laboratorios/lsi/c-evaluacioncontextualizada-cacic2000.pdf>

CEJA Luis. "Nuevos ambientes de aprendizaje en el desarrollo del alumno En La UPIICSA". http://www.somece.org.mx/memorias/2000/docs/313._OC

COVA, Angela y ARRIETA, Xiomara. (2005). Referentes Teóricos para el diseño y evaluación de software de apoyo a la enseñanza- Aprendizaje de la Física. Este trabajo forma parte del proyecto de Investigación N° 0463-05, financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH), de la Universidad de Carabobo, Venezuela.
<http://www.efis.ucr.ac.cr/varios/ponencias/9referentes%20teoricos.pdf>

CHIARANI Marcela, PIANUCCI Irma, LUCERO Margarita y TERRANOVA Mariano. (2005) Evaluación de Software Educativo a través de Internet. Primeras Jornadas de Educación en Informática y TICs. Argentina

GALVIS, A. H. (1994). Ingeniería de Software Educativo. Santafé de Bogotá, Colombia: Ediciones Uniandes.

GÓMEZ DEL CASTILLO Maria. (1998). Un ejemplo de evaluación de software educativo multimedia. Escuela de Magisterio Cardenal Spínola. Universidad de Sevilla. España. Disponible en http://www.ieev.uma.es/edutec97/edu97_c3/2-3-03.htm

GONZÁLEZ Miguel. (1998). Evaluación de software educativo: orientaciones para su uso pedagógico. Universidad EAFIT. Proyecto Conexiones Medellín. Colombia. Disponible en:
<http://discovery.chillan.plaza.cl/~uape/actividades/etapa2/software/doc/evalse.htm>

GROS, Begoña. (1997). Diseños y Programas Educativos. Pautas pedagógicas para la elaboración de software. España: Editorial Ariel. SA.

_____; RODRÍGUEZ, José Luís.(1998) Ficha de evaluación de programas educativos de ordenador. Universidad Autónoma de Barcelona. España.

MARQUÈS, Pere (1995).Software Educativo: guía de uso, metodología de diseño. Barcelona: Editorial ESTEL.

_____ (1998).Ficha de Catalogación y Evaluación Multimedia. Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación, Universidad Autónoma de Barcelona. España. Disponible en <http://www.xtec.es/~pmarques/edusoft.htm>

_____ (1999) “Criterios de evaluación” . Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación, Universidad Autónoma de Barcelona. España. <http://www.xtec.es/~pmarques/edusoft.htm>

_____ (2005).Entornos formativos multimedia: elementos, plantillas de evaluación/criterios de calidad. Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación, Universidad Autónoma de Barcelona. España. <http://www.xtec.es/~pmarques/edusoft.htm>

MORALES, Cesáreo., CARMONA, V., ESPÍRITU, S. y GONZÁLEZ, I. (2004). “Modelo de Evaluación de Software Educativo”. [Documento en línea]. Disponible en: <http://investigacion.ilce.edu.mx/dice/proyectos/evaluacion/modelo.htm> Consulta: 10-04-04

DUARTE Vitor, DUQUE J, COSTA F (2000). “Interactive Modelling with Matematics, Modelus 2.0”, faculty of Sciences and Tecnology, New University of Portugal.

ESQUEMBRE, Francisco. (2000). “Easy Java Simulations – EJS.” , Universidad de Murcia, España.

SANTOS, Miguel Angel. (1998) “Evaluación Educativa 2”. Editorial: Magisterio del Río de La Plata

VILLAR, M; MÍNGUEZ, E. (1998). Guía de evaluación de software educativo. Grupo ORIXE. Euskadi.

CAPÍTULO 5.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

La experiencia de investigación acción de esta tesis deja ver que existen prometedoras posibilidades para que en una dinámica de formulación y reformulación en la acción del difundir la D.S en las escuelas Colombianas, se aporte significativamente desde la informática y el pensamiento sistémico, al cambio y en el cambio de la educación.

La experiencia de campo que con la orientación de esta tesis y con la colaboración de un destacado colectivo del grupo SIMON, de más de 200 escuelas de 5 departamentos y más de 2000 profesores, se realizó en marco del convenio CPE-UIS; permite afirmar que la estrategia de llevar la D.S a las escuelas haciendo parte de un proyecto de informática en la educación, facilita este llevar y hace a las escuelas y sus comunidades receptivas a estas propuestas de mejoramiento e innovación pedagógica.

Las experiencias, que acompañando a los profesores se desarrollaron con los niños y jóvenes de las escuelas de la ciudad y el campo Colombiano, dejan ver que, independiente del contacto que estos niños y jóvenes hayan tenido con las TI, su espíritu de investigadores, propio de su edad, los motiva para acoger rápidamente la propuesta de la D.S y ágilmente operan con las herramientas disfrutando de las posibilidades de la experimentación simulada.

La reflexión sobre las experiencias Internacionales y las del grupo SIMON en los primeros 10 años y en las actividades de campo, en el marco de esta tesis, constituyeron la principal fuente que dio forma y contenido a esta propuesta. Continuar esta reflexión se considera fundamental para el enriquecimiento de la misma.

Desarrollar la herramienta software MADS en el marco de un macroproyecto que integre de manera organizada los aportes de diferentes trabajos de pregrado en ingeniería de sistemas, diseño industrial y licenciatura, guiados por el análisis y diseño formulados en esta tesis.

Desarrollar la propuesta de proyecto de pregrado para construir el sitio Web de apoyo para la difusión de la D.S y las actividades de Red de la comunidad de profesores y estudiantes que con el apoyo de la Universidad se van apropiando del PDS, y la D.S

Continuar el estudio y seguimiento de las experiencias a nivel internacional y local como fuentes de aportes al enriquecimiento de la propuesta.

Promover esta propuesta como proyecto estratégico de la comunidad Colombiana y latinoamericana de D.S estableciendo mecanismos de participación y apoyo.

Reflexionar sobre la propuesta a la luz del informe final del convenio CPE-UIS 2006, para enriquecerla y hacerla guía del acompañamiento de las 300 escuelas que

incluirá el convenio 2007, garantizando su apropiación por el colectivo de tutores que desarrollen las actividades de campo.

En el marco del convenio CPE-UIS 2007 establecer mecanismos de colaboración y seguimiento a las escuelas acompañadas en el 2006, para apreciar la sostenibilidad o no de los logros del año de acompañamiento.

6 ANEXOS

PONENCIAS PRESENTADAS EN CONGRESOS

Ideas para una Dinámica de Sistemas desde primer grado

Una experiencia de difusión de la Dinámica de Sistemas en la educación de 1 a 11 grado. Hacia la construcción de una propuesta

ACTIVIDADES LÚDICAS

Juego de Entrada/Salida

El juego de los Mamuts

Juego de la Epidemia

EVALUACIÓN DE SOFTWARE

MacMedia 1.0

MAC 6-7 Versión 1.0

MAC 8-9

MAC 4-5

MacMedia 2.0

MAC 6-7 Versión 2.0

MacPrimaria

HCAEAD

Evaluación de los MACs realizadas por los profesores del convenio CPE-UIS 2006.

AGENDAS DE LAS ACTIVIDADES DE CAMPO CONVENIO CPE-UIS 2006.

Primera jornada

Segunda jornada

Tercera jornada

Cuarta Jornada

Quinta Jornada

FORMATOS DE ENCUESTAS Y RESULTADOS DE ÉSTAS, REALIZADAS A LOS PROFESORES DEL CONVENIO CPE-UIS 2006.

EJEMPLO DE CLASE INTEGRADA CON D.S - CAMBIO DE ESTADO DE UNA SUSTANCIA

6.1 PONENCIAS PRESENTADAS EN CONGRESOS

6.1.1 Ponencia presenta en el III Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas

Ideas para una Dinámica de Sistemas en la Educación desde el primer grado.

Andrade Sosa Hugo Hernando, Navas Garnica Ximena Marcela.
handrade@uis.edu.co
Universidad Industrial de Santander

Resumen*— Este artículo procura presentar a la comunidad latinoamericana una revisión general de las experiencias de la Dinámica de Sistemas (D.S) en la educación desde kinder hasta doceavo grado, como sustento para construir y formalizar la aplicación de una D.S para la educación en Latinoamérica desde el primer grado.

Se inicia con las voces de los gestores y los fundamentos que ha guiado la D.S en la educación de 1975 a 2003, para hacer un llamado a la comunidad a revisar las experiencias, en procura de construir una D.S para la educación dirigida principalmente a los niños y jóvenes y sus profesores. Se cierra proponiendo algunos interrogantes y tareas para la comunidad Dinámico-Sistémica de Latinoamérica.

Índice de Términos—Dinámica de Sistemas, Educación, Modelos, Modelado y Simulación, Simulación

Introducción

Se presenta a continuación la revisión de algunos de los planteamientos y experiencias de la aplicación de la D.S a la educación, basado en los artículos de Janet M. Gould-Kreutzer [1] “Los primeros pasos de la D.S. en la educación”, Jay Forrester [2] “Dinámica de Sistemas y Aprendizaje Centrado en el Estudiante desde párvulos hasta doceavo grado de educación”, Barry Richmond [3], “Pensamiento Sistémico: Habilidades de Pensamiento Crítico para los 90s y más Allá”, David Ford [4] “Dinámica de Sistemas como una Estrategia para Aprender a Aprender”, Less

* Esta ponencia se presenta en nombre de la Universidad Industrial de Santander, por integrantes del grupo SIMON de Investigación en Modelamiento y Simulación, adscrito a la Escuela de Ingeniería de Sistema e Informática. Bucaramanga, Colombia. En el marco del Tercer Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas, Cartagena, Colombia. 2005

Mayor información sobre este trabajo y demás labores del grupo SIMON:
www.uis.edu.co/investigacion/grupos/paginas/simon/indexie.html , handrade_sosa@hotmail.com ,
ximena_navasg@yahoo.com.mx

Stuntz, Debra Lyneis y George Richardson [5] “El Futuro de la D.S. y el Aprendizaje Centrado en el Aprendizaje en la Educación de K-12” y en Colombia Hugo H. Andrade y Carlos Parra [6] “Esbozo de una Propuesta de Modelo Educativo Centrado en los Procesos de Pensamiento”, Hugo Andrade y Ximena Marcela Navas [7] “La Informática y el cambio en la educación -Una Propuesta Ilustrada con Ambientes de Modelado y Simulación con Dinámica de Sistemas: Proyecto MAC-; Hugo Andrade, Marlene Guerrero, Oscar Vargas y Luis Carlos Gómez, [8] “MAC 6-7 2.0 Micromundo para el Aprendizaje de Ciencias de la Naturaleza de Sexto y Séptimo grado”

El propósito de esta revisión es motivar en la comunidad latinoamericana una revisión general de las experiencias propias y ajenas de la D.S en la educación desde kinder hasta doceavo grado, como sustento para construir y formalizar la aplicación de una D.S para la educación en Latinoamérica desde el primer grado. Se inicia con las voces de los gestores y los fundamentos que ha guiado la D.S en la educación de 1975 a 2003, para hacer un llamado a la comunidad a revisar las experiencias, en procura de construir una D.S para la educación dirigida principalmente a los niños y jóvenes y sus profesores. Se cierra proponiendo algunos interrogantes y tareas para la comunidad Dinámico-Sistémica de Latinoamérica.

Dinámica de Sistemas en la educación

Como eje de esta revisión se asume el artículo de Gould-Kreutzer [1] ampliando las menciones que la autora hace sobre los planteamientos de Forrester [2] y Nancy Roberts, integrando la propuesta de Ford [4] para desarrollar las habilidades de aprendizaje mediante la experimentación simulada en administradores²² y estudiantes, basadas en las 7 habilidades o formas de pensamiento Dinámico-Sistémicas propuestas por Richmond, lo anterior complementado con el esbozo de propuesta educativa centrada en los procesos de pensamiento, como una estrategia de intervención en la dinámica educativa desde 1 a 11 grado, así mismo considerando los planteamientos de un grupo de profesores de escuelas y profesionales de la D.S sobre el futuro de la D.S. en preescolar hasta el doceavo grado de educación. (K-12) en EEUU; integrando las ideas sobre educación, informática, el Cambio y el Pensamiento Sistémico (P.S), para proponer una estrategia de intervención en la dinámica educativa, en la cual adquiere sentido el uso de herramientas software que con facilidades para el modelado y la simulación con D.S, posibilitan pensar y desarrollar acciones no sólo para aprender sino principalmente para aprender a aprender. Esta estrategia se ilustra con la presentación del proyecto MAC, Micromundos de simulación para el Aprendizaje de

²² Funcionarios de las organizaciones con cargos de planeación, dirección y control

Ciencias de la naturaleza de 1 a 11 grado; ilustrando la anterior propuesta con el software MAC 6-7 2.0.

Gould-Kreutzer recopila en su artículo información que proporciona diversas visiones y experiencias de la introducción de la D.S y el P.S en la educación, clasificándola en dos grupos, los planteamientos relacionados con la educación de los niños y jóvenes (8 a 18 años) y los relacionados con el nivel universitario.

Inicia su revisión con una breve introducción en la cual expresa que el incremento de actividades que combinan D.S. y educación ha sido posible, en parte gracias a la revolución tecnológica de los computadores ocurrida en los diez años que preceden a su publicación. La D.S en un principio fue enseñada solamente a universitarios, pero gracias al desarrollo de los computadores, se logró introducir a los niños y jóvenes estudiantes. Este desarrollo permitió la creación de ambientes de experimentación basados en modelos dinámicos de simulación, que les facilitan a los estudiantes explorar nuevas ideas y pensar acerca del objeto de estudio. Además, estos ambientes incluyeron un asistente para el aprendizaje acerca de la estructura y el comportamiento del sistema; los aprendices fueron capaces de trabajar con variedad de modelos e identificar estructuras genéricas simples. Forrester [2], amplió esta idea al expresar que uno de los aspectos en los cuales se centra la D.S son las estructuras genéricas. Un pequeño número de estructuras relativamente sencillas que aparecen repetidamente en diferentes áreas, profesiones y escenarios de la vida real. Los estudiantes, mediante analogías e isomorfismos, transfieren sus conocimientos de un fenómeno a otro, esto les ayuda a romper las barreras entre las disciplinas y el aprendizaje en un campo se vuelve aplicable a otro.

Gould-Kreutzer reconoce que la introducción de la D.S. en la educación requiere aclarar una base conceptual más amplia a la cual pertenece ésta, el P.S, y comenta que no se tiene una clara definición de éste. Para su comunidad el P.S. corresponde a un mirar de los fenómenos como sistemas y en particular, como sistemas dinámicos; lo que hoy se denomina pensamiento dinámico-sistémico [9] cuyas formas más representativas son las planteadas por Barry Richmond [3] y señaladas por la autora: pensamiento dinámico, cíclico, genérico, estructural, operacional, continuo y científico, que a su vez se promueven usando D.S. Andrade y Parra [6], asumen las Formas de Pensamiento (F.P) en su propuesta de la siguiente manera:

- Pensamiento Dinámico (PD): Identifica patrones de comportamiento y los procesos cíclicos que lo sustentan. Se asocian ciclos causales con su comportamiento.
- Pensamiento Estructural (PE): Se concentra en la estructura del fenómeno: reconoce la causalidad entre los diversos elementos de un fenómeno. Identifica ciclos causales simples.

- Pensamiento Genérico (PG): Identifica similitudes y analogías entre fenómenos de naturaleza diferente (isomorfismos). Usa ejemplos causales. Se requiere de PE y PD.
- Pensamiento Operacional (PO): Implica cómo trabajan realmente las cosas y no cómo teóricamente lo hacen. Se prueban modelos causales en la computadora. De la mano con PE.
- Pensamiento Cíclico (PCI): Identifica la relación entre estructura del modelo y el comportamiento observado en el fenómeno. Explica modelos de sistemas. Va de la mano con el PD y PE.
- Pensamiento Continuo (PCO): Aprecia y explica los fenómenos como resultado de interdependencias continuas y no como hechos aislados. Se diseñan y construyen modelos, se manipulan micromundos basados en modelos de simulación.
- Pensamiento Científico (PC): Cuantifica variables, propone y evalúa hipótesis. Se manipulan modelos preconstruidos y se prueban modelos propios.

Continuando con la revisión, Gould-Kreutzer, en su historia de la D.S. en la educación, señala que Nancy Roberts en 1974 publica el primer artículo sobre el tema, y más tarde desarrolla una experiencia con estudiantes usando el software DYNAMO; organiza el primer curso para la formación de profesores y escribe la primera tesis doctoral en el campo en 1975. Forrester reafirma lo anterior, presenta a Roberts como la pionera en mostrar la D.S como un marco de trabajo para dar sentido a los hechos detallados [10]. Su trabajo, [11] señala la ventaja de invertir la secuencia de enseñanza tradicional, en la cual varios años de aprendizaje de datos y hechos preceden su uso, al presentar la síntesis en una temprana etapa de la experiencia del aprendiz. Tal síntesis puede ser basada en hechos que inclusive el estudiante de nivel básico ya ha acumulado durante su vida. En este mismo sentido, Forrester expone el problema que enfrenta la educación tradicional al no preparar a los estudiantes para hacerle frente a las necesidades de la sociedad. Además, propone un enfoque para una educación más efectiva teniendo como principios básicos la D.S y el aprendizaje centrado en el estudiante.

Ampliando las anteriores ideas, Stuntz, Lyneis y Richardson [5] expresan que las escuelas de hoy en día fueron diseñadas para satisfacer las necesidades de un amanecer de la sociedad industrial en América. Se preparaban estudiantes para ser los trabajadores productivos en las fábricas y las escuelas fueron actualizándose en los principios de la producción en masa, ideas que se extendieron y fueron cambiando a través de los países. En estas escuelas, un eficaz proceso de la cadena de producción, apuntaba a educar graduandos de consistente calidad uniforme. Los profesores fueron un engranaje en este proceso, podrían darles a sus estudiantes todo lo que ellos necesitaban conocer a cerca de cada grado a lo largo del camino. Fue un sistema que llenó las necesidades de ese tiempo.

Stuntz, Lyneis y Richardson reconocen que los tiempos han cambiado. Vivimos en una economía global de rápido cambio en donde la información y su accesibilidad está creciendo y la comunicación es instantánea. No podemos enseñarles a los estudiantes algo para que desempeñen un trabajo previsible. Ahora los estudiantes necesitan un gran conjunto de habilidades para prosperar hoy en día en esta economía cambiante. Aún más importante, necesitan un profundo entendimiento, ánimo y coraje para tratar efectivamente los complejos y crecientes problemas sociales, económicos, políticos y ambientales que nos rodean. Es tiempo para el cambio, para diseñar nuestras escuelas que reúnan las necesidades de hoy en día.

Las ideas de Stuntz, Lyneis y Richardson las continúan Andrade y Parra [6], donde exponen que todos somos productos del aprendizaje orientado a contenidos y dirigido por el profesor donde el salón de clase se organiza en filas, al frente está el profesor, cuyo trabajo es transmitir lo que sabe a los estudiantes y los contenidos vienen predeterminados de antemano para en el último año presentar una prueba de conocimientos. El trabajo del estudiante consiste en recibir la mayor cantidad de información que se le transmite, para lo cual debe "estar quieto y prestar atención". Según varios autores, este enfoque educativo refleja a la sociedad industrial, en donde la producción de bienes se realiza en masa y con cierto grado de especialización (al igual que sucede con los estudiantes y profesionales), pero marcha rezagada en cuanto a la capacidad de adaptación a condiciones cambiantes [12].

Asumiendo lo anterior, Andrade y Parra, formulan una propuesta de modelo educativo centrado en los procesos de pensamiento para la estructuración del conocimiento y la toma de decisiones con visión de futuro y no centrado en los contenidos. Este modelo integra tres componentes fundamentales: El paradigma de pensamiento (P.S), el enfoque educativo (constructivismo) y los medios (D.S). Andrade y Navas [7] continúan la formulación de éste modelo educativo y proponen centrar el proceso en el desarrollo de habilidades de pensamiento, combinando el P.S. con el enfoque constructivista para orientar la educación hacia "aprender a aprender" y motivar a los estudiantes a comprender fenómenos de diversa naturaleza, contemplando los elementos e interacciones que los describen como sistemas y que explican su evolución dinámica a través del tiempo; esperando así aportar en la formación de un espíritu crítico e investigador.

Andrade y Navas [7] retoman estos planteamientos para dar a conocer una propuesta de uso de micromundos de modelado y simulación con D.S, para el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en los grados 1 a 11, denominada proyecto MAC. La propuesta, surgió con el propósito de llevar las ideas del P.S a la educación y en particular, una expresión de este pensamiento, el Dinámico Sistémico, mediante el lenguaje de la D.S, lenguaje para el modelamiento y la simulación de fenómenos de diversa naturaleza. Es decir, al proyecto MAC lo motiva una preocupación por llevar un paradigma de pensamiento a través de una teoría

tecnológica instrumentalizada por la informática y el apoyar el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza.

Los MAC son herramientas para la acción y como tales no determinan lo que se ejecute con éstas, pero si están desarrolladas con la intención de posibilitar el pensar y diseñar la estrategia de cambio. Es decir, la herramienta así concebida, no sólo es un instrumento sino también un elemento del contexto en el cual es posible idear estrategias y proponer acciones acordes con la postura institucional frente a la educación y a la informática.

En particular estos productos integran: el uso de la multimedia, las bondades de los ambientes soportados en páginas web, las facilidades de comunicación y acceso a información vía internet, las potencialidades de la computación para simular fenómenos soportados en complejos modelos matemáticos y de esta manera crear ambientes de experimentación altamente interactivos y finalmente, las potencialidades de las herramientas para el modelamiento y la simulación con DS, que permiten orientar procesos de construcción y reconstrucción de conocimientos, herramientas que hasta el presente sólo han estado al alcance de cursos universitarios o de centros de investigación.

Andrade y Parra para instrumentalizar la propuesta, plantean un ambiente educativo informatizado, que más tarde, Andrade, Guerrero, Vargas y Gómez [8], formalizan en términos de producto software MAC 6-7 versión 2.0, perteneciente al macroproyecto MAC. Este software contiene tres niveles: Nivel Lector, Nivel Experimentador y Nivel Investigador. A partir de estos niveles se apoya el aprendizaje sobre fenómenos de interés y su estudio como sistemas con el soporte de las facilidades multimediales, de modo que el modelado y la experimentación se ven enriquecidos con textos, sonidos, vídeos, imágenes y animaciones.

El grupo Investigación en Modelamiento y Simulación (SIMON)²³ ha desarrollado hasta el momento, enmarcados en el macroproyecto MAC: MAC 4-5, MAC 6-7 1.0, MAC 8-9, MACMedia 1.0, MACMedia 2.0 y MAC 6-7 2.0, herramientas realizadas en medio de un proceso de análisis, diseño, desarrollo, evaluación y mejoramiento, conducentes a obtener productos software con alto nivel de acabado y coherentes con la propuesta pedagógica y propósitos educativos.

Reasumiendo el eje de esta revisión, Forrester plantea que el descontento de la sociedad con la educación se debe a la naturaleza fragmentaria del esquema tradicional, donde se divide el estudio de los fenómenos en materias separadas, que

²³ El Grupo SIMON está adscrito a la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Industrial de Santander (UIS). Bucaramanga – Colombia. Mayor información: <http://www.uis.edu.co/investigacion/grupos/paginas/simon/index.html>

en el mundo interactúan; es decir, se enseñan muestras estáticas y parciales del mundo cuando sus problemas son holísticos y dinámicos. La D.S y el aprendizaje centrado en el estudiante prometen fortalecer el proceso de aprendizaje para mejorar el alcance, la profundidad y el entendimiento en la educación. Además, este último cambia la función que viene desempeñando el profesor en la clase de recitador de datos. Los aprendices tienen la oportunidad de explorar, recopilar información, y lograr unidad con sus experiencias educativas. Un profesor en este escenario actúa como guía y como estudiante participativo, en lugar de ser una autoridad fuente de sabiduría.

Ampliando y apoyando las anteriores ideas, Stuntz, Lyneis y Richardson presentan otros beneficios del acercamiento de la D.S a la educación, no sólo enriquece el programa de estudios sino va más allá. Los estudiantes asumen la responsabilidad de su aprendizaje, la estructura de los cambios de la experiencia educativa. El profesor pasa de ser el único transmisor de todo el conocimiento para ser un guía que ayuda al estudiante a desarrollar las habilidades para construir su propio conocimiento. En una clase centrada en el aprendizaje los profesores y los estudiantes persiguen una idea, una habilidad, un entendimiento. Los profesores guían la necesidad de mejorar las habilidades mientras el estudiante lidia como investigador y explorador para avanzar. El estudio por grupos de estudiantes de D.S con las habilidades, perspectivas y responsabilidades permiten enfrentarlos efectivamente con problemas dinámicos de tipo social, económico y ambiental. Dar a ellos las herramientas y lenguajes comunes para aflorar y abrir discusiones de sus modelos mentales de problemas complejos, lo que les permite reconocer políticas alternativas para liderar la toma de decisiones fundamentadas. Así como los estudiantes entienden cómo trabajan los sistemas, desarrollan sus propios límites de espacio y de tiempo, obtienen una buena conciencia del efecto de sus propias acciones y de la interacción entre personas y entre los sistemas que los rodean. Aprenden a cerca de interdependencias, de soluciones a corto y largo plazo y de cómo pueden marcar la diferencia. En resumen, la D.S los hace buenos ciudadanos.

Andrade y Parra al igual que Stuntz, Lyneis y Richardson proponen nuevos roles para el profesor y el estudiante, expresan en su artículo que “El profesor provee de materiales y estrategias alternas para la construcción, con un contacto individual para cada alumno dentro del ambiente de educación; los estudiantes tienen la opción de trabajar en equipo o individualmente”, para que todo lo anterior sea viable, se requerirán no sólo cambios en los roles señalados, sino en los demás componentes del sistema educativo, es decir, en palabras de Stuntz, Lyneis y Richardson, “como naturalmente las lecciones llegan a ser más interdisciplinarias el cambio en los fundamentos, en la entrega de instrucción penetra la estructura del colegio, revitalizándolo. Con el aprendizaje de estudiantes y profesores se convierte en la empresa para todo el mundo”.

Forrester comenta que los profesionales de la D.S, durante los últimos 30 años construyeron una base más efectiva que la previamente existente para el entendimiento del cambio y la complejidad del mundo. Esta disciplina descansa sobre tres pilares:

Los ciclos de realimentación que contienen flujos de información, toma de decisiones y acción.

El uso masivo del computador para simular el comportamiento de sistemas complejos, poco posibles de abordar con los métodos tradicionales.

El ser conscientes de que la mayor parte del conocimiento acerca de estructuras dinámicas presentes en el mundo reside en la cabeza de las personas.

En la misma línea de Forrester, Ford [4] propone aplicar la D.S para desarrollar habilidades de aprendizaje mediante la experimentación simulada en administradores y estudiantes. Con un mayor alcance, Richmond [3] propone un cambio radical de pedagogía, basado en tres ejes fundamentales: proceso educativo centrado en el aprendiz, un paradigma de P.S y herramientas de aprendizaje basadas en el modelamiento con D.S. La aplicación de estas tres ideas permite promover en el estudiante el desarrollo de 7 habilidades de pensamiento, ya mencionadas. El reto radica en transferir esta propuesta educativa a profesores y estudiantes.

Ford propone una estrategia que usa D.S para desarrollar habilidades de aprendizaje en el estudiante y presenta algunas de las barreras identificadas en su práctica. Fundamenta su estrategia en un enfoque constructivista, en el que la experimentación y la reflexión juegan el rol principal. Además, toma como base el ciclo de aprendizaje OEDI (Fig 1.), desarrollado por Shewhart y Deming [13], [14]; que prepara a los administradores para la investigación. En este contexto los administradores pueden manejar sistemas complejos sin acudir a expertos, impulsando de esta manera el aprendizaje individual.

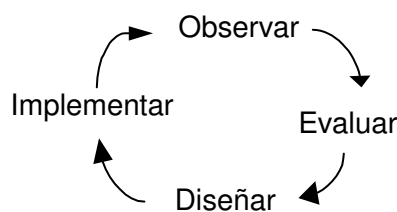


Figura 1. Ciclo de Aprendizaje OEDI

Para este investigador, el objeto de aprendizaje es el aprender a aprender y a su vez éste corresponde al desarrollo de diversas habilidades cognitivas, así mismo asume la idea de investigar de Frankfort-Nachamias y Chava Nachamias [15], en términos de un proceso en el cual el investigador formula y responde preguntas que

generan conocimiento, lo anterior es consistente con las habilidades de aprendizaje individual que necesitan los administradores para tratar problemas complejos.

Esta estrategia consta de 3 fases:

Fase 1: Hacer conciencia de la necesidad de aprendizaje.

Se desarrolla enfrentándose al manejo y diseño de sistemas complejos como paso para motivar el desarrollo de las habilidades de aprendizaje individual. Se utiliza el juego de la cerveza (Senge, [16]), ambiente de simulación de una línea de distribución y venta de cerveza.

En Colombia el grupo SIMON, desarrolló un ambiente computacional para el juego de la cerveza, [17], donde cada uno de los jugadores participa en un computador y además de facilitarle el registro de la información, le orienta reflexiones alrededor de estrategias de juego, las cuales el jugador puede experimentar en el juego mismo y en ambiente simulado con D.S.

Fase 2: Desarrollar habilidades en las actividades básicas del aprendizaje.

En esta fase se entrenan los administradores en las cuatro actividades básicas del ciclo OEDI, construyendo una explicación sobre la dinámica de un fenómeno complejo utilizando las herramientas del lenguaje de la D.S. Estas herramientas se aprecian en la Fig. 2, distribuidas entre las cuatro actividades del ciclo OEDI.

Fase 3: Desarrollar habilidades para dirigir procesos de aprendizaje.

Se busca generar en el estudiante la confianza para dirigir su propio proceso de aprendizaje. El autor plantea que se logra con la aplicación del ciclo OEDI en el modelado de fenómenos familiares y haciendo énfasis en el proceso iterativo de aprendizaje y modelamiento.

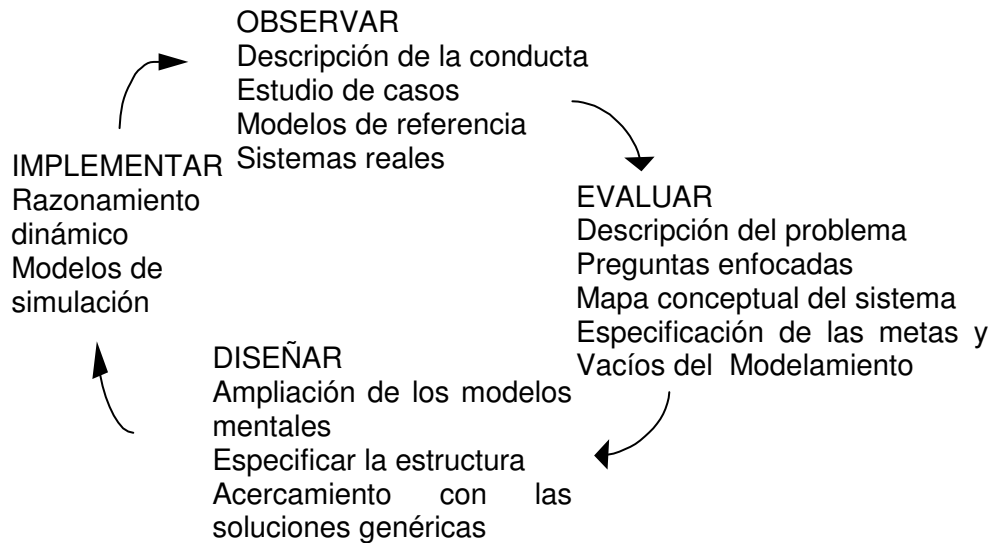


Figura 2. Herramientas para el desarrollo de habilidades en las actividades básicas de aprendizaje.

Ford esboza como barreras principales para el aprendizaje de sistemas complejos, la cultura académica que asume el aprendizaje como la sola transmisión de soluciones conocidas o el seguimiento de procedimientos explícitos creados por expertos para preparar a los administradores; en particular, en su experiencia de aplicación de la estrategia se identificaron los siguientes obstáculos:

El rechazo a los riesgos que implica la utilización de la experimentación como medio de aprendizaje

Incomodidad por el manejo de la incertidumbre y la ambigüedad al modelar, es decir, los estudiantes se centran en los productos finales y no en el proceso de aprendizaje.

Temáticas de aprendizaje que no son de interés para el estudiante, impidiendo su compromiso por encontrar una explicación del fenómeno.

Predominio del modelo de aprendizaje pasivo en la educación formal del estudiante, necesitando un guía para desarrollar un enfoque constructivista para aprender.

Dificultades para reflexionar (pensamiento crítico) sobre la observación y la experiencia individual.

Retomando las ideas de Gould-Kreutzer, Kenneth Simons en “Nuevas tecnologías en juegos de simulación” presenta el punto de vista sobre el poder de los juegos de simulación Vs el software de modelamiento, bajo circunstancias específicas como la ausencia de un profesor guía o de suficiente tiempo, para que los estudiantes desarrollen sus propias habilidades, en la construcción de modelos. Simons explora publicaciones sobre diversión Vs aprendizaje, tutoriales inteligentes y diseño de juegos. También, presenta algunos retos importantes acerca de aprendizajes en

ausencia de un guía experto. Finalmente, suministra un punto de partida para futuras exploraciones.

Peter Senge en 1990 publica el libro “La Quinta Disciplina, Las Organizaciones que Aprenden” donde define el P.S. como la quinta disciplina, la cual integran las otras cuatro: dominio personal, modelos mentales, visión compartida y aprendizaje en equipo. Utiliza la conceptualización sobre los fenómenos en términos de diagramas de influencias, que en su estructura básica los denomina arquetipos, para discutir sobre la dinámica del comportamiento del fenómeno en estudio, sin presentar los modelos en términos de diagramas de Flujo-Nivel ni ecuaciones. Esta propuesta se basa en el pensamiento dinámico-sistémico como anteriormente se señala asociado a la D.S, para promover el aprendizaje organizacional.

En 1993, Frank Draper [18] en “Proposición de una secuencia para desarrollar el P.S. en el currículo de los grados 4-12” describe un plan basado en las formas de pensamiento de Richmond para introducir el P.S. a los estudiantes. Algunos asumieron que la D.S. era un elemento para ser aplicado solamente en niveles altos de educación. El autor fue pionero en empezar la reorientación del pensamiento acerca de las habilidades de los niños para comprender sistemas complejos.

En este mismo año, Ellen Mandinach y Hugh Cline [19] en “Sistemas, ciencia y colegios” presentan la investigación desde el P.S. e innovaciones curriculares en la evaluación del proyecto de Servicios de Pruebas Educativas. Se discute la implementación y el diseño de éste proyecto y presenta sus tres componentes: resultados del aprendizaje, comportamiento de los profesores y cambio organizacional. Para finalizar, los autores plantean una discusión sobre las demandas cognoscitivas en los procesos de modelamiento.

Forrester resalta que a pesar del potencial de la D.S, si fuera presentada en un escenario tradicional en la cual los estudiantes reciben cátedra pasivamente y se continuará con la forma de evaluación estándar ésta podría ser ineficiente. Poco se conoce acerca de cómo evaluar a los estudiantes que vienen del sistema educativo tradicional, pero resultados preliminares del uso de este nuevo enfoque en colegios, muestran que el registro académico del pasado no predice la manera cómo ellos responden a este nuevo programa. Concluye, que la D.S ofrece un marco de referencia para brindar cohesión, significado y motivación a la educación, así como también el aprendizaje centrado en el estudiante le imprime el desafío y la emoción de un laboratorio de investigación. Estas dos innovaciones en conjunto, explotan la creatividad, la curiosidad y la energía de la gente joven.

A raíz de la preocupación de cómo llevar a la práctica educativa la D.S, que Forrester plantea, en junio de 2001, bajo su guía, se reunieron en Massachussets, un grupo de profesores de escuelas y profesionales de la D.S para planear el futuro de la D.S en preescolar hasta el doceavo grado de educación, (K-12) en EEUU.

Evaluando las tempranas experiencias en escuelas, el grupo articuló una visión de cuál educación basada en los principios de la D.S podría mejorar a los estudiantes y sus comunidades. Este grupo redactó una estrategia para llevar a cabo la visión y un plan detallado a 25 años para implementar la estrategia.

Primeros interrogantes y tareas sobre una Dinámica de Sistemas en la Educación, para la Comunidad Latinoamericana

¿Cómo puede ser una propuesta pedagógica y metodológica, basada en el P.S y el modelado y la simulación con D.S, que asumiendo el contexto tecnológico aporte a la dinámica de cambio deseable en las prácticas que promueven el aprendizaje?

¿Cómo deberían ser los recursos informáticos para esta propuesta?

Se hace urgente la tarea de iniciar un proceso de ejecución de experiencias latinoamericanas de D.S desde los primeros grados, con un registro ordenado de evidencias que permitan el análisis y difusión de las mismas en toda la comunidad

Referencias

GOULD-KREUTZER, Janet M. Foreword: System Dynamics in Education. System Dynamic Review Vol. 9. No. 2, pp. 101-112. Summer 1993.

FORRESTER, Jay. System Dynamics and Learner-Centered-Learning in Kindergarten through 12th Grade Education. Road Maps .1. System Dynamics in Education Project. System Dynamics Group. Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology. 1992

RICHMOND, Barry. System Thinking: Critical Thinking Skills the 90s and Beyond. System Dynamic Review Vol. 9. No. 2, pp. 113-133. Summer 1993.

FORD, David. System Dynamic as a Strategy for Learning to Learn. Conferencia de Dinámica de Sistemas. Quebec, Canadá 1998.

STUNTZ, Less, LYNEIS, Debra y RICHARDSON, George. El Futuro de la Dinámica de Sistemas y el Aprendizaje Centrado en el Aprendiz en la Educación de K-12. Conferencia Internacional de Dinámica de Sistemas. Palermo, Italia. 2002.

ANDRADE, Hugo, PARRA, Carlos. Esbozo de una Propuesta de Modelo Educativo Centrado en los Procesos de Pensamiento. Cuarto Congreso Iberoamericano de Informática Educativa, Brasil 1998.

_____, NAVAS, Ximena. La Informática y el cambio en la educación -Una Propuesta Ilustrada con Ambientes de Modelado y Simulación con Dinámica de Sistemas: Proyecto MAC-. Primer Congreso latinoamericano de Dinámica de Sistemas, Monterrey, México. 2003.

_____, GUERRERO, Marlene; VARGAS, Oscar; GÓMEZ, Luis Carlos. "MAC 6-7 2.0": Micromundo para el Aprendizaje de las Ciencias de la naturaleza de sexto y séptimo grado. Primer Congreso latinoamericano de Dinámica de Sistemas, Monterrey, México. 2003.

_____; DYNER, Isaac; ESPINOSA, Ángela; LÓPEZ, Hernán; SOTAQUIRA, Ricardo. Pensamiento Sistémico: Diversidad en búsqueda de Unidad. Pág 171-253. Ediciones Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia, 2001.

ROBERTS, Nancy. A Dynamic Feedback Approach to Elementary Social Studies: A Prototype Gaming Unit. Ph. D. Thesis , available from University Microfilms, Ann Arbor, Michigan: Boston University. 1975.

ROBERTS, Nancy. Dteaching Dynamic Feedback System Thinking: an Elementary View.. Management Science, Vol. 24, No. 8, pp. 836-43. 1978.

LITTO, Fredic. Repensando la educación en función de los cambios tecnológicos y sociales y el advenimiento de nuevas formas de comunicación. Conferencia del Tercer Congreso Iberoamericano de Informática Educativa. Barranquilla, Colombia. 1996.

Shewhart, W. Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control. U.S. Department of Agriculture. Washington, D.C. 1939.

Deming, W. E. Out of Crisis. MIT Center for Advanced Engineering Study. Cambridge, MA. 1982.

FRANKFORT-NACHAMIAS, CHAVA AND NACHAMIAS, David. Research Methods in the Social Sciences. Edward Arnold. London. 1992.

SENGE, Peter. La Quinta Disciplina. Las organizaciones que Aprenden. 1990.

ANDRADE, Hugo; GÓMEZ, Luis Carlos; REY, Nydia; RALLÓN, Eneida y GALVIS, Ernesto. Expandiendo las posibilidades de aprendizaje del juego de la cerveza: una aplicación de SI/TI para potenciar el aprendizaje del pensamiento Dinámico Sistémico. II Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas, Santa Marta-Colombia. 2004.

DRAPER, Frank. A Proposed Sequence for Developing Systems Thinking in a grade 4-12 Curriculum. System Dynamic Review Vol. 9. No. 2, pp. 207-214. Summer 1993.

MANDINACH, Ellen y CLINE, Hugh. Systems, Science and Schools. System Dynamic Review Vol. 9. No. 2, pp. 195-206. Summer 1993.

Autores

HUGO HERNANDO ANDRADE SOSA

Profesor Titular Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática.

Director Grupo SIMON de Investigaciones en Modelos y Simulación.

UIS . Bucaramanga. Colombia

Miembro de la Sociedad Internacional de D.S.

Ingeniero de Sistemas y Magíster en Informática.

Investigador en el Modelamiento y Simulación de Fenómenos de Diversa Naturaleza, desde una Perspectiva Sistémica y Fundamentalmente con el lenguaje de la D.S.

handrade@uis.edu.co, handrade_sosa@hotmail.com

XIMENA MARCELA NAVAS GARNICA

Ingeniera de Sistemas.

Candidata a Magíster en Ingeniería. Área de Informática

Desarrolladora de MAC 6-7 1.0

Participante en las Investigaciones del Grupo SIMON en el área de Informática Educativa y Asesorías que el Grupo ha brindado. UIS . Bucaramanga. Colombia

Profesora del área de informática y tecnología. Colegio Infantas ECOPETROL 2000-2002, Barrancabermeja. Colombia.

Profesional del Proyecto Computadores para Educar. Convenio UIS-Computadores para Educar (CPE). 2005.

ximena_navasg@yahoo.com.mx

6.1.2 Ponencia presenta en el IV Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas

UNA EXPERIENCIA DE DIFUSIÓN DE LA DINÁMICA DE SISTEMAS EN LA EDUCACIÓN DE 1 A 11 GRADO – HACIA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PROPUESTA.

Hugo Hernando Andrade Sosa.

Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería de Sistemas, Bucaramanga.

handrade_sosa@hotmail.com

Ximena Marcela Navas Garnica.

Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería de Sistemas, Bucaramanga.

ximena_navasg@yahoo.com.mx

Introducción*

La presente ponencia pretende dar a conocer a la comunidad Dinámico Sistémica, una experiencia de difusión de la Dinámica de Sistemas (D.S) en el ámbito de la escuela Colombiana, desde preescolar a onceavo grado. Para guiar el desarrollo de esta experiencia, se ha tenido presente aportes de la comunidad Internacional (Andrade, Navas, 2005) y surge, resultado de la reflexión crítica de los diferentes intentos que en este campo ha desarrollado el grupo de Investigación en Modelos y Simulación (SIMON) en los últimos 11 años. Además, esta experiencia se desarrolla en el espacio de los convenios Universidad Industrial de Santander - Computadores Para Educar²⁴ (UIS-CPE) 2004, 2005 y 2006; trabajando con 43 escuelas en el 2004, 150 en el 2005 y 206 en el 2006. Una dinámica de Investigación-acción ha guiado la formulación y aplicación de la estrategia, metodología, acciones e instrumentos para llevar la D.S a las escuelas.

Se está aplicando un enfoque para guiar la difusión de la D.S de manera relativamente masiva (actualmente a 206 instituciones y más de 2000 profesores) y se ha planeado continuar con un proceso de consolidación y cualificación que

* Esta ponencia se presenta en nombre de la Universidad Industrial de Santander, por integrantes del grupo SIMON de Investigación en Modelamiento y Simulación, adscrito a la Escuela de Ingeniería de Sistema e Informática. Bucaramanga, Colombia 2006. En el marco del Cuarto Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas, Cancún, México. Mayor información sobre este trabajo y demás labores del grupo SIMON:

www.uis.edu.co/portal/investigacion/grupos/simon_uis/simon.html, <http://simon.uis.edu.co/websimon>

handrade_sosa@hotmail.com , ximena_navasg@yahoo.com.mx

²⁴ Computadores Para Educar (CPE): programa nacional que canaliza diferentes aportes, incluidos computadores usados que son reacondicionados, para llevar las tecnologías de la Información a las escuelas públicas Colombianas

permita, apoyado en un trabajo de red, mantener la presencia de la D.S, aportando en el mejoramiento de la calidad educativa, en procura de un proyecto auto sostenible.

Se espera que esta experiencia aporte en la tarea de profundizar en respuestas a preguntas como: ¿Qué se pretende con la difusión de la D.S en la educación?, ¿Cómo llevar la D.S a la educación?, ¿Cómo asumir la diversidad, debilidades y fortalezas del contexto educativo Colombiano, para aportar a su dinámica de cambio con D.S?, ¿Qué tipo de actividades son convenientes para iniciar la difusión?, ¿Cómo debe ser los instrumentos o herramientas de apoyo en esta tarea?, ¿Cómo hacerle un seguimiento al proceso que permita una continua formulación y reformulación de la propuesta misma?.

Además, esta ponencia da continuidad a los planteamientos que en este mismo campo presentó el grupo SIMON en el III congreso Latinoamericano de D.S y se reafirma la propuesta de asumir, en el terreno de las ideas y de las experiencias, la búsqueda de repuestas a la pregunta por: ¿Cómo promover una red a nivel latinoamericano que facilite unir esfuerzos de especialistas, profesores y escuelas de países que compartimos un idioma y realidades sociales y educativas muy similares?

Objetivos de la Experiencia.

A corto plazo el objetivo es que la D.S entre al espacio educativo: se trata de poder entrar al ámbito de la escuela, que se reconozca a la D.S como un lenguaje que puede aportar significativamente al mejoramiento y cambio de la educación e iniciar un proceso de presencia sostenible por la comunidad escolar. Se trata de vincular el lenguaje de la D.S y los aportes que directa e indirectamente la misma, con sus posibilidades de modelado, simulación y desarrollo de formas de pensamiento, puede hacer al ambiente educativo del presente y a la dinámica de cambio de la escuela.

Se es consciente que no basta con sólo entrar y lograr un espacio para la D.S en la escuela de hoy, a menudo poco apropiada para las pretensiones de fondo de la misma D.S. A largo plazo, la apuesta es por la transformación del modelo educativo del presente, la construcción de una nueva escuela donde el Pensamiento Sistémico (P.S) y en particular, el paradigma Dinámico Sistémico, sus formas de pensamiento (Richmond, 1993), sean elementos dinamizadores de su cultura.

Elementos de estrategia y metodología

Esta experiencia está siendo guiada por algunos elementos generales que van constituyendo una estrategia y metodología, como:

- La propuesta de uso de la D.S, se hace en el marco general de la formación y uso de la informática, del PC en la escuela. Es decir, la D.S llega junto con el PC, como una posibilidad de la informática para aportar en la educación. De esta manera, la D.S se aprovecha del espacio que de una u otra forma, todas las comunidades le reconocen a la informática y responde, en primera instancia, a la pregunta por, ¿Qué hacer con la informática para fortalecer los procesos de aprendizaje?; a mayor profundidad la D.S aporta a responder por la pregunta, ¿Qué hacer con el PC en la educación, que no se hacía antes de su llegada?. Es decir, la pregunta por el mejoramiento y la innovación en la educación.
- La D.S se presenta como algo que facilita y cualifica objetivos de aprendizaje actuales y no como un objetivo más. Esto no niega la importancia estratégica, que para los objetivos de este proyecto tiene la formación inicial de los profesores y que ellos y sus estudiantes vayan en la práctica misma apropiándose del lenguaje de la D.S y desarrollando las formas de pensamiento dinámico sistémicas.
- La D.S como una teoría tecnológica que puede aportar en la formación, en el aprendizaje de cualquiera de las áreas de conocimiento, así como en proyectos transversales que las integran. Es decir, se integra a la orientación pedagógica de la escuela, sin chocar con ésta, aunque se pretende que lentamente vaya generando nuevas dinámicas escolares, que orientan o reorientan el cambio. En este sentido se reconoce el planteamiento de Forrester (1992) “A pesar del potencial de la D.S, si fuera presentada en un escenario tradicional en la cual los estudiantes reciben cátedra pasivamente y se continuará con la forma de evaluación estándar ésta podría ser ineficiente“, como una condición necesaria para que la D.S aporte plenamente al hacer de un nuevo modelo educativo; pero a su vez se asume que le corresponde a las prácticas mismas con la D.S, el crear ese nuevo contexto escolar donde la D.S sea plenamente reconocida y brinde sus mejores aportes. Es decir, se espera que con la presencia del computador y la D.S, las comunidades generen nuevas dinámicas de cambio.
- Se proponen actividades conducentes al dominio de la D.S por profesores y estudiantes, pero, generalmente, en el marco de actividades que fortalecen los procesos de formación y aprendizaje, en las áreas y temáticas ya establecidas en los programas académicos de la escuela y mediante las cuales la escuela organiza el conocimiento.

- Para un uso inmediato en el aula, la D.S se presenta con herramientas informáticas que facilitan el modelamiento, el uso de modelos mediante una interfaz que permite la experimentación, a la manera de un tablero de controles y respuestas, sin necesidad de tratar directamente con el modelo.
- Se promueve el uso de ambientes informáticos que facilitan las diferentes actividades escolares, con la presencia de la D.S, así como de instrumentos propios de las prácticas comunes de la escuela actual.
- No se pretende que el profesor, ni el estudiante, en esta etapa, desarrolle modelos, sólo se espera que los use consciente del conocimiento que recrean y de las posibilidades y limitaciones de los mismos. Para esto los profesores y ,en algunos casos, los estudiantes, los deben leer y, en el caso más limitado, al usarlos en ambientes de sola experimentación simulada, deben ser conscientes de la presencia de un modelo de D.S, que le facilita la experimentación. La idea es promover un uso de los modelos en ambientes de experimentación de caja transparente (a diferente nivel de detalle) y no de caja negra, como es común en otros ambientes de sola simulación. Un paso adelante de este proceso, se espera que el profesor usuario se motive a demandar modelos o proponer actividades con D.S. Así mismo, en la medida que el proceso continúe, surgirán diferentes tipos de usuarios y con ellos los líderes de la difusión de la D.S en la escuela, los cuales deben ser objeto de especial atención y formación.
- Se es consciente de la importancia estratégica que para la presencia de la D.S en la escuela y el logro de sus objetivos, tiene el desarrollo que con la misma se haga de las formas de pensamiento dinámico sistémicas (Richmond, 1993), y de éstas, actualmente, esta experiencia hace explícitas el pensamiento cíclico y el dinámico, pero este aspecto no es la prioridad para la etapa de “contagio” inicial.
- Se promueven acciones significativas para los profesores y se les propone que desarrollen actividades con sus estudiantes que se sostengan por sí mismas en dicho contexto escolar, es decir, que no dependan para su desarrollo de la presencia del promotor externo. (Lyneis y Fox-Melanson, 2001).
- Se es consciente que cada etapa que vaya viviendo la escuela con la D.S, permitirá diferentes actividades académicas y que poco a poco se irán definiendo las apropiadas para cada grado escolar. Así mismo, se espera que las ideas surjan de los mismos profesores, de sus preocupaciones escolares. Se aprecia, que aún falta mucho por definir, para el buen desarrollo de la tarea de difusión de la D.S en la escuela, pero se requiere iniciar la tarea misma para que la experiencia, la reflexión y la formalización vaya construyendo una propuesta y las orientaciones para su aplicación,

reconociendo la diversidad de estados y prácticas de las escuelas en nuestro medio.

- Esta experiencia se desarrolla teniendo muy presente que, sobretodo en la etapa inicial que se encuentra, se requiere tiempo, paciencia, perseverancia y prudencia en la intervención escolar. Además la D.S no es lo único que puede aportar al cambio escolar, es necesario el reconocimiento de la diversidad y la unidad de la escuela.

Actividades propias de la experiencia de difusión de la Dinámica de Sistemas en la escuela.

- Elaboración de materiales, orientaciones, seguimiento y control, así como formación de tutores, por parte del equipo coordinador compuesto por profesores investigadores de la Universidad y estudiantes de maestría en ingeniería, junto con el aporte de estudiantes de pregrado en Ingeniería de Sistemas, que desarrollan y mantienen el software, en el marco de sus trabajos de grado.
- Conformación y formación de los equipos de campo (tutores), constituidos por un profesional y un auxiliar. Los profesionales son contratados para tal fin y los auxiliares son estudiantes becarios, de ultimo nivel de ingeniería o de licenciatura en matemática,
- Formación directa a colectivos de profesores de cada institución, orientándolos y apoyándolos en el desarrollo de tareas en sus escuelas, tareas que incluyen a los estudiantes, demás profesores, directivos y padres de familia.
- Actividades de red para el intercambio de experiencias, con la participación de coordinadores, tutores y profesores de las escuelas.
- Actividades escolares (profesores– estudiantes) con el uso de la D.S.

A continuación se detallan las dos actividades centrales de este proceso, la formación de profesores y las actividades que los profesores desarrollan con sus estudiantes.

Actividades de formación docente (tutores – profesores)

Actualmente esta experiencia promueve la formación de más de 2000 profesores de primaria y secundaria, orientada mínimo al conocimiento básico del lenguaje de la D.S, que les permita usar y/o leer modelos de D.S con propósitos de apoyar procesos de aprendizaje. Esta formación se implementa principalmente con:

- Desarrollo de las ideas y relaciones entre fenómeno, modelo y simulación, para presentar, en términos generales, el lenguaje de la D.S. Usando el juego de la epidemia (Glass-Husain, 1991) (simulación en vivo) y su modelado y simulación (en el computador) con D.S, en Evolución 3.5 (Cuellar y Lince, 2003).
- Presentación de la D.S como un recurso que fortalece las actividades académicas, facilitando y profundizando el aprendizaje de diversos temas de los programas de cada grado. Esta presentación se da a conocer haciendo explícitas dos posibilidades de relacionarse con el modelo mediante el experimento simulado: 1) Como una caja negra, la cual conduce a aprendizajes a la manera de la experiencia directa o de la observación de la experiencia del otro (observando simulaciones que muestran la forma apropiada de operar con el modelo para el logro de cierto propósito). 2) Como una caja transparente, posibilidad que tiene el modelador y/o lector de modelos, el cual experimenta guiado por el conocimiento que posee sobre el fenómeno y el modelo. En este marco de posibilidades se propone la idea de actividades académicas integradas con D.S, propuesta que se detalla en el siguiente apartado.
- Motivación para el uso de la D.S y del software de modelado y simulación con D.S, Evolución 3.5 (Cuellar y Lince, 2003), mediante modelos elementales que, además, facilitan el ir desarrollando los conceptos de flujo, nivel, parámetro, modelo, simulación, comportamiento, dinámica y fenómeno modelado y simulado. Esta labor se complementa usando el juego de entrada salida (Ticotsky, 1999), y diseñando paralelamente una actividad que los profesores desarrollarán con sus estudiantes usando el juego.
- Presentación formal del lenguaje de la D.S y el paradigma dinámico sistémicos (P.D.S) (Andrade, et al, 2001) (Andrade, Gómez, 2006) en un seminario taller en el cual se desarrolla un modelo población que se va construyendo lentamente en las jornadas de formación durante el año, hasta lograr la presentación básica de los útiles fundamentales de la D.S, el propósito de este seminario taller es preparar lectores y demandantes de modelos de D.S.
- Formación en el uso de ambientes informáticos que facilitan las actividades escolares con D.S en el espacio de los programas de cada grado y áreas de estudio. Estos micromundos de simulación se presentan en el apartado de instrumentos.

Actividades con Dinámica de Sistemas en la escuela (profesores – estudiantes)

Se promueven dos tipos de actividades que se complementan e integran en la difusión de la D.S.

Un primer tipo de actividad está orientado fundamentalmente (no únicamente) al uso de la D.S para apoyar procesos de aprendizaje y un segundo tipo de actividad se centra en incrementar el dominio de la D.S en cada uno de sus lenguajes y paradigma de pensamiento.

En cuanto a las experiencias de aprendizaje apoyado en D.S se observan tres posibilidades: 1- Aprendizaje a la manera de una experiencia real, sólo experimenta usando el animador, simulación de caja negra. 2- Aprendizaje a partir de la experiencia real del otro, observa la correcta operación del simulador por el usuario experimentado; es el caso de cuando el tutor le dice al aprendiz como operar pero no le aporta el porqué actuar de dicha manera, o de quien observa una operación correcta con el animador (simulador) y luego actúa en correspondencia, puede acertar en la operación con el instrumento, pero no puede dar cuenta de la razón de dicho acierto. 3- Aprendizaje con experiencias guiadas por el conocimiento, es decir, un aprendizaje fundado en el conocimiento, un hacer con fundamento en el saber (tecnología); experimentación con el animador, con conocimiento del modelo que rige la simulación y el fenómeno simulado. Este aprendizaje será posible en mayor medida y a mayor profundidad, según sea el dominio de la D.S por el aprendiz. Igualmente este aprendizaje aportará en mayor medida al meta – aprendizaje en la medida que se realice no solo consiente del aprendizaje particular sino del ejercicio del P.D.S. y del progreso en el dominio las formas de pensamiento dinámico sistémico.

Las labores de formación docente y las actividades que se orientan para desarrollar en la escuela, se formulan con conocimiento explícito de las tres posibilidades de uso y de tipos de aprendizaje descritas. Además, se espera que profesores y estudiantes tengan los tres tipos de experiencia de aprendizaje, para que ellos mismos descubran que las actividades con D.S que se proponen, se orientan fundamentalmente a aprender sobre el fenómeno simulado, descubriendo el papel que juega el modelo y la explicación que éste recrea. Cuando los profesores viven los tres tipos de experiencia de aprendizaje descritas, se ha observado que crece su interés por aprender a leer el modelo de D.S y por demandar modelos para apoyar otras actividades de aprendizaje fundado en el conocimiento.

Las actividades encaminadas, de manera directa al aprendizaje de la D.S y al desarrollo de formas de pensamiento Dinámico Sistémicas; se apoyan (ante todo en la etapa inicial) en juegos como el de la epidemia (Glass-Husain, 1991), el de la amistad (Clemans, 1996), el juego de entrada/salida (Ticotsky, 1999), el de la extinción del Mamut (Stamell, 1999), el del banco de peces (Whelan, 1994) y otras

experiencias de este tipo. Es de señalar que este tipo de actividades, aunque enfatizan en el aprendizaje del paradigma, cada una aporta en otros aprendizajes importantes en términos de instrucción y formación, de interés en los planes de estudio.

Teniendo en cuenta los dos tipos de actividades descritas, de aprendizaje con D.S y de aprendizaje de la D.S, la experiencia que esta ponencia comenta, es consciente de la posibilidad de que surjan diferentes tipos de usuarios de la D.S como:

- Usuario consciente de la presencia de la D.S en los simuladores → sólo experimenta guiado por la interfaz (animadores).
- Usuario consciente del modelo → lee modelos de D.S, demanda modelos, experimenta con conocimiento del modelo.
- Usuario Dinámico Sistémico → reflexiona Dinámico Sistémicamente, propone actividades con D.S , lee, demanda y simula con conocimiento del modelo y su relación con el fenómeno que recrea.
- Usuario Modelador de D.S → reflexiona, piensa dinámico sistémicamente, y construye modelos de D.S y diseña actividades escolares con D.S.

A continuación, se ilustran los dos tipos de actividades que se describieron, con dos propuestas que se desarrollan en la escuela: El juego de Entrada – Salida, para la formación en D.S y las clases Integradas con D.S, para el aprendizaje apoyado en D.S.

Juego de entrada salida:

Este juego en principio, se plantea para los niños de los tres primeros grados, en esta etapa la preocupación, es porque los estudiantes desarrollen la idea de dinámica, es decir, del cambio de las cosas, del comportamiento de las variables de un fenómeno en el tiempo; esto se logra, en parte, si aprenden a hacer e interpretar gráficas que miden cómo va evolucionando algo en el tiempo. Además, desde la D.S, es de interés que los niños vayan desarrollando el concepto de flujo y de nivel asociado a un fenómeno, no se trata que digan qué es flujo y nivel (lo cual lo van a entender cuando trabajen con Evolución 3.5 (Cuellar, Lince 2003)), sino que manejen el concepto en la práctica (aunque no le pongan dicho nombre).

Para el objetivo planteado, se ha adoptado el juego de entrada salida (Ticotsky, 1999), el cual se desarrolla básicamente de la siguiente manera: En algún lugar se hace un cuadro en el piso y se dibuja un camino de entrada al cuadro y otro de salida (Fig 1). Unos niños se paran dentro del cuadro y otros fuera, se establece una regla para definir la forma como entran y como salen, se desarrollan varias jugadas aplicando las reglas y se va registrando los valores de las variables; después de jugar se discute que pasó durante el juego y se gráfica el comportamiento de la cantidad de niños en el cuadro y se interpreta la gráfica.

Las reglas pueden ser varias dependiendo el grado de los niños, como:

- La misma cantidad que entra sale. (Ejemplo: entran 2 salen 2)
- Entran más de los que salen (Ej: entran 3 salen 2)
- Entran menos de los que salen (Ej: entran 2 salen 3)
- Entra y sale una fracción de los que hay (esta regla puede no ser apropiada para primer grado.)

Así se siguen planteando reglas, cada vez más complejas, de tal forma que su aplicación permita identificar, además, de los conceptos de flujo y nivel, el de fracción (parámetro) y de realimentación.

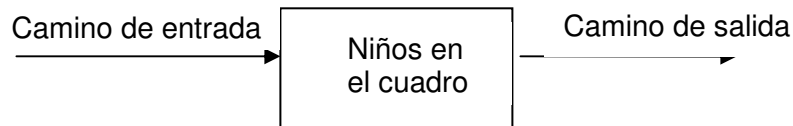


Figura 1: Esquema general del juego Entrada Salida.

Pero, no se debe pretender aplicar reglas muy complejas rápidamente, hay que ir despacio y poco a poco incrementando la complejidad, hay que jugar algo que realmente lo entiendan los niños y hay que pasar a otro nivel de complejidad sólo cuando los niños juegan muy bien y lo hacen solos, asociando claramente las gráficas con la dinámica del juego.

Los comportamientos vistos en el juego, se pueden apreciar usando Evolución 3.5²⁵, y así mismo responder a la pregunta por qué habría pasado si las condiciones iniciales hubiesen sido X o si la regla fuera otra, generalmente de mayor complejidad. Hay que enfatizar que el objetivo es aprender a interpretar las gráficas, es decir, no sólo que el aprendiz pueda ver o hacer directamente la gráfica, sino que la interprete a la luz del fenómeno (juego) y según la regla con la cual se desarrolló el juego. Para los niños de primer grado se ha orientado sólo como juego, para los demás, se asume el modelo y se simula en el computador.

Juego Entrada salida con cargueros.

Para asumir un poco más la complejidad y para que este juego se atractivo para chicos y grandes, en el grupo SIMON se ha desarrollado el juego entrada salida con cargueros. Se espera que éste sea atractivo, para que los jóvenes lo jueguen en el recreo a la manera como juegan otros que les divierten.

²⁵ Se anexa el modelo (ENTRADA_SALIDA.MEV) construido con Evolución 3.5, el instalador de éste software, para uso académico, se puede descargar de la página del grupo SIMON de Investigación. SIMON: www.uis.edu.co/portal/investigacion/grupos/simon_uis/simon.html#5, <http://simon.uis.edu.co/websimon/software/indsoft.html>

Las reglas generales son: Se hacen cuatro cuadros (Fig 2) para cada equipo, en cada cuadro hay jóvenes así:

- 1- los del cuadro principal
- 2- los disponibles para entrar al cuadro principal,
- 3- los que cargan a los que entran al cuadro principal, trayéndolos del cuadro dos. (en la espalda y sin que la persona que va cargada toque el piso. En cada jugada cada carguero sólo puede cargar a otro)
- 4- Los que cargan a los que salen del cuadro principal, trasladándolos a los otros cuadros, según les oriente las reglas particulares que se establezcan.

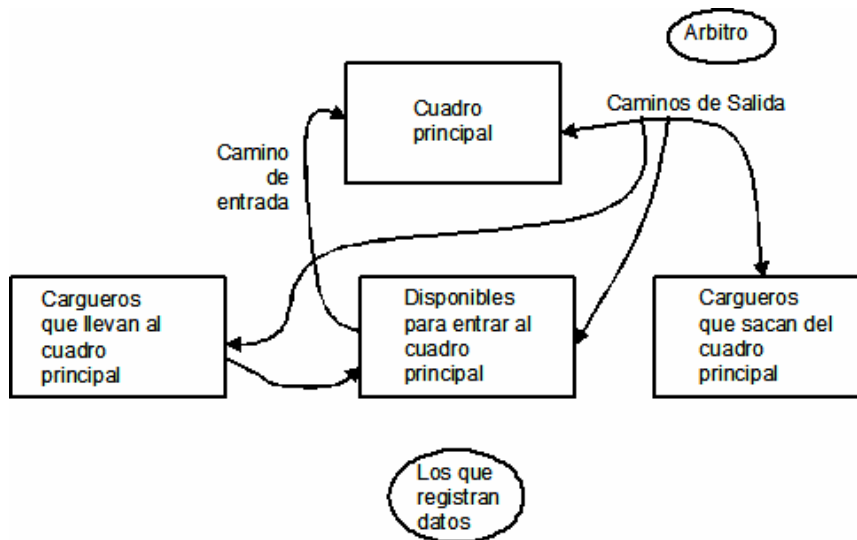


Figura 2: Esquema general del juego entrada salida con cargueros

Además, deben existir unos jugadores que son los que van registrando cada una de las jugadas, para poder realizar las gráficas que les soliciten, además se aconseja que exista un arbitro. El juego termina cuando el sistema se estabiliza, es decir, cuando no es posible trasladar a ninguno, cuando al jugar la cantidad en cada cuadro no cambia. Si se comete un error el árbitro suspende el juego, hace devolver la jugada y registra un error, luego ordena continuar. Además, se cuentan los errores a las gráficas solicitadas.

Ejemplo de reglas particulares²⁶:

Cantidad inicial en cada cuadro: principal = 2; para entrar al cuadro principal = 1; Cargueros de los que entran al principal = 1; Cargueros que sacan del principal y llevan a los otros cuadros = 2; registran datos = 2; arbitro = 1.

De los que sacan cargados del cuadro principal, el primero va para el cuadro de los cargueros que entran al cuadro principal y los demás se llevan al cuadro de los que están disponibles para entrar al cuadro principal. Al cuadro de cargueros que sacan, en este caso, no se llevan, es decir esta cantidad permanece constante durante todo el juego.

Deben graficarse la cantidad en el cuadro principal, desde el principio y hasta el final del juego, jugada tras jugada, junto con las gráficas de entrada salida del cuadro principal. (ver simulación con modelo anexo)

Clases integradas con Dinámica de Sistemas

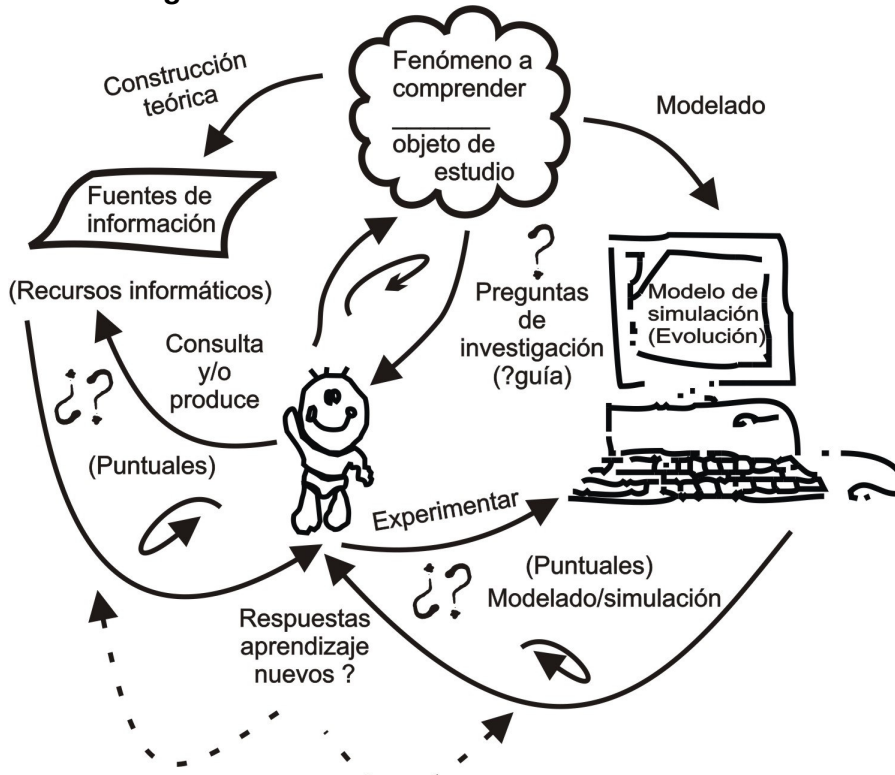


Figura 3: . Ambiente de actividades integradas con Dinámica de Sistemas

²⁶ Se anexa el modelo (ENTRADA_SALIDA_CARGUEROS.MEV) construido con Evolución 3.5, el instalador de éste software, para uso académico, se puede descargar de la página del grupo SIMON de Investigación.

www.uis.edu.co/portal/investigacion/grupos/simon_uis/simon.html#5,

<http://simon.uis.edu.co/websimon/software/indsoft.html>

La idea de clase integrada que aquí se presenta, corresponde con la que el grupo SIMON propone para llevar la informática a la escuela, en la medida que integra disciplinas, mínimo la informática y una más, a la cual, generalmente, le es propia la situación problemática que motiva el aprendizaje; igualmente, conlleva a un proceso que genera conocimiento en los temas de las disciplinas involucradas. Es de señalar, que en la idea común de clase integrada, la informática generalmente se asume como un instrumento o un medio que facilita presentar los temas de estudio y no siempre como un recurso para la construcción de conocimiento, como sí es el caso de la propuesta de clase integrada con D.S, la cual se sintetiza en la Fig 3.

Generalmente, un software para la educación esconde una propuesta educativa y un enfoque pedagógico, bajo los cuales los desarrolladores lo han construido de manera consciente o inconsciente; además, cuando se usa algún recurso para apoyar el aprendizaje escolar, la manera como se utiliza promueve una idea (modelo mental) de la educación y en particular del aprender (aunque no lo formule explícitamente). La idea de educación y aprendizaje en esta propuesta de actividades integradas con D.S, corresponde con lo planteado en la propuesta de Micromundos de simulación para el Aprendizaje de Ciencias de la naturaleza (Proyecto MAC) (Andrade, Navas, 2003).

En la Fig 3, se esquematiza el concepto y la dinámica de operación en las clases integradas con D.S. Este esquema se puede leer de la siguiente manera:

- En la historia, la humanidad ha desarrollado diversas construcciones teóricas que se almacenan en lo que llamaremos fuentes de Información; así mismo, se han construido modelos matemáticos que, algunos, facilitan simular el fenómeno en estudio.
- En el presente una comunidad o un sujeto (clase, profesor, estudiante) establece una relación con un fenómeno u objeto de estudio que es de su interés, resultado de dicha relación surgen preguntas de investigación (generalmente preguntas abiertas y que para responderlas demandan un proceso de aclaración de la pregunta misma y de formulación de preguntas puntuales, más específicas) El sujeto interactúa con el fenómeno en procura de comprenderlo y responder su pregunta, pero no siempre dicha interacción es suficiente para lograr una respuesta satisfactoria. En procura de ampliar las posibilidades de comprensión y respuesta, el sujeto, en un ejercicio de lectura reflexiva, interactúa con las fuentes de información, en una relación de consulta y/o producción, obteniendo aprendizajes, respuestas a preguntas puntuales, aportes a la pregunta de investigación y nuevos interrogantes; este tipo de interacción es al que comúnmente se está acostumbrado en el ambiente escolar y para éste, el apoyo informático, como internet, puede ser de gran utilidad.

No siempre la interacción con el fenómeno y con las fuentes de información es suficiente para respondernos la pregunta de investigación con un nivel de comprensión y aprendizaje profundo. Para enriquecer este proceso de comprensión y aprendizaje, el sujeto puede establecer una relación con el modelo de simulación, en un ejercicio de modelamiento y/o experimentación simulada, mediante el cual puede lograr procesos de aprendizaje formales y profundos (duraderos), así como obtener nuevos aportes para la respuesta a la pregunta de investigación. Así, en un proceso continuo en el cual se repiten los ciclos señalados en la Fig 3, creando aportes que se complementan y se integran en el aprendizaje, en la producción y en los nuevos interrogantes, se avanza en el proceso de aprendizaje formal que transforma los modelos mentales del aprendiz, aprendizaje duradero.

Una clase integrada con D.S, se propicia en la medida que el profesor y los estudiantes desarrollan una dinámica de aprendizaje guiado por el esquema de la Fig 3. En este contexto, la informática no sólo aporta hardware y software como instrumentos de trabajo, sino que aporta útiles de modelado que constituyen lenguajes para recrear y experimentar con las ideas propias y ajenas. Es de aclarar, que en algunos casos, los recursos informáticos pueden estar presentes facilitando la relación con las fuentes de información, de la misma manera como están facilitando el proceso de modelado y simulación.

Diseño de clases integradas con Dinámica de Sistemas

Asumiendo la idea general de clases integras descrito en el apartado anterior, a continuación se propone un esquema guía, que puede ser útil para desarrollar una clase integrada con D.S. en particular. En la medida que se muestra el esquema, se explican sus elementos fundamentales que igualmente se aprecian en la Fig 3. Es de aclarar que este esquema no incluye todo lo que debe contemplar el diseño propiamente de una clase, por ejemplo, aquí no se han contemplado objetivos temáticos, competencias o estándares, según lo que cada uno contemple en su ambiente escolar.

Los recursos necesarios para el desarrollo de la clase pueden estar de manera integrada en un software como los MAC, o se pueden asumir independientemente y los va integrando el usuario mismo.

Mínimo se debe disponer de:

- Claramente definida la temática, situación problema, fenómeno o asunto a estudiar.
- La pregunta guía de investigación sobre el asunto de interés.
- Un conjunto de preguntas puntuales que orientan el estudio y motivan el uso de algunas fuentes, precisión en conceptos y experimentos en escenarios específicos.
- Fuentes de Información alrededor del asunto.

- Un modelo o un micromundo de simulación sobre el tema. Si no se posee el modelo si, al menos, el software útil para desarrollarlo.
- Diseño de experimentos que aportan para que el estudiante construya su respuesta a la pregunta guía.
- Software para operar con los anteriores útiles.

Esquema guía para aportar al diseño de clases integradas con Dinámica de Sistemas.

Una clase integrada con D.S se efectúa en un ambiente en el cual los estudiantes, organizados preferiblemente en colectivos, van desarrollando lo siguiente.

Pregunta de investigación, pregunta guía: Dada la importancia que el estudiante identifique sus modelos mentales²⁷ acerca del fenómeno y además, con la idea de motivar y guiar el estudio, se propone lo que se denomina pregunta guía. Consiste en una pregunta abierta que cubre un amplio tema de estudio e investigación y que a su vez delimita y orienta la tarea investigativa. Es una pregunta, generalmente, sin datos (se distingue claramente de lo que comúnmente se denomina un ejercicio) y que para lograr una respuesta se requiere un amplio estudio, interactuando en los tres ciclos descritos en la Fig 3. Esta pregunta pretende hacer explícitos los modelos mentales del sujeto, para motivar un proceso de estudio conducente al cambio (aprendizaje) de dichos modelos y a la formalización de los mismos.

Pregunta Guía

¿_____?

Respuesta/:

Lectura reflexiva de fuentes de información

Al hacer explícita una primera idea del modelo mental, en la primera respuesta a la pregunta guía, se establece un punto de partida para iniciar un acercamiento al fenómeno, con el fin que el estudiante aprenda más acerca del mismo, logrando la reformulación de su modelo mental y con esto un proceso dirigido de aprendizaje. Para aportar en este proceso, se recurre a diversas fuentes de información y se orienta que el estudiante las consulte en una lectura reflexiva, en procura de encontrar elementos que le aporten en su investigación.

Fuentes Bibliográficas:

Páginas Web: _____

²⁷ Nuestro estado de entendimiento de un fenómeno está representado por la imagen o modelo mental que de éste nos hacemos.

Libros: _____

Artículos: _____

Se formula nuevamente la pregunta guía para determinar si, con la utilización de las fuentes se logró el aprendizaje y para seguir motivando la búsqueda de la comprensión. En este caso, el estudiante trabaja a partir de la respuesta anterior, corrigiéndola y complementándola. Es aconsejable que el profesor pueda disponer de la información de cómo fue cambiando la respuesta, de esa manera podrá apreciar el aprendizaje (cambio) y el papel que jugó cada actividad (en los software MAC, este proceso se registra en lo que se denomina la bitácora).

Pregunta Guía: ¿ _____ ?

Respuesta/: _____

Pregunta puntual.

Con el ánimo de profundizar en un concepto, motivar la experimentación simulada, el desarrollo de un experimento o una consulta bibliográfica en particular; se plantea otro tipo de pregunta denominada Pregunta Puntual, que le aportará al estudiante elementos para mejorar la respuesta de la pregunta guía.

Pregunta Puntual: ¿ _____ ?

Respuesta/: _____

Modelado y simulación

En busca de motivar el espíritu crítico e investigador del estudiante, él mismo puede acceder a un modelo dinámico sistémico con las diferentes formas de representación que utiliza la D.S, como son: lenguaje en prosa, diagrama de influencias, diagrama de flujo-nivel, ecuaciones del modelo y comportamiento del fenómeno. La comprensión del modelo y la simulación, le permitirán ver de una manera diferente una síntesis de los planteamientos teóricos de diversas fuentes, y apreciar, de una forma diferente, las relaciones que existen entre los distintos elementos de una explicación del fenómeno y así conocer qué está rigiendo los experimentos simulados que realiza. Para apreciar la comprensión del modelo, en una u otra de sus representaciones (lenguajes), se recomienda formular otra pregunta puntual.

Pregunta Puntual: ¿ _____ ?

Respuesta/: _____

Experimentos

Para apoyar y complementar los contenidos antes presentados y con el fin de poner en práctica los conceptos teóricos estudiados, se diseñan experimentos. Con el experimento el profesor persigue que el estudiante tenga una vivencia que le permita ver nuevos elementos para su aprendizaje centrado en la pregunta guía.

El diseño debe contemplar una descripción detallada del experimento, sus objetivos, metodología y preguntas a contestar. Con base en la experimentación simulada, el estudiante complementa sus respuestas anteriores, tanto de la pregunta guía como de las preguntas puntuales.

Todo el proceso debe repetirse tantas veces como sea necesario, para facilitar la construcción y reconstrucción del conocimiento por el estudiante. La complejidad de las preguntas podrá ir incrementando hasta exigir para su respuesta, la comprensión detallada del modelo y la construcción de escenarios de simulación.

Ejemplo de Clase Integrada con Dinámica de Sistemas.:

Esta guía se desarrolla hasta el nivel de profundidad que el grado con el cual se esté trabajando lo permita. Se proponen unos momentos para responder la pregunta guía, pero tenga presente que el estudiante puede responder las preguntas cuantas veces lo desee y en el momento que él lo determine. Además, según el grupo de estudiantes, se pueden seguir agregando preguntas que les exijan, la lectura comprensiva de las fuentes de información, del modelo y hasta su modificación.

Objetivo: Comprender la explicación científica del fenómeno de cambio de estado de una sustancia y apreciar su utilidad en el mundo cotidiano del estudiante.

Pregunta Guía: Cómo se debe cocinar de tal forma que se ahorre energía, escriba el porqué de su respuesta?

Respuesta a la pregunta guía: _____

Preguntas Puntuales:

Haciendo uso de las diferentes fuentes de información o del modelo de D.S²⁸. para simular el cambio de estado, responda las siguientes preguntas.

¿Por qué cambia la temperatura de una sustancia?

¿En qué se diferencian los conceptos de calor y temperatura?

¿Cuál es el efecto de suministrar calor a una sustancia?

Respuestas de cada pregunta puntual: _____

Experimento 1:

Usted tiene a disposición un modelo de D.S. para simular el cambio de estado de una sustancia. Con un escenario en el cual la sustancia es agua. Usando el

²⁸ Se anexa el modelo (Cambio_Estado.mev) construido con Evolución 3.5, el instalador de éste software, para uso académico, se puede descargar de la página del grupo SIMON de Investigación.

www.uis.edu.co/portal/investigacion/grupos/simon_uis/simon.html#5,

<http://simon.uis.edu.co/websimon/software/indsoft.html>

software Evolución 3.5 y apoyándose en simulaciones con el animador (interfaz de simulación), responda la siguiente pregunta:

¿En tiempo de simulación, al estar observando las gráficas y aumentar el calor, cómo aprecia el efecto de dicho aumento?. De la misma manera, ¿qué observa al disminuir el calor y a qué valor cree que disminuyó, Porqué?

Respuesta a la pregunta del experimento: _____

Respuesta a la pregunta guía: _____

Preguntas Puntuales:

Haciendo uso de las diferentes fuentes de información o del modelo de D.S. para simular el cambio de estado, responda las siguientes preguntas.

¿Siempre que aplicamos calor a una sustancia, incrementa su temperatura?

¿Qué se hace el calor cuando no incrementa la temperatura de la sustancia, a la cual se le suministra?

Respuesta a cada pregunta puntual: _____

Respuesta a la pregunta guía: _____

Experimento 2:

Usted tiene a disposición un modelo de D.S. para simular el cambio de estado de una sustancia. Con un escenario en el cual la sustancia es agua; usando el software Evolución 3.5 y apoyado en experimentos simulados, responda la siguiente pregunta:

-Si tiene poca agua y es muy limitada su fuente de calor (poca leña, poco gas u otro combustible) y requiere cocinar una carne muy dura con urgencia, ¿Cómo operaría el proceso con el modelo de cambio de estado de Evolución 3.5, el cual no contempla pérdidas de calor (cocina ideal)?

Respuesta a la pregunta del experimento: _____

Respuesta a la pregunta guía: _____

Preguntas Puntuales:

Haciendo uso de las diferentes fuentes de información o del modelo de D.S. para simular el cambio de estado, responda las siguientes preguntas.

-¿Cómo es la curva de comportamiento de la temperatura, con relación al calor suministrado, a X masa de una sustancia?

-¿Qué otros conceptos son útiles para comprender la explicación científica del fenómeno de cambio de estado?

Respuestas de cada pregunta puntual: _____

Respuesta a la pregunta guía: _____

Organización y seguimiento de la experiencia de difusión de la Dinámica de Sistemas en la escuela.

Organización para la experiencia

Como ya se señaló, esta experiencia hace parte de la labor de acompañar a instituciones educativas de carácter público con grados desde preescolar a 11, en la construcción de un proyecto educativo que contemple la formación y uso de las tecnologías de la información en la escuela. Con este propósito, el grupo SIMON, conformó un equipo coordinador que atiende preocupaciones de tipo pedagógico, técnico y logístico, prepara el colectivo de trabajo en campo, orienta sus labores, promueve la construcción colectiva de materiales y efectúa seguimiento, evaluación y control.

El equipo de campo se organiza por colectivos de tres que atienden alrededor de 20 instituciones, este colectivo está conformado por un profesional y dos auxiliares (estudiantes de último nivel de Ingeniería de sistemas o licenciatura); el profesional y un auxiliar atienden las tareas de campo y el segundo auxiliar permanece en la base colaborando desde allí, para el buen cumplimiento del programa. Todo el equipo acompaña a las escuelas de manera directa durante un año escolar, terminado éste, se establecen diferentes mecanismos de comunicación que permiten la orientación y seguimiento a las labores de manera continuada. El colectivo de la Universidad, se reúne periódicamente para labores de informes, evaluación, formación y diseño de materiales.

De cada escuela se seleccionan 10 profesores que participan en 120 horas de formación, a través ellos se orientan las actividades en la escuela y la réplica de algunos aspectos de la formación para los demás profesores. Adicionalmente, se desarrollan 3 jornadas de intervención directa en las actividades de cada escuela, trabajando con los profesores y estudiantes y con toda la comunidad para aportar a su formación y a la promoción de su organización para la sostenibilidad del proyecto. Como otro mecanismo de formación, se desarrollan encuentros, por cada 20 escuelas, para intercambio de experiencias y un encuentro de todas las 206 para cerrar el año de acompañamiento directo y entregar un diploma a los profesores que participaron en las 120 horas de formación y que desarrollaron las tareas en el ámbito escolar. Es de señalar que, aunque todos los esfuerzos colaboran para crear mejores condiciones para la difusión de la D.S, a esta labor se dedica, de manera directa, aproximadamente la tercera parte.

Al escribir esta ponencia, se está diseñando la organización, instrumentos y programas que permitan la continuidad en la relación Universidad-Escuela, con el

propósito de garantizar la sostenibilidad del proyecto, para tal fin, ya se promueven actividades de red y se forma a la comunidad en el uso de Internet.

Mecanismos de seguimiento y registro:

El plan de la experiencia incluye una serie de actividades y registros de observaciones, encaminadas a apreciar los logros, aciertos y desaciertos del proceso. Las principales son:

- Mediciones y registro de observaciones en el marco de las jornadas de formación, para apreciar las inquietudes de los profesores, sus limitaciones y potencialidades, así como, el nivel de comprensión sobre la D.S y la difusión.
- Registro del desarrollo o no, de las actividades orientadas a las profesores.
- Orientación a los profesores para el registro de experiencias significativas con sus estudiantes y demás miembros de la comunidad escolar.
- Participación de los profesores en un evento nacional de informática educativa, para tal fin se procura que, en nombre de cada institución se presente, al menos, un ponencia, se espera que se aprecie algo de D.S.
- Encuentros por grupos de 20 escuelas donde se hace un balance e intercambio de experiencias sobre las actividades desarrolladas por cada institución.
- Un encuentro de representantes de las 206 instituciones, al finalizar el año escolar, donde se podrá apreciar el nivel de difusión de la D.S.
- Cada profesor participante en las jornadas de formación, debe presentar, al finalizar el año de acompañamiento, una propuesta a desarrollar en el siguiente año, allí se espera apreciar, la disponibilidad de los profesores para incluir en su planeación de actividades escolares el uso de la D.S.
- Además, la Universidad está diseñando mecanismos que permitan continuar la experiencia en el siguiente año y apreciar el impacto que se tenga a mediano plazo.

El análisis de los registros y seguimiento señalado, solo está iniciando cuando se escribe esta ponencia, Algo del resultado de estas observaciones se comentan en los siguientes dos apartados.

Barreras, resultados parciales y retos para la continuidad de la experiencia de difusión de la Dinámica de Sistemas en la escuela

¿Qué dificulta y qué facilita el progreso en el logro de los objetivos propuestos?; ¿qué resultados son notorios cuando se ha desarrollado la experiencia en el primer 25% de lo planificado? y finalmente, ¿qué guía la continuidad en la ejecución de esta experiencia?:

Barreras y posibilidades para el logro de los objetivos de la experiencia.

Teniendo en cuenta que esta experiencia se desarrolla en el marco de un proyecto de llevar el computador a las escuelas públicas de Colombia, algunas de las barreras están relacionadas, en general, con el uso del computador y otras con limitaciones de formación docente, como:

Aún los temores de uso del PC, los profesores no tienen mayores dificultades para el uso del software de D.S (Evolución 3.5) y al tener las primeras experiencias de simulación, reconocen el significativo aporte que les puede suministrar la experimentación bajo diferentes escenarios.

La principal barrera que se aprecia al iniciar la experiencia, es la poca capacidad de los profesores para la elaboración y lectura de gráficas (XY) que describen el comportamiento de las variables de un fenómeno en consideración. Esta limitación está asociada con dos factores, uno la formación matemática necesaria y otra la poca familiaridad con el pensamiento dinámico.

Los profesores están acostumbrados a relacionar las matemáticas con las operaciones, pero no con la construcción de explicaciones sobre fenómenos de interés. Relacionan las matemáticas con el área respectiva y no aprecian el cómo puede constituir un área transversal útil para todas las demás. Para que aprecien el aporte a todas las áreas, se requiere presentarles modelos particulares para cada una, mostrándoles el aporte para el aprendizaje de temáticas particulares.

Los temores tradicionales a las matemáticas, no deja de constituir una barrera para que los profesores se dispongan a usar un recurso que aprecian útil para apoyar su actividad académica.

La idea de un conocimiento dado por los libros y de unos programas limitados a esa información, junto a prácticas pedagógicas predominantemente conductistas, entra en choque con una propuesta de construcción de conocimiento, de elaboración y uso de modelos que pueden superar la información del libro.

Con la experiencia del juego de la epidemia, se ha apreciado dificultades para distinguir entre contagiados (acumulado) y contagio (contagiados en cada jugada). En general, dificultad para distinguir el acumulado de su cambio, lo cual implica limitaciones para distinguir los flujos de los niveles y su relación.

En ocasiones los profesores manifiestan cierta incredulidad frente a los resultados de la experimentación simulada y a que, ellos y sus estudiantes, interpretan, con la ayuda del modelo, la complejidad de un fenómeno.

Se presenta incertidumbre y cierta insatisfacción por la ambigüedad (aproximación) que se manifiesta en el proceso de modelado con D.S y por abandonar la seguridad de las fórmulas que tradicionalmente asume de los libros.

Parcelación del conocimiento, generalmente los programas escolares están divididos por áreas y son pocos los casos en los cuales se asumen proyectos integradores. Generalmente el objetivo es el área en particular con ejercicios o preguntas puntuales que no contemplan el fenómeno y contexto al cual pertenecen. El conocimiento generalmente se asume como dado por las fuentes teóricas, aislado de los fenómenos que le dan sentido y dinámica.

Reconocen la D.S como muy apropiada para asumir plenamente un enfoque pedagógico de construcción y reconstrucción de conocimiento. Igualmente, intuyen la exigencia personal que implica asumir una propuesta de este tipo.

Las anteriores barreras se asemejan considerablemente a las identificadas por Ford (1998) en su experiencia de D.S en la educación.

Evaluación parcial de resultados.

Al momento de escribir esta ponencia, esta experiencia se ha ejecutado directamente con los profesores y estudiantes de las instituciones educativas, en un cincuenta por ciento (50%). Se aprecia en los profesores resultados como:

- Operan básicamente con el software de modelado y simulación, de tal forma que puede desarrollar los experimentos orientados.
- Reconocen la D.S como un recurso que aprecian muy útil para apoyar los procesos de aprendizaje y una buena alternativa para dar un uso novedoso del computador. Se preguntan por actividades concretas que pueden desarrollar con cada grado y en cada área. La respuesta a esta inquietud, les es clara en el área de matemáticas y ciencias, pero no así, para las demás. Se inicia el uso de los MAC, facilitando el desarrollo de las clases integradas con D.S. El riesgo que aquí se corre es que los profesores se limiten a la experimentación, sin la comprensión del modelo. Se desarrollan tareas encaminadas a avanzar en el dominio de la D.S y motivar a los profesores para que propongan clases integradas y soliciten los modelos que necesitan.
- La mayoría han desarrollado al menos una clase apoyada en el uso de la D.S, utilizando los modelos para el desarrollo de experimentos simulados.
- Un 50% han desarrollado el juego entrada salida y el juego de la epidemia para presentar la idea inicial de D.S (flujos, niveles, realimentación) a sus estudiantes.
- Se han iniciado foros en Internet, entre participantes en el proyecto, para intercambiar experiencias y formular inquietudes, generalmente sobre como desarrollar actividades con los estudiantes.
- Los estudiantes muestran gran entusiasmo al participar en el proyecto y su interés por los temas estudiados en cada área crece significativamente, lo anterior en parte por el uso masivo que se le da al computador.

Continuidad de la Experiencia.

Esta experiencia se continuará desarrollando, con la orientación aquí formulada y con las actuales escuelas, por el resto del año escolar 2006 y con un plan de sostenibilidad en el año 2007. Así mismo, en el 2007, se iniciará la labor con otro grupo de escuelas.

Con la reflexión crítica de lo hecho y el aporte de la comunidad Dinámico Sistémica, que se inicia al presentarles esta ponencia. Las tareas que se espera garanticen la continuidad y propósitos de esta experiencia, se resumen en: mejorar la calidad de la labor de los formadores; continuar el proceso de formación docente; intensificar las clases con D.S; desarrollar los encuentros de intercambio de experiencias; intensificar los foros y demás actividades de red como recurso motivador, orientador y formador; producir abundantes y apropiados materiales para todas las áreas y grados; y crear las condiciones que garanticen, para los próximos años, una asesoría permanente de apoyo a la sostenibilidad del proyecto.

Referencias

ANDRADE, Hugo; DYNER, Isaac; ESPINOSA, Ángela; LÓPEZ, Hernán; SOTAQUIRA, Ricardo. (2001): *Pensamiento Sistémico: Diversidad en búsqueda de Unidad*. Ediciones Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

_____ y NAVAS Ximena. (2003): "La Informática y el Cambio en la Educación. Una propuesta ilustrada con ambientes de modelado y simulación con Dinámica de Sistemas: Proyecto MAC". Primer Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas. Santa Marta. Colombia.

_____ y NAVAS Ximena. (2005): "Ideas para una Dinámica de Sistemas en la Educación desde el primer grado". Tercer Congreso Latinoamericano y Tercer Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas. Cartagena. Colombia.

_____ y GÓMEZ Luis. (2006): *Tecnologías Informáticas en la Escuela*. pp 157-241. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. Colombia.

CLEMANS, P., (1996) *Friendship Game* Available from the Creative Learning Exchange website (<http://www.clexchange.org>) as SS1996-11FriendshipGame

CUELLAR Mario y LINCE Emiliano. (2003): *Evolución 3.5 Herramienta Software para el Modelamiento y Simulación con Dinámica de Sistemas*. Tesis de Pregrado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

FORD, David. (1998): "System Dynamic as a Strategy for Learning to Learn". International System Dynamics Society Conference. Québec, Canadá.

GLASS-HUSAIN William. (1991): *Enseñanza de Dinámica de Sistemas: Observando las epidemias. Road Maps 5*. System Dynamics Education Project. Sloan School of Management. Massachusetts Institute of Technology

LYNEIS Debra y FOX-MELANSON Davida (July 2001): "The Challenges of Infusing System Dynamics into a K-8 Curriculum". International System Dynamics Society Conference. Atlanta, Georgia.

FORRESTER, Jay. (1992): "System Dynamics and Learner-Centered-Learning in Kindergarten through 12th Grade Education". Road Maps 1. System Dynamics in Education Project. System Dynamics Group. Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology.

RICHMOND, Barry. (Summer 1993): "System Thinking: Critical Thinking Skills the 90s and Beyond". System Dynamic Review Vol. 9. No. 2, pp. 113-133. 1993.

STAMELL, G., TICOTSKY, A., QUADEN, R., Lyneis, D. (1999) *The Mammoth Extinction Game*. Available from the Creative Learning Exchange website (<http://www.clexchange.org>) as CC1999-04MammothExtinction. Prepared with the support of the Gordon Stanley Brown Fund.

TICOTSKY, A., QUADEN. R., LYNEIS, D. (1999) *The In and Out Game: A Preliminary System*. Dynamics Modeling Lesson Available from the Creative Learning Exchange website (<http://www.clexchange.org>) as SE1999-09In&OutGame. Prepared with the support of the Gordon Stanley Brown Fund.

WHELAN Joseph G. (1994): *"Construcción del Modelo de los Bancos de Peces y Agotamiento de los Recursos Naturales" Road Maps 4*. System Dynamics Education Project. Sloan School of Management. Massachusetts Institute of Technology

Hugo Hernando Andrade Sosa Profesor Titular Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. Director del Grupo de Investigación en Modelos y Simulación (SIMON). Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. Colombia. Miembro de la Sociedad Internacional de Dinámica de Sistemas. Ingeniero de Sistemas y Magíster en Informática. Investigador en el Modelamiento y Simulación de Fenómenos de Diversa Naturaleza, desde una Perspectiva Sistémica y fundamentalmente con el lenguaje de la Dinámica de Sistemas.

Ximena Marcela Navas Garnica Candidata a Magíster en Ingeniería, Universidad Industrial de Santander. Desarrolladora de MAC 6-7 versión 1.0. Ingeniera de Sistemas. Miembro del Grupo SIMON de Investigación y participante en el grupo de coordinación del convenio UIS-CPE. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. Colombia. Temas de interés para investigación: Educación, Modelado y Simulación, Pensamiento Sistémico, Dinámica de Sistemas, desarrollo de software.

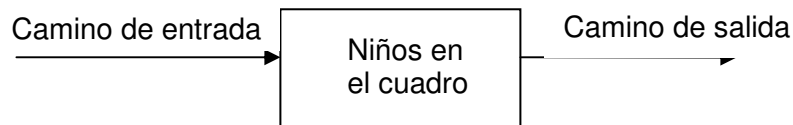
6.2 ACTIVIDADES LÚDICAS

6.2.1 Juego de Entrada/Salida

Este juego en principio, se plantea para los niños de los tres primeros grados, en esta etapa la preocupación, es porque los estudiantes desarrollen la idea de dinámica, es decir, del cambio de las cosas, del comportamiento de las variables de un fenómeno en el tiempo; esto se logra, en parte, si aprenden a hacer e interpretar gráficas que miden cómo va evolucionando algo en el tiempo. Además, desde la D.S, es de interés que los niños vayan desarrollando el concepto de flujo y de nivel asociado a un fenómeno, no se trata que digan qué es flujo y nivel (lo cual lo van a entender cuando trabajen con Evolución 3.5) sino que manejen el concepto en la práctica (aunque no le pongan dicho nombre).

Para el objetivo planteado, se ha adoptado el juego de entrada salida formulado por Lyneis y Fox-Melanson, 2001. La idea de este juego se ha interpretado para nuestro contexto y se ha desarrollado pensando en los profesores y niños de nuestro medio. Se desarrolla básicamente de la siguiente manera:

En algún lugar se hace un cuadro en el piso y se dibuja un camino de entrada al cuadro y otro de salida. Unos niños se paran dentro del cuadro y otros fuera (condición inicial), se establece una regla para definir la forma como entran y como salen del cuadro, se desarrollan varias jugadas aplicando las reglas y se va registrando los valores de las variables, después, se discute que pasó durante el juego y se grafica el comportamiento de la cantidad de niños en el cuadro y se interpreta la gráfica. Si se está en un salón u otro lugar que lo permita, se puede ir haciendo la gráfica simultáneamente se vaya jugando. Cuando los niños ya han jugado varias veces, se pueden hacer simultáneamente las gráficas de la cantidad de niños dentro del cuadro y los fuera del cuadro. Además, se puede tener presente el número total de niños en el juego, el cual es constante



Las reglas pueden ser varias dependiendo el grado y experiencia de los niños, como:

- La misma cantidad que entra sale. (Ejemplo: entran 2 salen 2)
- Entran más de los que salen (Ej: entran 3 salen 2)
- Entran menos de los que salen (Ej: entran 2 salen 3)
- Entra la mitad de los que hay, sale la mitad (esta regla puede no ser apropiada para primer grado.)

Así se siguen planteando reglas, cada vez más complejas, de tal forma que su aplicación permita identificar, además, de los conceptos de flujo y nivel, el de fracción (parámetro) y de realimentación.

No se debe pretender aplicar reglas muy complejas, hay que ir despacio y poco a poco incrementando la complejidad, hay que jugar algo que realmente lo entiendan los niños y hay que pasar a otro nivel de complejidad sólo cuando los niños juegan muy bien y lo hacen solos, asociando claramente las gráficas con la dinámica del juego.

Los comportamientos vistos en el juego, posteriormente se pueden apreciar con Evolución 3.5, así como también se puede plantear reglas de mayor complejidad. Hay que enfatizar que el objetivo es aprender a interpretar las gráficas, es decir, no sólo que puedan ver o hacer directamente la gráfica, sino que se interprete a la luz del fenómeno (juego) y según la regla con la cual se desarrolle el juego. Para los niños de primer grado se ha orientado sólo como juego, para los demás, se asume el modelo y se simula en el computador.

La limitante de este nivel de complejidad del juego es que no aparece explícitamente la realimentación. Lo cual se puede superar con reglas de mayor complejidad

A partir de esta experiencia, el interés es, desarrollar otros juegos de mayor complejidad, que permitan la competencia, juego en vivo, su modelamiento y simulación.

Juego Entrada salida con cargueros.

Para asumir un poco más la complejidad y para que este juego sea atractivo para chicos y grandes, en el grupo SIMON se ha desarrollado el juego entrada salida con cargueros. Se espera que este juego sea atractivo para que los jóvenes lo jueguen en el recreo a la manera como juegan otros que les divierten.

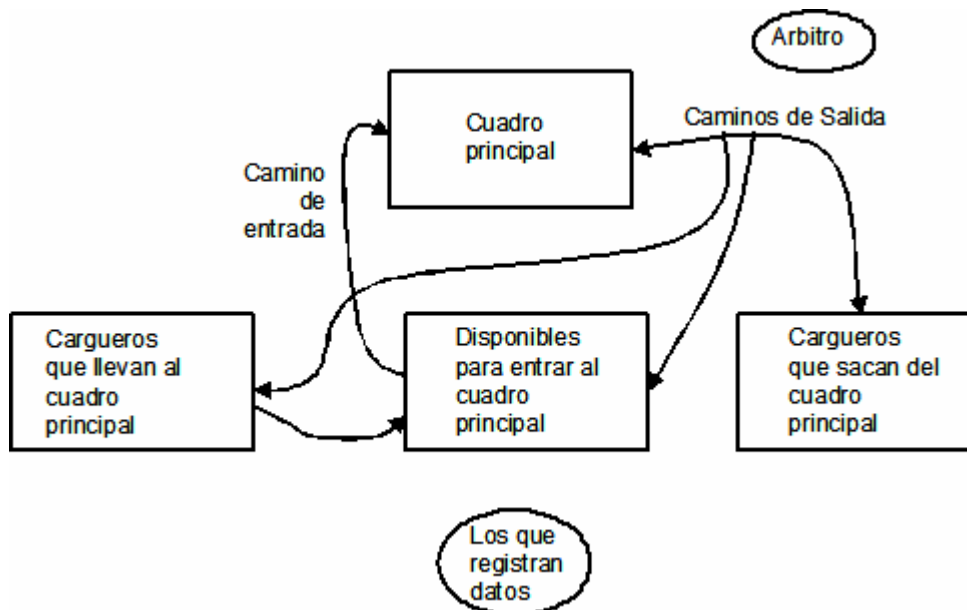
Las reglas generales son: Se hacen cuatro cuadros para cada equipo, en cada cuadro hay jóvenes así:

- 1- los del cuadro principal
- 2- los disponibles para entrar al cuadro principal,
- 3- los que cargan a los que entran al cuadro principal, trayéndolos del cuadro dos. (en la espalda y sin que la persona que va cargada toque el piso. En cada jugada cada carguero sólo puede cargar a otro)
- 4- Los que cargan a los que salen del cuadro principal, trasladándolos a uno de los otros cuadros, según les oriente las reglas particulares que se establezcan. (en la espalda y sin que la persona cargada toque el piso. En cada jugada cada carguero sólo puede cargar a otro).

Además, deben existir unos jugadores que son los que van registrando cada una de las jugadas para al final poder hacer las gráficas que les soliciten y se aconseja que

exista un arbitro. El juego termina cuando el sistema se estabiliza, es decir, cuando no es posible trasladar a ninguno, cuando al jugar la cantidad en cada cuadro no cambia. Si se comete un error el árbitro suspende el juego, hace devolver la jugada y registra un error, luego ordena continuar. Además, se cuentan los errores a las gráficas solicitadas.

Si están jugando varios equipos el juego lo gana el equipo que termine primero con menos errores.



Las reglas particulares deben definir:

Indica cuales son las cantidades iniciales de niños en cada cuadro y cuantos registran datos.

Indica como se reparten los niños que salen, es decir, cuantos se llevan a los cuadros de cargueros y cuantos al cuadro de los disponibles entrar al cuadro principal.

Las gráficas: puede ser una o varias, por ejemplo: a gráfica de la trayectoria, jugada a jugada, del cuadro principal y/o cualquiera de los demás cuadros. Además se puede solicitar las gráficas de las entras y/o salidas de cualquier cuadro

Ejemplo de reglas particulares:

Cantidad inicial en cada cuadro: principal = 2; para entrar al cuadro principal = 7; Cargueros de los que entran al principal = 1; Cargueros que sacan del principal y llevan a los otros cuadros = 2; registran datos = 2; arbitro = 1.

De los que sacan cargados del cuadro principal, el primero va para el cuadro de los cargueros que entran al cuadro principal y los demás se llevan al cuadro de los que están disponibles para entrar al cuadro principal. Al cuadro de cargueros que sacan, en este caso, no se llevan, es decir esta cantidad permanece constante durante todo el juego.

Deben graficarse la cantidad en el cuadro principal, desde el principio y hasta el final del juego, jugada tras jugada, junto con las gráficas de entrada salida del cuadro principal.

El modelo EntradaSalida2.mev, una variante de las reglas, en vez de llevar 1 siempre al grupo de cargueros que entran, se le agrega a grupo de cargueros que salen. Es de señalar que el comportamiento de las variables es muy diferente.

Ver el modelo en Evolución, ENTRADA_SALIDA.MEV, que muestra las gráficas correspondientes para los anteriores datos.

6.2.2 El juego de los Mamuts

Introducción²⁹

En esta actividad, equipos de estudiantes realizan un juego de dados y de graficación en el cual imitan el crecimiento y la disminución de una manada de mamuts. Pueden cambiar variables y probabilidades lanzando el dado y así explorar teorías y especulaciones acerca de que factores han contribuido a la extinción de los mamuts. Hay la posibilidad de vincular este juego con temas de ciencias naturales, como la dinámica de poblaciones, o con estudios sociales como la indagación de culturas en la edad del hielo. Los conceptos matemáticos incluyen la graficación, probabilidades, porcentajes, fracciones y decrecimiento exponencial³⁰

Como funciona

Los científicos creen que existían muchos mamuts pero alrededor de 11.000 años en el pasado, se extinguieron. Hay diferentes opiniones acerca de cual ha sido la causa de su desaparición. ¿Fue el clima o fue alguna enfermedad aún sin descubrir? ¿Fueron predadores?

Aún si los científicos no lograron llegar a un consenso, la mayoría está de acuerdo en pensar que la aparición de una población significativa de humanos aumentó la presión sobre los mamuts que ya estaban bajo la presión de un clima en calentamiento. Los cazadores pueden haber reducido los mamuts a un número insuficiente para su reproducción.

Los estudiantes simulan el efecto de la caza humana sobre una población en decrecimiento, jugando dos versiones del Juego de los Mamuts. Una versión monitoreará la población de mamuts sin caza humana y graficará la curva de extinción. La segunda agregará a los humanos y la caza, y los estudiantes verán como aumenta la tasa de extinción. Observar y comparar estos dos gráficos, ayudará a los estudiantes a ver los patrones de comportamiento de la población más claramente.

²⁹ El juego de los Mamuts: La Forma del Cambio

Texto de Lección 3: El juego de los mamuts

Del libro La Forma del Cambio Por Rob Quaden y Alan Ticotsky Junto con Debra Lyneis

Ilustrado por Nathan Walker

Publicado por el Creative Learning Exchange ©Mayo 2004

Preparado con la ayuda de The Gordon Stanley Brown Fund. Basado en trabajo soportado por la The Waters Foundation

³⁰ Este juego ha sido adaptado de "the teacher's guide Newton's Apple , Show Number 1509, Twin Cities Public Television, St Paul, MN, 1997.

Para ver un modelo de simulación para este juego, junto con las instrucciones para su uso en el aula (en inglés), mire "The Mammoth Extinction Game " por Stamell, Ticotsky, Quaden y Lyneis, 1999, en el Creative Learning Exchange en www.clechange.org.

Por quienes deseen leer un relato en inglés: "What It's Like to Be a Pioneer: Let the Children Surprise You " por Lyneis, 1999, en www.clechange.org.

Materiales

- 20 dados por equipo más algunos para el docente.
 - Cajas (por ejemplo de zapato) para lanzar los dados.
 - Marcadores de los mismos dos colores para cada estudiante
 - Una copia de las reglas del juego de los mamuts para cada equipo
 - Copias de dos hojas de trabajo para cada estudiante
- Llevando la Contabilidad de tu Manada
Gráfico de tu Población de Mamuts

Procedimiento

1. Junto con los estudiantes, genere una lista de teorías acerca de la extinción de los mamuts.
2. Explique a los estudiantes que van a monitorear la población de una manada de 20 mamuts en el tiempo. Luego van a graficar la población.
3. Entregue 20 dados a cada equipo de estudiantes. Cada dado representará a un mamut, entonces la población inicial es de 20. Los estudiantes registrarán la población en la hoja llevando la Contabilidad de tu Manada en Juego 1. (Guarde un par de dados extra por si una manada crece más allá de los 20 mamuts.)

Juego 1		Juego 2	
Año	Mamuts	Año	Mamuts
Inicio	20	Inicio	20
1		1	
2		2	

4. Entregue una copia de las Reglas del Juego de los Mamut a cada equipo (o use un proyector) y explique las reglas. Cada vez que un dado se lanza, un año simulado pasa. El número que sale significa el destino que espera el mamut que representa. Para iniciar, mueva la caja con los dados. Ordene los dados según las reglas.

Las Reglas del Juego de los Mamut para el Juego 1

- 1 = un bebé mamut nace
- 2 = el mamut es matado por un oso gigante
- 3 = el mamut se muere de hambre
- 4 = el mamut sigue vivo por otro año
- 5 = el mamut sigue vivo por otro año
- 6 = el mamut sigue vivo por otro año

5. La precisión es muy importante. Por lo tanto, dedique suficiente tiempo a establecer los procedimientos. Cada estudiante debería monitorear la población en

su hoja personal, pero todos los miembros del equipo deberían estar de acuerdo sobre el número correcto.

Ordene, cuente y registre el número de mamuts que permanecen al final del primer año.

Para el segundo año, lance los dados, pero usando solamente a los mamuts que sobrevivieron el primer año y los bebés nuevos. Registre los resultados.

Juegue y registre durante 20 años simulados o hasta que los mamuts se hayan extinguidos.

Atención: estudiantes jóvenes pueden estar tentados de falsificar los resultados del lanzamiento de dados, porque quieren que los mamut sobrevivan. Explique que es una simulación y no una competencia. Lo que se hace es similar a un experimento en ciencias: si se generan tales condiciones, ¿cuál será el resultado?

6. De acuerdo a la edad de sus estudiantes y a las rutinas del salón, puede asignar roles o permitir que ellos elijan roles. Por ejemplo, uno puede remover los mamuts que mueren, otro agregar los bebés, un tercero puede ser contador de mamuts, a así sucesivamente. El aprendizaje cooperativo funciona mejor cuando cada uno en el equipo sabe lo que se espera de él

7. Cuando termina el primer juego, pida que cada estudiante dibuje los resultados en su hoja "Gráfico de tu Población de Mamuts".

Cada alumno debería usar el mismo marcador (color).

El graficar puede resultar difícil para estudiantes más jóvenes: asegúrese de que dibujen los puntos correctamente antes de conectarlos con líneas.

Todo funciona mejor si se juega primero y se grafica después.



Explorando el significado

Juego 1

Coloque un gráfico de cada equipo pegado a un muro del salón, para poder compararlos fácilmente y llevar una discusión. Surgirán preguntas como las siguientes; ayude a sus estudiantes a desarrollar la habilidad de pensamiento crítico y a llegar a una comprensión profunda.

¿Qué es lo que los gráficos nos dicen sobre lo que les ha pasado a los mamuts?
 Todas las manadas se extinguieron.

¿Cuándo se extinguió su manada? ¿Porqué pasó esto?

Estas son preguntas para una “lluvia de ideas”, que estimulan la reflexión de los estudiantes. En el Juego 1, los osos gigantes y el hambre causaron la muerte. Podrían haber existido también otras causas, como por ejemplo una enfermedad.

¿Si en cada año, nacieron bebés, porqué la población disminuyó igual?
La población disminuyó porque murieron más mamuts de los que nacieron en cada año.

¿Cuál es el patrón general de los gráficos? Y según la edad de los estudiantes:
¿Cuál es la tasa de cambio? ¿Cuál es la pendiente de la línea?
El gráfico muestra una línea que baja fuertemente en los primeros años y luego se aplanan cuando los mamuts se acercan a su extinción. Estudiantes avanzados (cursos mayores) pueden discutir la pendiente; Estudiantes más jóvenes usan descripciones como “baja más” o “más fuerte” o “más plano” para referirse a las tasa de cambio.

¿Qué similitud hay entre todos los gráficos? ¿Qué diferencia? ¿Por qué?
Todos los gráficos bajan de la misma manera general. Las líneas varían en detalles, porque los datos fueron lanzados de manera diferente en los equipos diferentes; en la vida real, diferentes manadas tendrían un desarrollo un poco diferente también – el tiempo, los alimentos que encuentran, enfermedades etcétera.

¿Porqué la línea es curvada? ¿Qué es lo que dice la línea curvada sobre lo que pasó con la población de mamuts? ¿Por qué la línea tiene una pendiente más fuerte en unos lugares que en otros?
La línea baja más al inicio porque hubo más mamuts que podrían morir en estos años, cuando la manada era grande. De acuerdo como iba disminuyendo la manada, los problemas afectaron a menos mamuts, hasta que finalmente no quedaba ninguno. Este patrón se llama “disminución exponencial”. La línea es curvada porque el número de mamuts que murieron iba disminuyendo (de acuerdo al número de mamuts vivos).

¿Al final de qué año tuvo la población la mitad de su tamaño inicial?
El tiempo de vida media es aproximadamente de 4 años.

¿Llegaríamos a la misma extinción aún si el tamaño inicial de la manada fuera más grande, por ejemplo 100 mamuts?
El tamaño de la manada no afectaría el patrón general de lo que ocurre. Con la misma tasa de mortalidad, la manada llegaría a la mitad de su tamaño a los 4 años, de toda manera, y llegaría a extinguirse después del mismo periodo que antes. Este resultado suele sorprender a los estudiantes.

Jugando Juego 2

1. Cambie una de las reglas de la 4 a la 6 (“el mamut sigue vivo por otro año”) a “el mamut es matado por un cazador”. La introducción de cazadores humanos permite que los estudiantes vayan comparando lo que pasa con la población de mamuts cuando la caza aumenta la presión sobre los mamuts.

Las Reglas del Juego de los Mamut para el Juego 2

- 1 = un bebé mamut nace
- 2 = el mamut es matado por un oso gigante
- 3 = el mamut se muere de hambre
- 4 = el mamut es matado por un cazador
- 5 = el mamut sigue vivo por otro año
- 6 = el mamut sigue vivo por otro año

2. Pida a los estudiantes de predecir lo que podría pasar en Juego 2 y deje que explique su razonamiento.

¿Cuántas caras de los dados representan la muerte del mamut en Juego 2?

La tasa de mortalidad en Juego 2 es $3/6$ o bien $1/2$. En el Juego 1 fue $2/3$ (o bien $1/3$). En promedio, cuando se lanzan los dados, una parte más grande de la manada morirá en cada año durante el Juego 2.

3. Juegue el Juego 2 siguiendo las nuevas reglas. Luego, pida a los estudiantes graficar los resultados en el segundo color, pero en el mismo gráfico usado en Juego 1.

Juego 1  Juego 2 



Explorando el significado Juego 2

Nuevamente, pegando las gráficas de cada equipo al muro, para poder compararlas fácilmente y llevar una discusión, nos preguntamos:

¿Qué es lo que pasó esta vez? ¿Cuándo se extinguió la manada? ¿Es esto lo que predijeron? ¿Porqué pasó esto?

Todas las manadas se extinguieron aún más rápidamente que en el Juego 1, porque más mamuts murieron cada año y no nacieron suficientes bebés.

¿Hubo un patrón general de nuevo? ¿Porqué la pendiente es más fuerte en unos lugares que en otros?

Nuevamente, los gráficos muestran una curva bajando fuertemente y aplanándose cuando los mamuts se acercan a la extinción. La población disminuyó más rápidamente al inicio porque la tasa de mortalidad se aplicó a un número más grande de mamuts. Más tarde, quedaban menos mamuts que podían morir.

¿Porqué la línea es curvada? ¿Porqué no es recta?

Es curvada porque el número de mamuts que mueren varía según el número de mamuts a que aplicar la mortalidad. La línea sería recta si cada año nacen y mueren un número constante de mamuts.

¿En qué son similares las líneas de Juego 1 y Juego 2? ¿En qué son diferentes?

Los estudiantes pueden usar palabras como “fuerte”, “mucho”, “plano” o “pendiente” para describir a las líneas. Explore estos conceptos. Asegúrese de relacionar la forma de la línea con la tasa de mortalidad de la población. Ambas líneas muestran “disminución exponencial”, pero en el Juego 2 tuvo una tasa de mortalidad más grande, y por esta razón los mamuts murieron y se extinguieron más rápidamente.

¿Qué cambiaron los cazadores?

Amplíe la discusión para explorar teorías de extinción.

¿Porqué una manada podría sobrevivir un poco más que otra?

Es muy probable que diferentes manadas enfrenten condiciones diferentes. Antes de los cazadores, los mamuts estaban en condiciones de reconstituir su población normal después de una crisis.

¿Es posible que la aparición de los cazadores humanos haya aumentado la presión sobre los mamuts tanto que finalmente se extinguieron?

¿Qué es lo que hace que una población disminuya?

Cuando mueren más de lo que nacen.

¿Qué es lo que hace que una población crezca?

Cuando nacen más de lo que mueren.

¿Puede una población permanecer constante?

Sí, cuando nacen y mueren el mismo número de individuos.

¿Esto les pasa solamente a los mamuts? ¿Puedes pensar en otros casos?

Los mismos principios se aplican a todas las poblaciones:

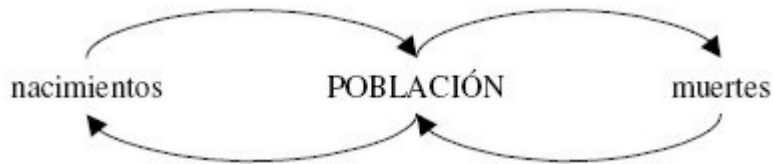
Poblaciones de bacterias en un tubo de ensayo;

Poblaciones de peces en un lago o ciervos en un bosque;

Poblaciones humanas en el mundo, en un país o en una ciudad (incluyendo la migración).

Realimentación

Los nacimientos hacen que una población aumente. Una población más grande resulta en más nacimientos, y así sucesivamente. Al mismo tiempo, las muertes hacen que la población disminuya, y una población más chica resulta en menos muertes. Esto se llama bucles de realimentación.



Reglas para el Juego de los Mamuts

1. Cada dado represente un mamut.
2. Cada lanzamiento de dados representa un año
3. Lanza todos los dados al mismo tiempo, dentro de la caja de cartón. Los números de los dados te dirán lo que pasó con cada uno de los mamuts.

Juego 1

- 1 = un bebé mamut nace
- 2 = el mamut es matado por un oso gigante
- 3 = el mamut se muere de hambre
- 4 = el mamut sigue vivo por otro año
- 5 = el mamut sigue vivo por otro año
- 6 = el mamut sigue vivo por otro año

4. Haz lo que los números te dicen:

Si un bebé nace, agrega un dado a la manada (a la caja).

Si un mamut se muere, saca su dado de la manada (de la caja).

Si un mamut sigue vivo por otro año, simplemente deja su dado en la caja para el próximo lanzamiento.

5. Sigue jugando por 20 años (lanzamientos). Registra la cantidad de mamuts en tu manada al final de cada año en tu hoja "Llevando la Contabilidad de tu Manada".

6. Para Juego 2, cambia las reglas.

Juego 2

- 1 = un bebé mamut nace
- 2 = el mamut es matado por un oso gigante
- 3 = el mamut se muere de hambre
- 4 = el mamut es matado por un cazador
- 5 = el mamut sigue vivo por otro año
- 6 = el mamut sigue vivo por otro año

Nombre y Apellido	
Grado.	Año
Nombre de la Institución:	

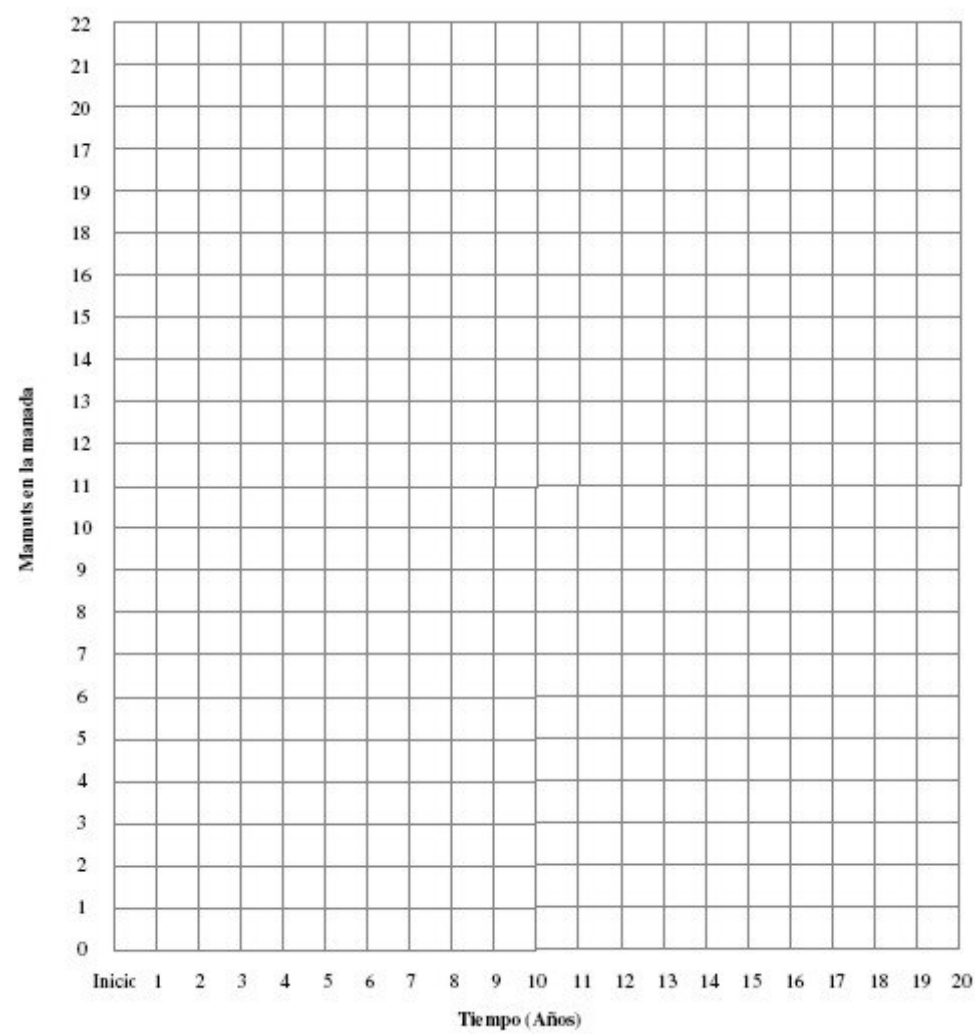
Llevando la Contabilidad de tu Manada

Registra el número de mamuts que quedan vivos al final de cada año.

Juego 1		Juego 2	
Año	Mamuts	Año	Mamuts
Inicio	20	Inicio	20
1		1	
2		2	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Nombre y Apellido	
Grado.	Año
Nombre de la Institución:	

Gráfico de tu Población de Mamuts



6.2.3 Juego de la Epidemia

Juego de la epidemia, simulación en vivo

Este juego se propone recrear (simular) en vivo, la epidemia de una enfermedad que se propaga por el contacto directo entre personas sanas y personas enfermas (contagiadas). Las personas que se contagian, permanecen contagiadas indefinidamente; Aunque el contagio se da cuando hay contacto entre sanos y contagiados, no siempre, que hay un contacto de estos se genera contagio. Se juega de la siguiente manera:

- Un árbitro y N jugadores. Antes de iniciar el juego el árbitro selecciona, en secreto, uno de los jugadores como el primer contagiado, él es el que inicia la epidemia.
- Los jugadores se sitúan en una sala en la cual se puedan mover libremente.
- El juego se desarrolla jugada a jugada y en cada una cada jugador saluda a otro. Los sanos que saluden a un contagiado podrán quedar contagiados
- El juego inicia cuando el árbitro le oriente a los jugadores registrar en una planilla: el número de la jugada (de 1 en adelante), apostarle al número 1 o al 2 y luego saludar a un compañero.
- Después que todos saludaron, el árbitro lanza una moneda y si cae cara dirá 1, si cae sello indicará 2
- Los jugadores sanos que habiendo saludado a un contagiado y que además el número registrado, antes de saludar, coincida con el indicado por el árbitro después de lanzar la moneda, pasaran a contagiados. En todos los demás casos el jugador seguirá en el estado que tenía antes de saludar (sano o contagiado), como se observa en la tabla 1. Después de que los jugadores que cambie de estado y lo registren, el árbitro orientará iniciar la siguiente jugada, indicando a los jugadores que traten de saludar a un compañero que no hayan saludado antes.
- El juego se dará por terminado cuando el árbitro lo decida. Al terminar, cada jugador debe saber en cual jugada se contagió.

Tabla 1: registro de Datos durante el juego

Jugada #	Apuesta al 1/2	Saludo a C/S	Moneda 1/2	Estado S/C
1	2	S	2	S
2	1	S	2	S
3	2	C	1	S
3	1	C	1	C
4	2	C	2	C *****
5	1	S	1	C

Resultados del Juego:

Antes de graficar los resultados del comportamiento del juego, el Árbitro hará las siguientes preguntas a los jugadores:

¿Cómo creen que se desarrollo el juego?, es decir, ¿cómo es la gráfica de personas sanas y personas contagiadas durante el juego?, ¿Cómo espera que sea la gráfica de contagio?

Después de diluir las propuestas de gráficas planteadas por los jugadores, haciendo claridad de porque proponen una u otra gráfica, el árbitro pregunta a cada jugador en que jugada se contagio y hace la siguiente tabla, en este ejemplo se asume que hay 20 jugadores y desde el inicio del juego uno de ellos está contagiado:

Jugada #	Contagiados en la jugada (contagio)	Acumulado contagiados (contagiados)	de Cantidad de Sanos
1	1	2	18
2	2	4	16
3	3	7	13

Con los datos de la tabla anterior cada jugador debe realizar las gráficas de Contagiados, Sanos y Contagio.

Un debate entre los jugadores debe permitir aclarar el porqué de los errores en las graficas propuestas y cual es la forma general de la gráfica que resultó de los datos del juego. Hay que tener presente que entre más se cumplan las reglas del juego (modelo) las gráficas tendrán una forma más definida (simulación).

Modelado y simulación del juego de la epidemia

Primer prototipo³¹

1. Modelo en el lenguaje en prosa

Asumamos que existe una población constante (PT), que lentamente se irá contagiando de la TI, además, la epidemia la inicia alguien de esta población que se

³¹ Ver modelo en Evolución 3.5 (Prototipo 1_Epidemia.mev)

ha contagiado (está con la TI) externamente (efecto del medio). Los demás, se van contagiando resultado de los encuentros entre los contagiados y los sanos (sano: que no están con la TI). En una enfermedad, sabemos que no siempre en el contacto entre contagiado y sano, el sano se contagia; esto lo podemos representar con la tasa de contagio (T_C) la cual nos indica cuántos contagios se dan, por ejemplo, por cada 100 contactos.

2. Modelo en el lenguaje de flujos y niveles

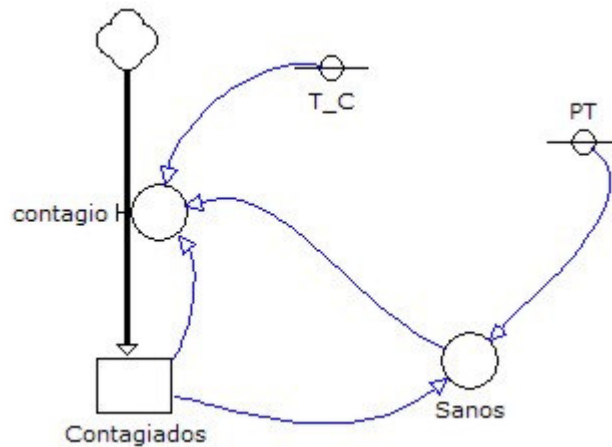


Figura 1: Diagrama de Flujo Nivel. Primer Prototipo

Se aprecia que se van acumulando personas en un nivel que llamamos Contagiados, el comportamiento de este nivel nos dirá cuántos están contagiados en cada momento y cómo va cambiando esta cantidad resultado del contagio diario. El flujo de contagio nos indica cuántos se contagian en cada periodo de tiempo, resultado del encuentro entre sanos y contagiados y según la tasa de contagio. Los sanos, en cada momento, es una información que la podemos obtener de restar a la población total el número de contagiados. (figura 1)

3. Modelo en el lenguaje del comportamiento

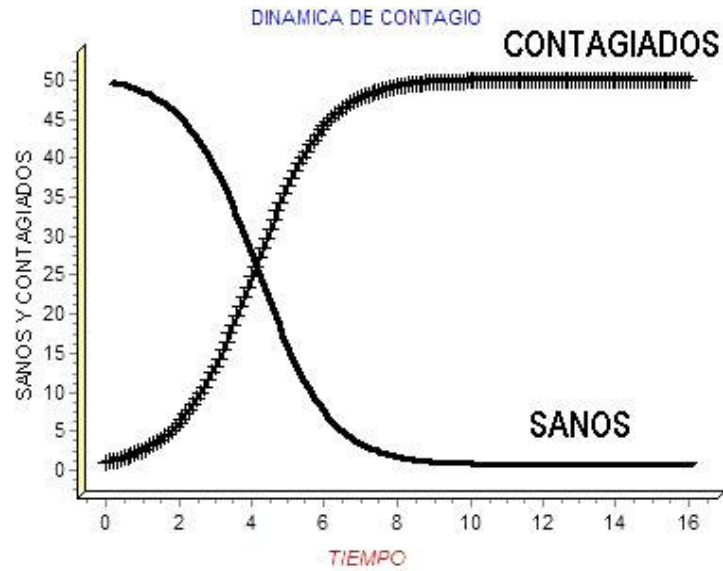


Figura 2: Dinámica de Contagio. Primer Prototipo

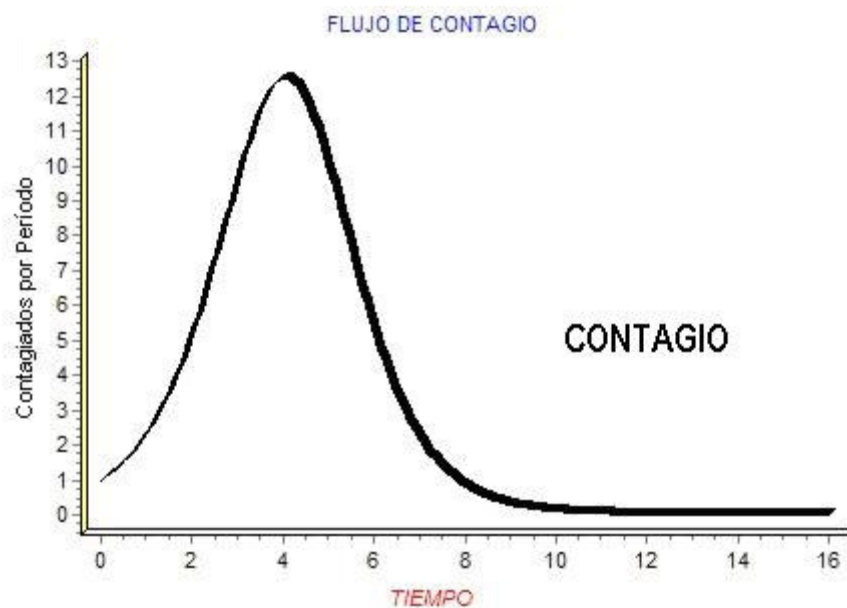


Figura 3: Flujo de Contagio. Primer Prototipo

Si definimos unas condiciones en las cuales se da la epidemia, en este caso el número de contagiados iniciales, y el valor de la tasa de contagio y la población total, con la ayuda del Software Evolución 3.5, podemos apreciar el comportamiento que van teniendo las diferentes variables. Principalmente nos interesa observar, cómo van incrementando los contagiados y disminuyendo los sanos y cómo se presenta el contagio, al principio lento porque hay pocos que contagian y luego rápido porque hay bastantes contagiados y bastantes sanos; cuando van disminuyendo los sanos el contagio va disminuyendo hasta que se hace cero porque ya todos están contagiados. (Figura 2 y Figura 3)

Segundo prototipo³²

1. Modelo en lenguaje en prosa

Asumimos todas las consideraciones del primer prototipo pero ahora contemplamos el hecho que las personas se pueden curar de la enfermedad, esto puede suceder pasado un tiempo de haberse contagiado, es decir, que hay un retardo o demora para que una persona abandone se cure. Además, la persona que se cura se convierte en un sano que más tarde se puede volver a contagiar, en el juego esta posibilidad de recuperación no se presentó.

³² Ver modelo en Evolución 3.5 (prototipo2_Epidemia.mev)
201

2. Modelo en el lenguaje de flujos y niveles

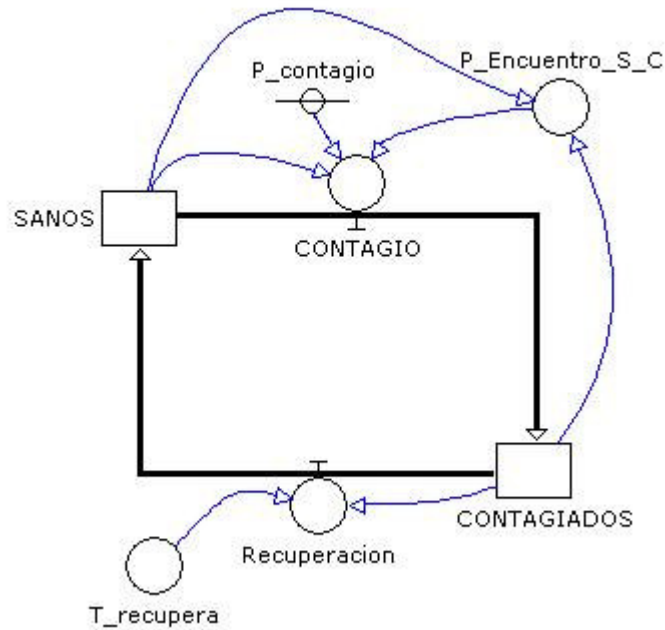


Figura 4: Diagrama de Flujo Nivel. Segundo Prototipo

En este caso la cantidad de Sanos se representan por otro nivel, del cual salen los que se van contagiando (flujo de contagio) y llegan los que abandonan (flujo Recuperación). El parámetro P_{contagio} , define la Probabilidad de contagio (cuando se da el contacto entre un sano y un contagiado). La variable auxiliar $P_{\text{Encuentro_S_C}}$ define la probabilidad de que se dé el encuentro entre un sano y un contagiado y la variable auxiliar T_{recupera} determina el tiempo promedio que dura un contagiado en ese estado (Figura 4).

3. Modelo en el lenguaje del comportamiento

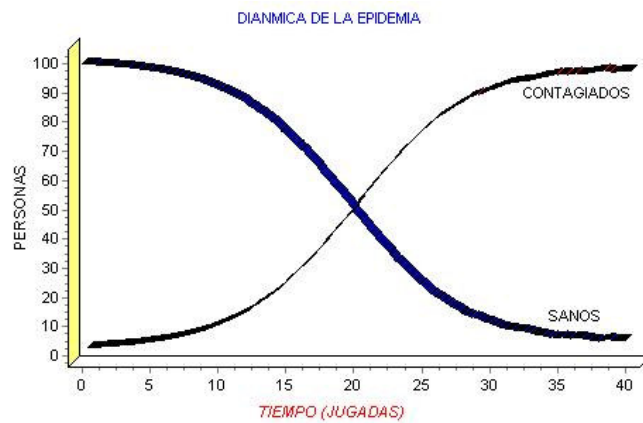


Figura 5: Dinámica de Contagio. Segundo Prototipo

En este caso, a diferencia del primer prototipo, los sanos no tienden a cero debido a que algunos pueden abandonar el estado de contagiado, regresando a sanos para luego tener la probabilidad de contagiarse nuevamente.

6.3 EVALUACIÓN DE SOFTWARE

Titulo del software: MacMedia, Micromundo para el Aprendizaje de Ciencias en la Educación Media, basado en el Modelo Educativo Centrado en los Procesos de Pensamiento				
Versión	1.0	Año	2000	Idioma: Español
Autores: Carlos Zafra y Alfredo Villa				
Dirección URL: No está disponible en la web				
Con cuáles áreas se puede utilizar? en el área de ciencias (física y química)				
Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grados décimo y undécimo				

Marque con una X en la casilla según su apreciación. Sino sabe responder o no entiende la pregunta no conteste, por favor.	Si	No	Bajo	Aceptable	Muy bueno	Excelente
			0%-30%	31%-60%	61%-80%	81%-100%
Facilidad de uso e instalación. ¿El software es fácil de usar?	X					X
¿Fácil de instalar?	X					X
Adaptación a diversos contextos, el software permite: ¿Utilizarse en diversos entornos? (aula de informática, clase con un único computador, uso doméstico...)	X					X
¿La modificación de algunos parámetros como el grado de dificultad?		X	X			
¿La modificación e inclusión de los contenidos de las bases de datos?	X		X			
¿Realizar un seguimiento y evaluación del estudiante por las actividades realizadas?	X			X		
¿Proporciona información útil para la evaluación?	X				X	
¿Continuar con el trabajo empezado con anterioridad?	X				X	
¿El uso de otros materiales (glosario, bibliografía...) y la realización de actividades complementarias (individuales o en grupo)?	X					X
¿La comunicación (enlaces) con otras aplicaciones que ayudan al usuario en el trabajo con éste?	X				X	
Calidad del entorno audiovisual. ¿Posee un diseño general claro y atractivo de las pantallas?	X					X
Calidad en los contenidos (bases de datos). ¿La información que se presenta es apropiada para los	X				X	

usuarios a la cual está dirigido el software?					
¿La información que se presenta es suficiente para el grado?	X			X	
¿La información posee respaldo científico y actualizada?	X			X	
¿Los textos tienen buena ortografía y gramática?	X			X	
¿Los contenidos son significativos para el usuario y están relacionados con problemas de su interés?	X				X
Navegación e interacción. ¿Posee un mapa de navegación que permite acceder fácilmente a los contenidos, actividades, niveles y servicios en general?	X			X	
¿La velocidad del software en la relación con el usuario es la adecuada? (animaciones, lectura de datos...)	X			X	
¿El software presenta errores cuando se está ejecutando?	X	X			
¿El software despierta y mantiene la curiosidad e interés del usuario?	X			X	
¿Permite tener acceso a todos los servicios en cualquier instante y las veces que el usuario considere necesario?	X				X
¿Permite la interacción con otros usuarios ya sea para plantear o solucionar inquietudes o para confrontar sus modelos mentales?	X			X	
¿Posee un buscador de términos, que le facilita al usuario encontrar temas relacionados con una(s) palabra(s)?	X		X		
¿Permite que el usuario tenga la posibilidad de decidir que información y en que orden trabajar?	X			X	
¿Favorece la autonomía y la autogestión del estudiante?	X			X	
¿Puede utilizarse en variedad de ocasiones, o una vez recorrido ya no es nuevamente utilizable?	X		X		
¿El software establece una relación de interactividad (comunicación) con el usuario?	X		X		
Potencialidad de los recursos didácticos. ¿Presenta actividades que permiten diversas formas de utilización y de acercamiento al conocimiento?	X				X
¿Emplea diversos códigos comunicativos, como por ejemplo verbales o icónicos?	X		X		
¿Permite incluir preguntas para relacionar el conocimiento inicial del estudiante con el nuevo		X	X		
¿Las imágenes y videos que presenta aportan información relevante para el usuario?	X			X	
Fomento de la iniciativa y el autoaprendizaje. ¿Promueve el desarrollo de la iniciativa y el aprendizaje	X			X	

autónomo y significativo de los usuarios?					
¿Promueve el aprendizaje por prueba y error?	X		X		
¿Fomenta el desarrollo de estrategias de aprendizaje en los usuarios, que les permitan planificar, regular y evaluar su propia actividad de aprendizaje?	X				X
¿Promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento?	X				X
Enfoque pedagógico actual. ¿Facilita al estudiante un aprendizaje repetitivo, conductual?		X	X		
¿Promueve un aprendizaje significativo y de construcción de conocimiento en el estudiante, donde además de comprender los contenidos puede investigar y buscar nuevas relaciones?	X				X
La documentación. ¿Posee ayuda para el usuario?		X	X		
¿Incluye un tutorial o ayuda para la operación del software y sus herramientas de apoyo al aprendizaje?	X			X	
¿Incluye guías didácticas con sugerencias claras y ejemplos de utilización que proponga estrategias de uso e indicaciones para su integración curricular?		X	X		
Requisitos de Hardware y software					
¿Los requisitos mínimos de hardware y software los pueden cumplir la mayoría de los computadores de las escuelas?	X				X
¿Requiere los parlantes para su buen funcionamiento?	X			X	
Otras características					
¿El software impone obligaciones metodológicas para su uso, tanto para el profesor como para el estudiante?		X	X		
¿El software ofrece diferentes posibilidades de uso, de acuerdo con las necesidades e intenciones del usuario?	X				X
¿Presenta preguntas que motivan al usuario a interactuar con los experimentos?	X				X
¿Se pueden ejecutar los experimentos bajo diferentes condiciones (variación de parámetros)?	X				X
¿El software permite la construcción de modelos?	X				X
En las siguientes preguntas, subraye los aspectos que fomenta el software:					
¿Exigencias de aprendizaje: El software exige al estudiante acciones y habilidades para: memorizar información, <u>construir conceptos</u> , seguir instrucciones, <u>construir secuencias de aprendizaje propias</u> , <u>hacer preguntas</u> , <u>construir respuestas originales</u> , <u>relacionar lo aprendido con otros conocimientos</u> , <u>colaborar con compañeros</u> .					
¿El trabajo individual, <u>cooperativo</u> ?					

El software puede ser utilizado para: Entrenar - Aprender - Informar - Motivar - Explorar - Experimentar - Expresarse Comunicarse - Entretener - Evaluar - Procesar Datos – Simular diversos fenómenos
¿Quién ejerce el control de la secuencia de aprendizaje: el computador o el <u>estudiante</u> ?
¿Posee discriminaciones (sexo, clase social, raza, religión y creencias) <u>ninguna</u>
¿Presenta mensajes negativos no aceptables desde el punto de vista moral, ético social ambiental cultural otro _____, <u>Ninguno</u>

Aspectos del Código				
Conceptos	0%- 30%	31%- 60%	61%- 80%	81%- 100%
Código Documentado			X	
Código Legible. (Es fácil para usted seguir la secuencia y entender el código)			X	
Posee Código Completo. (Presenta todo las unidades o componentes que utilizan)				X
Manual de Programador. (Especificaciones de variables, uso de componentes que utilicen, y funciones)	X			

Requisitos técnicos (hardware y software mínimo, periféricos necesarios)

- PC multimedia con procesador preferiblemente Pentium 1 o superior.
- 32 MB RAM.
- Lector de CD-ROM
- Tarjeta de sonido
- Mouse
- Configuración del área de escritorio 640 * 480 píxeles
- Parlantes o auriculares
- Windows 95, 98se, Me.
- Espacio necesario en disco duro de 50 MB.
- Evolución 2.0a

Observaciones:

- Los autores de MacMedia asumieron la codificación de las rutinas que resuelven las ecuaciones de cada uno de los experimentos incluidos, presentando los resultados de manera animada, esto le restringe al usuario la posibilidad de incluir nuevos experimentos.
- Es un software muy fácil de instalar
- No incluye tutorial de dinámica de sistemas
- No incluye ayuda para el usuario.
- El nivel experimentador tiene una interfaz muy llamativa y acorde con la edad de los estudiantes a los cuales está dirigido al software.
- Posee sólo dos perfiles: estudiante, profesor.

- La pantalla inicial está dividida en tres fenómenos a estudiar: el Paracaidista, El juego de Golf, y el Movimiento Planetario
- Permite la inclusión sólo de videos e imágenes.
- El micromundo permite la exportación e importación de contenidos y del glosario.

Título del software : Micromundo de Simulación para el Aprendizaje de Ciencias de la Naturaleza para los grados sexto y séptimo, Un Enfoque Sistémico		
Versión 1.0	Año: 2000	Idioma: Español
Autores. Ximena Marcela Navas y Fabián Benítez		
Dirección URL: no está disponible en la web		
Con cuáles áreas se puede utilizar? en ciencias de la naturaleza		
Destinatarios: (etapa educativa): estudiantes de los grados sexto y séptimo de bachillerato.		

Marque con una X en la casilla según su apreciación. Sino sabe responder o no entiende la pregunta no conteste, por favor.	Si	No	Bajo	Aceptable	Muy bueno	Excelente
			0%-30%	31%-60%	61%-80%	81%-100%
Facilidad de uso e instalación. ¿El software es fácil de usar?	X				X	
¿Fácil de instalar?	X					X
Adaptación a diversos contextos, el software permite: ¿Utilizarse en diversos entornos? (aula de informática, clase con un único computador, uso doméstico...)	X					X
¿La modificación de algunos parámetros como el grado de dificultad?		X	X			
¿La modificación e inclusión de los contenidos de las bases de datos?	X				X	
¿Realizar un seguimiento y evaluación del estudiante por las actividades realizadas?	X			X		
¿Proporciona información útil para la evaluación?	X				X	
¿Continuar con el trabajo empezado con anterioridad?	X				X	
¿El uso de otros materiales (glosario, bibliografía...) y la realización de actividades complementarias (individuales o en grupo)?	X					X
¿La comunicación (enlaces) con otras aplicaciones que ayudan al usuario en el trabajo con éste?	X					X
Calidad del entorno audiovisual. ¿Posee un diseño general claro y atractivo de las pantallas?	X					X
Calidad en los contenidos (bases de datos). ¿La información que se presenta es apropiada para los	X				X	

usuarios a la cual está dirigido el software?					
¿La información que se presenta es suficiente para el grado?	X			X	
¿La información posee respaldo científico y actualizada?	X			X	
¿Los textos tienen buena ortografía y gramática?	X			X	
¿Los contenidos son significativos para el usuario y están relacionados con problemas de su interés?	X				X
Navegación e interacción. ¿Posee un mapa de navegación que permite acceder fácilmente a los contenidos, actividades, niveles y servicios en general?	X				X
¿La velocidad del software en la relación con el usuario es la adecuada? (animaciones, lectura de datos...)	X			X	
¿El software presenta errores cuando se está ejecutando?	X	X			
¿El software despierta y mantiene la curiosidad e interés del usuario?	X			X	
¿Permite tener acceso a todos los servicios en cualquier instante y las veces que el usuario considere necesario?	X				X
¿Permite la interacción con otros usuarios ya sea para plantear o solucionar inquietudes o para confrontar sus modelos mentales?	X				X
¿Posee un buscador de términos, que le facilita al usuario encontrar temas relacionados con una(s) palabra(s)?	X		X		
¿Permite que el usuario tenga la posibilidad de decidir que información y en que orden trabajar?	X			X	
¿Favorece la autonomía y la autogestión del estudiante?	X			X	
¿Puede utilizarse en variedad de ocasiones, o una vez recorrido ya no es nuevamente utilizable?	X			X	
¿El software establece una relación de interactividad (comunicación) con el usuario?	X		X		
Potencialidad de los recursos didácticos. ¿Presenta actividades que permiten diversas formas de utilización y de acercamiento al conocimiento?	X				X
¿Emplea diversos códigos comunicativos, como por ejemplo verbales o icónicos?	X			X	
¿Permite incluir preguntas para relacionar el conocimiento inicial del estudiante con el nuevo	X				X
¿Las imágenes y videos que presenta aportan información relevante para el usuario?	X			X	
Fomento de la iniciativa y el autoaprendizaje. ¿Promueve el desarrollo de la iniciativa y el aprendizaje	X			X	

autónomo y significativo de los usuarios?					
¿Promueve el aprendizaje por prueba y error?	X		X		
¿Fomenta el desarrollo de estrategias de aprendizaje en los usuarios, que les permitan planificar, regular y evaluar su propia actividad de aprendizaje?	X				X
¿Promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento?	X				X
Enfoque pedagógico actual. ¿Facilita al estudiante un aprendizaje repetitivo, conductual?		X	X		
¿Promueve un aprendizaje significativo y de construcción de conocimiento en el estudiante, donde además de comprender los contenidos puede investigar y buscar nuevas relaciones?	X				X
La documentación. ¿Posee ayuda para el usuario?	X			X	
¿Incluye un tutorial o ayuda para la operación del software y sus herramientas de apoyo al aprendizaje?	X			X	
¿Incluye guías didácticas con sugerencias claras y ejemplos de utilización que proponga estrategias de uso e indicaciones para su integración curricular?		X	X		
Requisitos de Hardware y software					
¿Los requisitos mínimos de hardware y software los pueden cumplir la mayoría de los computadores de las escuelas?	X			X	
¿Requiere los parlantes para su buen funcionamiento?	X			X	
Otras características					
¿El software impone obligaciones metodológicas para su uso, tanto para el profesor como para el estudiante?		X	X		
¿El software ofrece diferentes posibilidades de uso, de acuerdo con las necesidades e intenciones del usuario?	X				X
¿Presenta preguntas que motivan al usuario a interactuar con los experimentos?	X				X
¿Se pueden ejecutar los experimentos bajo diferentes condiciones (variación de parámetros)?	X				X
¿El software permite la construcción de modelos?	X				X
En las siguientes preguntas, subraye los aspectos que fomenta el software:					
¿Exigencias de aprendizaje: El software exige al estudiante acciones y habilidades para: memorizar información, <u>construir conceptos</u> , seguir instrucciones, <u>construir secuencias de aprendizaje propias</u> , <u>hacer preguntas</u> , <u>construir respuestas originales</u> , <u>relacionar lo aprendido con otros conocimientos</u> , <u>colaborar con compañeros</u> .					
¿El trabajo individual, <u>cooperativo</u> ?					

El software puede ser utilizado para: Entrenar - Aprender - Informar - Motivar - Explorar - Experimentar - Expresarse Comunicarse - Entretener - Evaluar - Procesar Datos – Simular diversos fenómenos
¿Quién ejerce el control de la secuencia de aprendizaje: el computador o el <u>estudiante</u> ?
¿Posee discriminaciones de sexo, clase social, raza, religión y creencias o <u>ninguna</u>
¿Presenta mensajes negativos no aceptables desde el punto de vista moral, ético social ambiental cultural otro _____, <u>Ninguno</u>

Aspectos del Código				
Conceptos	0%- 30%	31%- 60%	61%- 80%	81%- 100%
Código Documentado			X	
Código Legible. (Es fácil para usted seguir la secuencia y entender el código)			X	
Posee Código Completo. (Presenta todo las unidades o componentes que utilizan)				X
Manual de Programador. (Especificaciones de variables, uso de componentes que utilicen, y funciones)	X			

Requisitos técnicos (hardware y software mínimo, periféricos necesarios)

- PC multimedia con procesador preferiblemente Pentium 1 o superior.
- 32 MB RAM.
- Lector de CD-ROM
- Tarjeta de sonido
- Mouse
- Configuración del área de escritorio 640 * 480 píxeles
- Parlantes o auriculares
- Windows 95, 98se, Me.
- Espacio necesario en disco duro de 120 MB.
- Evolución 2.0a
- Microsoft Office 97
- Internet Explorer 5.5

Observaciones:

- En Windows XP presenta dificultades al momento de mostrar ciertas imágenes arrojando el error "Bitmap Image is not valid".
- Algunas imágenes y botones no aparecen
- Si se accede al navegador y no se da click sobre algún tema, sino se elige la opción cerrar ventana y luego se intenta acceder a los multimedios, se presenta un error de índice no válido.

- El experimento que se presenta en el tutorial de Dinámica de Sistemas no permite la variación de parámetros.
- Genera un reporte con las respuestas dadas por un estudiante a un tema o una temática
- El estudiante puede enviar sus inquietudes a disquete y el profesor luego las puede cargar desde el mismo

Aspectos a destacar

- Los iconos representan consecuentemente la acción que tienen asociada.
- La interfaz gráfica es muy agradable y adecuada para los usuarios a los cuales está dirigido.
- Las opciones que posee el software siempre están visibles al usuario.
- Permite imprimir los textos de las páginas HTML.
- Incluye iconos a enlaces tales como: Word, Power Point, Paint, Evolución 2.0 a. y E – mail
- La búsqueda de temas, se puede realizar por índice de temas o por palabras clave asociadas a los temas
- El micromundo permite la exportación e importación de contenidos y del glosario.

Título del software: Software Educativo de apoyo para el Aprendizaje del área de Ciencias en los grados octavo y noveno basado en el Modelo Educativo Construtivista Centrado en los Procesos de Aprendizaje			
Versión	1.0	Año	2000 Idioma: Español
Autores: Ivonne Dueñas y Luisa Rojas			
Dirección URL: No esta disponible en la web			
Con cuáles áreas se puede utilizar? con ciencias de la naturaleza			
Destinatarios: (etapa educativa). Estudiantes de los grados octavo y noveno.			

Marque con una X en la casilla según su apreciación. Sino sabe responder o no entiende la pregunta no conteste, por favor.	Si	No	Bajo	Aceptable	Muy bueno	Excelente
			0%-30%	31%-60%	61%-80%	81%-100%
Facilidad de uso e instalación. ¿El software es fácil de usar?	X			X		
¿Fácil de instalar?	X					X
Adaptación a diversos contextos, el software permite: ¿Utilizarse en diversos entornos? (aula de informática, clase con un único computador, uso doméstico...)	X					X
¿La modificación de algunos parámetros como el grado de dificultad?		X	X			
¿La modificación e inclusión de los contenidos de las bases de datos?	X				X	
¿Realizar un seguimiento y evaluación del estudiante por las actividades realizadas?	X			X		
¿Proporciona información útil para la evaluación?	X				X	
¿Continuar con el trabajo empezado con anterioridad?	X				X	
¿El uso de otros materiales (glosario, bibliografía...) y la realización de actividades complementarias (individuales o en grupo)?	X					X
¿La comunicación (enlaces) con otras aplicaciones que ayudan al usuario en el trabajo con éste?	X					X
Calidad del entorno audiovisual. ¿Posee un diseño general claro y atractivo de las pantallas?		X		X		

Calidad en los contenidos (bases de datos). ¿La información que se presenta es apropiada para los usuarios a la cual está dirigido el software?	X				X	
¿La información que se presenta es suficiente para el grado?	X			X		
¿La información posee respaldo científico y actualizada?	X				X	
¿Los textos tienen buena ortografía y gramática?	X				X	
¿Los contenidos son significativos para el usuario y están relacionados con problemas de su interés?	X					X
Navegación e interacción. ¿Posee un mapa de navegación que permite acceder fácilmente a los contenidos, actividades, niveles y servicios en general?	X				X	
¿La velocidad del software en la relación con el usuario es la adecuada? (animaciones, lectura de datos...)	X				X	
¿El software presenta errores cuando se está ejecutando?	X		X			
¿El software despierta y mantiene la curiosidad e interés del usuario?	X			X		
¿Permite tener acceso a todos los servicios en cualquier instante y las veces que el usuario considere necesario?	X					X
¿Permite la interacción con otros usuarios ya sea para plantear o solucionar inquietudes o para confrontar sus modelos mentales?	X					X
¿Posee un buscador de términos, que le facilita al usuario encontrar temas relacionados con una(s) palabra(s)?	X			X		
¿Permite que el usuario tenga la posibilidad de decidir que información y en que orden trabajar?	X				X	
¿Favorece la autonomía y la autogestión del estudiante?	X				X	
¿Puede utilizarse en variedad de ocasiones, o una vez recorrido ya no es nuevamente utilizable?	X				X	
¿El software establece una relación de interactividad (comunicación) con el usuario?	X			X		
Potencialidad de los recursos didácticos. ¿Presenta actividades que permiten diversas formas de utilización y de acercamiento al conocimiento?	X					X
¿Emplea diversos códigos comunicativos, como por ejemplo verbales o icónicos?	X				X	
¿Permite incluir preguntas para relacionar el conocimiento inicial del estudiante con el nuevo	X					X
¿Las imágenes y videos que presenta aportan información relevante para el usuario?	X				X	

Fomento de la iniciativa y el autoaprendizaje. ¿Promueve el desarrollo de la iniciativa y el aprendizaje autónomo y significativo de los usuarios?	X				X	
¿Promueve el aprendizaje por prueba y error?	X		X			
¿Fomenta el desarrollo de estrategias de aprendizaje en los usuarios, que les permitan planificar, regular y evaluar su propia actividad de aprendizaje?	X					X
¿Promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento?	X					X
Enfoque pedagógico actual. ¿Facilita al estudiante un aprendizaje repetitivo, conductual?		X	X			
¿Promueve un aprendizaje significativo y de construcción de conocimiento en el estudiante, donde además de comprender los contenidos puede investigar y buscar nuevas relaciones?	X					X
La documentación. ¿Posee ayuda para el usuario?	X				X	
¿Incluye un tutorial o ayuda para la operación del software y sus herramientas de apoyo al aprendizaje?	X				X	
¿Incluye guías didácticas con sugerencias claras y ejemplos de utilización que proponga estrategias de uso e indicaciones para su integración curricular?		X	X			
Requisitos de Hardware y software						
¿Los requisitos mínimos de hardware y software los pueden cumplir la mayoría de los computadores de las escuelas?	X				X	
¿Requiere los parlantes para su buen funcionamiento?	X				X	
Otras características						
¿El software impone obligaciones metodológicas para su uso, tanto para el profesor como para el estudiante?		X	X			
¿El software ofrece diferentes posibilidades de uso, de acuerdo con las necesidades e intenciones del usuario?	X					X
¿Presenta preguntas que motivan al usuario a interactuar con los experimentos?	X					X
¿Se pueden ejecutar los experimentos bajo diferentes condiciones (variación de parámetros)?	X					X
¿El software permite la construcción de modelos?	X					X
En las siguientes preguntas, subraye los aspectos que fomenta el software:						
¿Exigencias de aprendizaje: El software exige al estudiante acciones y habilidades para: memorizar información, <u>construir conceptos</u> , seguir instrucciones, <u>construir secuencias de aprendizaje propias</u> , <u>hacer preguntas</u> , <u>construir respuestas originales</u> , <u>relacionar lo aprendido con otros conocimientos</u> , <u>colaborar con compañeros</u> .						

¿El trabajo individual, <u>cooperativo</u> ?
El software puede ser utilizado para: Entrenar - Aprender - Informar - Motivar - Explorar - Experimentar - Expresarse Comunicarse - Entretener - Evaluar - Procesar Datos – Simular diversos fenómenos
¿Quién ejerce el control de la secuencia de aprendizaje: el computador o el <u>estudiante</u> ?
¿Posee discriminaciones (sexo, clase social, raza, religión y creencias) <u>ninguna</u>
¿Presenta mensajes negativos no aceptables desde el punto de vista moral, ético social ambiental cultural otro <u>Ninguno</u>

Aspectos del Código				
Conceptos	0%- 30%	31%- 60%	61%- 80%	81%- 100%
Código Documentado			X	
Código Legible. (Es fácil para usted seguir la secuencia y entender el código)			X	
Posee Código Completo. (Presenta todo las unidades o componentes que utilizan)				X
Manual de Programador. (Especificaciones de variables, uso de componentes que utilicen, y funciones)	X			

Requisitos técnicos (hardware y software mínimo, periféricos necesarios)

- PC multimedia con procesador preferiblemente Pentium 1 o superior.
- 32 MB RAM.
- Lector de CD-ROM
- Tarjeta de sonido
- Mouse
- Configuración del área de escritorio 800 X 600 píxeles
- Windows 95, 98se, Me.
- Espacio necesario en disco duro de 130 MB.
- Evolución 2.0a
- Microsoft Office 97
- Internet Explorer 5.5

Observaciones:

- Presenta excesos de colores y páginas sobrecargadas.
- Los colores oscuros como el negro predominante en toda la interfaz en muy llamativo inicialmente para el estudiante pero pasados 15 a 20 minutos está cansado de los ojos.
- La presentación de los servicios del software en forma de menú desplegable, dificultad el acceso a cada de éstas.

- El video inicial sobre la evolución del ser humano es muy atractivo e ilustrativo para los estudiantes.
- Incluye iconos a enlaces tales como: Word, Power Point, Paint, Evolución 2.0 a. y E – mail
- La búsqueda de temas, se puede realizar por índice de temas o por palabras clave asociadas a los temas
- El micromundo permite la exportación e importación de contenidos y del glosario.

Título del software : Micromundo que apoya el Aprendizaje de Ciencias de la Naturaleza de 4to Y 5to grado de educación básica primaria bajo el enfoque de una Práctica Educativa Sistémica		
Versión 1.0	Año: 2001	Idioma: Español
Autores. Humberto Quitán y Carlos Bermúdez		
Dirección URL: no está disponible en la web		
Con cuáles áreas se puede utilizar? en biología		
Destinatarios: (etapa educativa): estudiantes de los grados cuarto y quinto de primaria		

Marque con una X en la casilla según su apreciación. Sino sabe responder o no entiende la pregunta no conteste, por favor.	Si	No	Bajo	Aceptable	Muy bueno	Excelente
			0%-30%	31%-60%	61%-80%	81%-100%
Facilidad de uso e instalación. ¿El software es fácil de usar?	X				X	
¿Fácil de instalar?	X					X
Adaptación a diversos contextos, el software permite: ¿Utilizarse en diversos entornos? (aula de informática, clase con un único computador, uso doméstico...)	X					X
¿La modificación de algunos parámetros como el grado de dificultad?		X	X			
¿La modificación e inclusión de los contenidos de las bases de datos?	X				X	
¿Realizar un seguimiento y evaluación del estudiante por las actividades realizadas?	X			X		
¿Proporciona información útil para la evaluación?	X				X	
¿Continuar con el trabajo empezado con anterioridad?	X				X	
¿El uso de otros materiales (glosario, bibliografía...) y la realización de actividades complementarias (individuales o en grupo)?	X					X
¿La comunicación (enlaces) con otras aplicaciones que ayudan al usuario en el trabajo con éste?	X					X
Calidad del entorno audiovisual. ¿Posee un diseño general claro y atractivo de las pantallas?	X				X	
Calidad en los contenidos (bases de datos). ¿La información que se presenta es apropiada para los	X				X	

usuarios a la cual está dirigido el software?					
¿La información que se presenta es suficiente para el grado?	X			X	
¿La información posee respaldo científico y actualizada?	X			X	
¿Los textos tienen buena ortografía y gramática?	X			X	
¿Los contenidos son significativos para el usuario y están relacionados con problemas de su interés?	X				X
Navegación e interacción. ¿Posee un mapa de navegación que permite acceder fácilmente a los contenidos, actividades, niveles y servicios en general?	X				X
¿La velocidad del software en la relación con el usuario es la adecuada? (animaciones, lectura de datos...)	X			X	
¿El software presenta errores cuando se está ejecutando?	X	X			
¿El software despierta y mantiene la curiosidad e interés del usuario?	X			X	
¿Permite tener acceso a todos los servicios en cualquier instante y las veces que el usuario considere necesario?	X			X	
¿Permite la interacción con otros usuarios ya sea para plantear o solucionar inquietudes o para confrontar sus modelos mentales?	X				X
¿Posee un buscador de términos, que le facilita al usuario encontrar temas relacionados con una(s) palabra(s)?	X		X		
¿Permite que el usuario tenga la posibilidad de decidir que información y en que orden trabajar?	X			X	
¿Favorece la autonomía y la autogestión del estudiante?	X			X	
¿Puede utilizarse en variedad de ocasiones, o una vez recorrido ya no es nuevamente utilizable?	X			X	
¿El software establece una relación de interactividad (comunicación) con el usuario?	X		X		
Potencialidad de los recursos didácticos. ¿Presenta actividades que permiten diversas formas de utilización y de acercamiento al conocimiento?	X				X
¿Emplea diversos códigos comunicativos, como por ejemplo verbales o icónicos?	X			X	
¿Permite incluir preguntas para relacionar el conocimiento inicial del estudiante con el nuevo	X				X
¿Las imágenes y videos que presenta aportan información relevante para el usuario?	X			X	
Fomento de la iniciativa y el autoaprendizaje. ¿Promueve el desarrollo de la iniciativa y el aprendizaje	X			X	

autónomo y significativo de los usuarios?					
¿Promueve el aprendizaje por prueba y error?	X		X		
¿Fomenta el desarrollo de estrategias de aprendizaje en los usuarios, que les permitan planificar, regular y evaluar su propia actividad de aprendizaje?	X				X
¿Promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento?	X				X
Enfoque pedagógico actual. ¿Facilita al estudiante un aprendizaje repetitivo, conductual?		X	X		
¿Promueve un aprendizaje significativo y de construcción de conocimiento en el estudiante, donde además de comprender los contenidos puede investigar y buscar nuevas relaciones?	X				X
La documentación. ¿Posee ayuda para el usuario?	X			X	
¿Incluye un tutorial o ayuda para la operación del software y sus herramientas de apoyo al aprendizaje?	X			X	
¿Incluye guías didácticas con sugerencias claras y ejemplos de utilización que proponga estrategias de uso e indicaciones para su integración curricular?		X	X		
Requisitos de Hardware y software					
¿Los requisitos mínimos de hardware y software los pueden cumplir la mayoría de los computadores de las escuelas?	X			X	
¿Requiere los parlantes para su buen funcionamiento?	X			X	
Otras características					
¿El software impone obligaciones metodológicas para su uso, tanto para el profesor como para el estudiante?		X	X		
¿El software ofrece diferentes posibilidades de uso, de acuerdo con las necesidades e intenciones del usuario?	X				X
¿Presenta preguntas que motivan al usuario a interactuar con los experimentos?	X				X
¿Se pueden ejecutar los experimentos bajo diferentes condiciones (variación de parámetros)?	X				X
¿El software permite la construcción de modelos?	X				X
En las siguientes preguntas, subraye los aspectos que fomenta el software:					
¿Exigencias de aprendizaje: El software exige al estudiante acciones y habilidades para: memorizar información, <u>construir conceptos</u> , seguir instrucciones, <u>construir secuencias de aprendizaje propias</u> , <u>hacer preguntas</u> , <u>construir respuestas originales</u> , <u>relacionar lo aprendido con otros conocimientos</u> , <u>colaborar con compañeros</u> .					
¿El trabajo individual, <u>cooperativo</u> ?					

El software puede ser utilizado para: Entrenar - Aprender - Informar - Motivar - Explorar - Experimentar - Expresarse Comunicarse - Entretener - Evaluar - Procesar Datos – Simular diversos fenómenos
¿Quién ejerce el control de la secuencia de aprendizaje: el computador o el <u>estudiante</u> ?
¿Posee discriminaciones (sexo, clase social, raza, religión y creencias) <u>ninguna</u>
¿Presenta mensajes negativos no aceptables desde el punto de vista moral, ético social ambiental cultural otro _____, <u>Ninguno</u>

Aspectos del Código				
Conceptos	0%- 30%	31%- 60%	61%- 80%	81%- 100%
Código Documentado			X	
Código Legible. (Es fácil para usted seguir la secuencia y entender el código)			X	
Posee Código Completo. (Presenta todo las unidades o componentes que utilizan)			X	
Manual de Programador. (Especificaciones de variables, uso de componentes que utilicen, y funciones)		X		

Requerimientos mínimos:

- PC multimedia con procesador preferiblemente Pentium 1 o superior.
- 64 MB RAM.
- Lector de CD-ROM
- Tarjeta de sonido
- Mouse
- Monitor de color SVGA configurado a 32 bits y (800 * 600 píxeles)
- Parlantes o auriculares
- Windows 9X.
- Es necesario un espacio de 650 MB en disco duro si se desea descargar el software todo al PC, de lo contrario, existe otra versión, la cual no requiere sino 60MB en disco duro. Esta ultima versión requiere para el buen funcionamiento del software dejar el CD de MAC 4-5 en la unidad de CD..

Observaciones:

- No es compatible con windows XP, carga la animación inicial construida en flash 5 y se bloquea después de ingresar la contraseña.
- Presenta un error si no esta instalado Internet Explorer 5.5 o superior.
- El adaptador de Pantalla debe estar bien configurado con el controlador adecuado y no con la configuración estándar (VGA) de Windows.
- No funciona en Red, No es posible crear clases por parte del profesor.

- Las páginas HTML presentan personajes de dibujos animados, como “Bart Simpson, Winny Pooh, Tiger”, de los cuales no se poseen los derechos.
- El sistema de menú principal, aunque muy novedoso, obliga a repetir acciones que cansan al usuario.
- Presenta un error si no está instalado Internet Explorer 5.5 o superior.
- El tutorial de dinámica de Sistemas que incluye debería ser mas acorde con los niños al cual está dirigido.
- Posee tres módulos, administrador de contenidos, de usuarios y el micromundo: Esto obliga a que cada vez que se el profesor desee verificar in dato de un estudiante o incluir una temática deba salir del software y volver a iniciar sesión.

Aspectos a resaltar:

- El sistema de MENU es bastante novedoso, los iconos representan consecuentemente la acción que tienen asociada.
- Además de la posibilidad de experimentar, modelar y leer acerca de lo temas de Ciencias Naturales, MAC 4 – 5, tiene la posibilidad de agregar juegos o temáticas que no necesariamente son del área de Ciencias.
- La herramienta Zoom para observar contenidos es muy practica y facilita la lectura y la observación, está disponible en todas las páginas HTML.
- Los juegos que incluye el software son: Calculadora, Armar dibujo, Rompecabezas, Ping pong, Mata zancudos, Plantita comilona, fábrica de colores, Ciclo del agua y El vidrio y sus aplicaciones.
- Incluye iconos a enlaces tales como: Word, Power Point, Paint, Evolución 2.0 a. y E – mail.
- La búsqueda de temas, se puede realizar por índice de temas o por palabras clave asociadas a los temas
- El micromundo permite la exportación e importación de contenidos y del glosario.

Titulo del software: MacMedia 2.0 Micromundo para el Aprendizaje de Ciencias en la Educación Media				
Versión	2.0	Año	2001	Idioma: Español
Autores: Claudia Torres y Marcela Sequeda				
Dirección URL: no está disponible en la web				
Con cuáles áreas se puede utilizar? Con el área de ciencias (física y química)				
Destinatarios: (etapa educativa): estudiantes de los grados décimo y undécimo				

Marque con una X en la casilla según su apreciación. Sino sabe responder o no entiende la pregunta no conteste, por favor.	Si	No	Bajo	Aceptable	Muy bueno	Excelente
			0%-30%	31%-60%	61%-80%	81%-100%
Facilidad de uso e instalación. ¿El software es fácil de usar?	X			X		
¿Fácil de instalar?	X				X	
Adaptación a diversos contextos, el software permite: ¿Utilizarse en diversos entornos? (aula de informática, clase con un único computador, uso doméstico...)	X					X
¿La modificación de algunos parámetros como el grado de dificultad?		X	X			
¿La modificación e inclusión de los contenidos de las bases de datos?	X				X	
¿Realizar un seguimiento y evaluación del estudiante por las actividades realizadas?	X			X		
¿Proporciona información útil para la evaluación?	X			X		
¿Continuar con el trabajo empezado con anterioridad?	X				X	
¿El uso de otros materiales (glosario, bibliografía...) y la realización de actividades complementarias (individuales o en grupo)?	X					X
¿La comunicación (enlaces) con otras aplicaciones que ayudan al usuario en el trabajo con éste?	X					X
Calidad del entorno audiovisual. ¿Posee un diseño general claro y atractivo de las pantallas?	X					X
Calidad en los contenidos (bases de datos). ¿La información que se presenta es apropiada para los	X				X	

usuarios a la cual está dirigido el software?					
¿La información que se presenta es suficiente para el grado?	X			X	
¿La información posee respaldo científico y actualizada?	X			X	
¿Los textos tienen buena ortografía y gramática?	X			X	
¿Los contenidos son significativos para el usuario y están relacionados con problemas de su interés?	X				X
Navegación e interacción. ¿Posee un mapa de navegación que permite acceder fácilmente a los contenidos, actividades, niveles y servicios en general?	X				X
¿La velocidad del software en la relación con el usuario es la adecuada? (animaciones, lectura de datos...)	X			X	
¿El software presenta errores cuando se está ejecutando?	X	X			
¿El software despierta y mantiene la curiosidad e interés del usuario?	X			X	
¿Permite tener acceso a todos los servicios en cualquier instante y las veces que el usuario considere necesario?	X				X
¿Permite la interacción con otros usuarios ya sea para plantear o solucionar inquietudes o para confrontar sus modelos mentales?	X				X
¿Posee un buscador de términos, que le facilita al usuario encontrar temas relacionados con una(s) palabra(s)?	X			X	
¿Permite que el usuario tenga la posibilidad de decidir que información y en que orden trabajar?	X			X	
¿Favorece la autonomía y la autogestión del estudiante?	X			X	
¿Puede utilizarse en variedad de ocasiones, o una vez recorrido ya no es nuevamente utilizable?	X			X	
¿El software establece una relación de interactividad (comunicación) con el usuario?	X		X		
Potencialidad de los recursos didácticos. ¿Presenta actividades que permiten diversas formas de utilización y de acercamiento al conocimiento?	X				X
¿Emplea diversos códigos comunicativos, como por ejemplo verbales o icónicos?	X			X	
¿Permite incluir preguntas para relacionar el conocimiento inicial del estudiante con el nuevo	X				X
¿Las imágenes y videos que presenta aportan información relevante para el usuario?	X			X	
Fomento de la iniciativa y el autoaprendizaje. ¿Promueve el desarrollo de la iniciativa y el aprendizaje	X			X	

autónomo y significativo de los usuarios?					
¿Promueve el aprendizaje por prueba y error?	X		X		
¿Fomenta el desarrollo de estrategias de aprendizaje en los usuarios, que les permitan planificar, regular y evaluar su propia actividad de aprendizaje?	X				X
¿Promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento?	X				X
Enfoque pedagógico actual. ¿Facilita al estudiante un aprendizaje repetitivo, conductual?		X	X		
¿Promueve un aprendizaje significativo y de construcción de conocimiento en el estudiante, donde además de comprender los contenidos puede investigar y buscar nuevas relaciones?	X				X
La documentación. ¿Posee ayuda para el usuario?	X			X	
¿Incluye un tutorial o ayuda para la operación del software y sus herramientas de apoyo al aprendizaje?	X			X	
¿Incluye guías didácticas con sugerencias claras y ejemplos de utilización que proponga estrategias de uso e indicaciones para su integración curricular?		X	X		
Requisitos de Hardware y software					
¿Los requisitos mínimos de hardware y software los pueden cumplir la mayoría de los computadores de las escuelas?	X			X	
¿Requiere los parlantes para su buen funcionamiento?	X			X	
Otras características					
¿El software impone obligaciones metodológicas para su uso, tanto para el profesor como para el estudiante?		X	X		
¿El software ofrece diferentes posibilidades de uso, de acuerdo con las necesidades e intenciones del usuario?	X				X
¿Presenta preguntas que motivan al usuario a interactuar con los experimentos?	X				X
¿Se pueden ejecutar los experimentos bajo diferentes condiciones (variación de parámetros)?	X				X
¿El software permite la construcción de modelos?	X				X
En las siguientes preguntas, subraye los aspectos que fomenta el software:					
¿Exigencias de aprendizaje: El software exige al estudiante acciones y habilidades para: memorizar información, <u>construir conceptos</u> , seguir instrucciones, <u>construir secuencias de aprendizaje propias</u> , <u>hacer preguntas</u> , <u>construir respuestas originales</u> , <u>relacionar lo aprendido con otros conocimientos</u> , <u>colaborar con compañeros</u> .					
¿El trabajo individual, <u>cooperativo</u> ?					

El software puede ser utilizado para: Entrenar - Aprender - Informar - Motivar - Explorar - Experimentar - Expresarse Comunicarse - Entretener - Evaluar - Procesar Datos – Simular diversos fenómenos
¿Quién ejerce el control de la secuencia de aprendizaje: el computador o el <u>estudiante</u> ?
¿Posee discriminaciones (sexo, clase social, raza, religión y creencias) <u>ninguna</u>
¿Presenta mensajes negativos no aceptables desde el punto de vista moral, ético social ambiental cultural otro _____, <u>Ninguno</u>

Aspectos del Código				
Conceptos	0%- 30%	31%- 60%	61%- 80%	81%- 100%
Código Documentado		X		
Código Legible. (Es fácil para usted seguir la secuencia y entender el código)		X		
Posee Código Completo. (Presenta todo las unidades o componentes que utilizan)				X
Manual de Programador. (Especificaciones de variables, uso de componentes que utilicen, y funciones)	X			

Requisitos técnicos (hardware y software mínimo, periféricos necesarios)

- PC multimedia con procesador preferiblemente Pentium 2 o superior.
- 64 MB RAM.
- Lector de CD-ROM
- Tarjeta de sonido
- Mouse
- Configuración del área de escritorio 800 * 600 píxeles
- Parlantes o auriculares
- Windows 98se, Me.
- Espacio necesario en disco duro de 100 MB.
- Evolución 3.0
- Microsoft Office
- Internet Explorer
- Tarjeta de red (no obligatoria)

Observaciones:

En red el software no funciona correctamente
Su instalación es muy dispendiosa.

Aspecto a resaltar

Incluye un módulo de preparación de clases, permite personalizar la aplicación cliente, es decir, el profesor decide mediante el módulo de administración de contenidos (MACMedia Server), seleccionar las temáticas de una clase particular. A través de una sencilla interfaz, el profesor puede seleccionar temáticas, experimentos, preguntas guía y puntuales, datos curiosos e historia y animaciones. De manera que, los aprendices, en la aplicación cliente sólo tendrán acceso a los contenidos que el profesor ha seleccionado para su clase, con el fin de que el estudiante logre concentrarse en los contenidos objetos de estudio. El profesor podrá seleccionar cualquier tipo de contenido o complemento, sin importar que varios de ellos estén directamente relacionados con las temáticas.

Título del software: Micromundo para el Aprendizaje de las Ciencias de 6 y 7 grado de bachillerato.				
Versión	2.0	Año	2002	Idioma: Español
Autores: Marlene Guerrero y Oscar Vargas				
Dirección URL: No está disponible en la web				
Con cuáles áreas se puede utilizar? con Ciencias de la naturaleza				
Destinatarios: (etapa educativa): estudiantes de los grados sexto y séptimo de bachillerato.				

Marque con una X en la casilla según su apreciación. Sino sabe responder o no entiende la pregunta no conteste, por favor.	Si	No	Bajo	Aceptable	Muy bueno	Excelente
			0%-30%	31%-60%	61%-80%	81%-100%
Facilidad de uso e instalación. ¿El software es fácil de usar?	X				X	
¿Fácil de instalar?	X				X	
Adaptación a diversos contextos, el software permite: ¿Utilizarse en diversos entornos? (aula de informática, clase con un único computador, uso doméstico...)	X					X
¿La modificación de algunos parámetros como el grado de dificultad?		X	X			
¿La modificación e inclusión de los contenidos de las bases de datos?	X				X	
¿Realizar un seguimiento y evaluación del estudiante por las actividades realizadas?	X			X		
¿Proporciona información útil para la evaluación?	X				X	
¿Continuar con el trabajo empezado con anterioridad?	X				X	
¿El uso de otros materiales (glosario, bibliografía...) y la realización de actividades complementarias (individuales o en grupo)?	X					X
¿La comunicación (enlaces) con otras aplicaciones que ayudan al usuario en el trabajo con éste?	X					X
Calidad del entorno audiovisual. ¿Posee un diseño general claro y atractivo de las pantallas?	X					X
Calidad en los contenidos (bases de datos). ¿La información que se presenta es apropiada para los	X				X	

usuarios a la cual está dirigido el software?					
¿La información que se presenta es suficiente para el grado?	X			X	
¿La información posee respaldo científico y actualizada?	X			X	
¿Los textos tienen buena ortografía y gramática?	X			X	
¿Los contenidos son significativos para el usuario y están relacionados con problemas de su interés?	X				X
Navegación e interacción. ¿Posee un mapa de navegación que permite acceder fácilmente a los contenidos, actividades, niveles y servicios en general?	X				X
¿La velocidad del software en la relación con el usuario es la adecuada? (animaciones, lectura de datos...)	X			X	
¿El software presenta errores cuando se está ejecutando?	X	X			
¿El software despierta y mantiene la curiosidad e interés del usuario?	X			X	
¿Permite tener acceso a todos los servicios en cualquier instante y las veces que el usuario considere necesario?	X				X
¿Permite la interacción con otros usuarios ya sea para plantear o solucionar inquietudes o para confrontar sus modelos mentales?	X				X
¿Posee un buscador de términos, que le facilita al usuario encontrar temas relacionados con una(s) palabra(s)?	X		X		
¿Permite que el usuario tenga la posibilidad de decidir que información y en que orden trabajar?	X			X	
¿Favorece la autonomía y la autogestión del estudiante?	X			X	
¿Puede utilizarse en variedad de ocasiones, o una vez recorrido ya no es nuevamente utilizable?	X			X	
¿El software establece una relación de interactividad (comunicación) con el usuario?	X		X		
Potencialidad de los recursos didácticos. ¿Presenta actividades que permiten diversas formas de utilización y de acercamiento al conocimiento?	X				X
¿Emplea diversos códigos comunicativos, como por ejemplo verbales o icónicos?	X			X	
¿Permite incluir preguntas para relacionar el conocimiento inicial del estudiante con el nuevo	X				X
¿Las imágenes y videos que presenta aportan información relevante para el usuario?	X			X	
Fomento de la iniciativa y el autoaprendizaje. ¿Promueve el desarrollo de la iniciativa y el aprendizaje	X			X	

autónomo y significativo de los usuarios?					
¿Promueve el aprendizaje por prueba y error?	X		X		
¿Fomenta el desarrollo de estrategias de aprendizaje en los usuarios, que les permitan planificar, regular y evaluar su propia actividad de aprendizaje?	X				X
¿Promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento?	X				X
Enfoque pedagógico actual. ¿Facilita al estudiante un aprendizaje repetitivo, conductual?		X	X		
¿Promueve un aprendizaje significativo y de construcción de conocimiento en el estudiante, donde además de comprender los contenidos puede investigar y buscar nuevas relaciones?	X				X
La documentación. ¿Posee ayuda para el usuario?	X			X	
¿Incluye un tutorial o ayuda para la operación del software y sus herramientas de apoyo al aprendizaje?	X			X	
¿Incluye guías didácticas con sugerencias claras y ejemplos de utilización que proponga estrategias de uso e indicaciones para su integración curricular?		X	X		
Requisitos de Hardware y software					
¿Los requisitos mínimos de hardware y software los pueden cumplir la mayoría de los computadores de las escuelas?	X			X	
¿Requiere los parlantes para su buen funcionamiento?	X			X	
Otras características					
¿El software impone obligaciones metodológicas para su uso, tanto para el profesor como para el estudiante?		X	X		
¿El software ofrece diferentes posibilidades de uso, de acuerdo con las necesidades e intenciones del usuario?	X				X
¿Presenta preguntas que motivan al usuario a interactuar con los experimentos?	X				X
¿Se pueden ejecutar los experimentos bajo diferentes condiciones (variación de parámetros)?	X				X
¿El software permite la construcción de modelos?	X				X
En las siguientes preguntas, subraye los aspectos que fomenta el software:					
¿Exigencias de aprendizaje: El software exige al estudiante acciones y habilidades para: memorizar información, <u>construir conceptos</u> , seguir instrucciones, <u>construir secuencias de aprendizaje propias</u> , <u>hacer preguntas</u> , <u>construir respuestas originales</u> , <u>relacionar lo aprendido con otros conocimientos</u> , <u>colaborar con compañeros</u> .					
¿El trabajo individual, <u>cooperativo</u> ?					

El software puede ser utilizado para: Entrenar - Aprender - Informar - Motivar - Explorar - Experimentar - Expresarse Comunicarse - Entretener - Evaluar - Procesar Datos – Simular diversos fenómenos
¿Quién ejerce el control de la secuencia de aprendizaje: el computador o el <u>estudiante</u> ?
¿Posee discriminaciones (sexo, clase social, raza, religión y creencias) <u>ninguna</u>
¿Presenta mensajes negativos no aceptables desde el punto de vista moral, ético social ambiental cultural otro _____, <u>Ninguno</u>

Aspectos del Código				
Conceptos	0%- 30%	31%- 60%	61%- 80%	81%- 100%
Código Documentado			X	
Código Legible. (Es fácil para usted seguir la secuencia y entender el código)			X	
Posee Código Completo. (Presenta todo las unidades o componentes que utilizan)				X
Manual de Programador. (Especificaciones de variables, uso de componentes que utilicen, y funciones)		X		

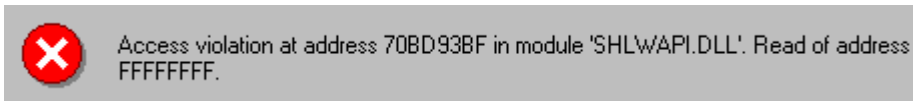
Requisitos técnicos (hardware y software mínimo, periféricos necesarios)

- PC multimedia con procesador preferiblemente Pentium 3 o superior.
- 128 MB RAM.
- Lector de CD-ROM
- Tarjeta de sonido
- Mouse
- Configuración del área de escritorio 800 * 600 píxeles
- Parlantes o auriculares
- Windows 98se, Me.
- Espacio necesario en disco duro de 110 MB.
- Evolución 3.5 Beta 9.0
- Microsoft Office
- Internet Explorer
- Tarjeta de red (no obligatoria)

Observaciones:

- En Windows XP, al dar doble click sobre un tema se presenta el siguiente error: "Este computador no soporta este tipo de multimedia"
- Si la barra de tareas de Windows esta ubicada en la parte inferior de la pantalla y la resolución de la pantalla es 800x600: Las etiquetas "pregunta guía", "pregunta puntuales", "multimedia".... No son visibles, sin embargo, están activas.
- En algunos equipos el formulario inicial no se oculta al presionar el botón de ingreso (ENTRAR).

- La herramienta permite, accediendo como estudiante, la edición de datos personales del estudiante que no se deben modificar.
- No funciona correctamente en red.
- La pestaña “multimedios” no es acorde con el tema que se esta tratando, tiene acceso a videos que no tienen que ver con el tema, deberían restringirse estos medios al tema de interés.
- Después de cambiar el login y datos personales de un estudiante, se deshabilita los botones: “modelar” e “Investigar” de un tema que tenia estas opciones activas.
- El botón “Salir” debe ser mas llamativo, no es fácil saber donde esta, se confunde con los fondos.
- El botón “Evolución” no responde, no hace nada.
- Algunos videos se reproducen con el “reproductor Windows media” y la resolución no es aceptable, además deberían reproducirse dentro de la herramienta y no depender de un reproductor externo.
- Algunas veces se bloquea mostrando mensajes como el siguiente:



Aspectos a resaltar

- La interfaz está muy bien diseñada, no cansan al usuario. Esto gracias a que se desarrolló un proyecto con Diseño Industrial para elaborar dicha interfaz
- Todos los botones tienen asignada una función de acuerdo a lo que dice.
- MAC 6-7 2.0 cuenta con un consejero que permite a los estudiantes y profesores tener acceso a sugerencias y datos curiosos acerca de las temáticas y experimentos con las que cuenta la herramienta, así como de la forma de utilizarlos. Para ingresar se deberán seguir las instrucciones del consejero y éste lo guiará por la totalidad del software.
- Los modelos implementados son: Modelo del Flujo Sanguíneo en el corazón, Modelo del Ciclo de las Rocas en la Tierra y el Modelo de la Contaminación de los Ríos.
- Incluye un área de Discusión. Permite a los estudiantes trabajar en un ambiente de aprendizaje colaborativo en donde podrán construir y reconstruir sus ideas por medio de la confrontación y el debate.
- El profesor tiene acceso al módulo “administrar Clases”, donde podrá crear o modificar las características con las que creo la clase en caso de ser necesario, los contenidos disponibles para cada clase del programa académico, especificar la hora y fecha en la que la clase se realizará y la duración que tendrá y podrá administrar el área de discusión, en donde se especificarán los nombres de los estudiantes que pertenecen a cada grupo Preguntones, Defensores, Críticos o Publico) y el líder de cada uno de ellos.

- El micromundo permite la exportación e importación de contenidos y del glosario.

Título del software: Ambiente Software para apoyar el Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Básica primaria. Un Enfoque Dinámico-Sistémico.		
Versión	1.0	Año: 2006 Idioma: Español
Autores: Cristian Vera y Ricardo Anaya.		
Dirección URL: no está disponible en la web		
Con cuáles áreas se puede utilizar? con ciencias de la naturaleza		
Destinatarios: (etapa educativa). estudiantes de primero a quinto grado de educación básica		

Marque con una X en la casilla según su apreciación. Sino sabe responder o no entiende la pregunta no conteste, por favor.	Si	No	Bajo	Aceptable	Muy bueno	Excelente
			0%-30%	31%-60%	61%-80%	81%-100%
Facilidad de uso e instalación. ¿El software es fácil de usar?	x				x	
¿Fácil de instalar?	x				x	
Adaptación a diversos contextos, el software permite: ¿Utilizarse en diversos entornos? (aula de informática, clase con un único computador, uso doméstico...)	x					x
¿La modificación de algunos parámetros como el grado de dificultad?						
¿La modificación e inclusión de los contenidos de las bases de datos?	x					x
¿Realizar un seguimiento y evaluación del estudiante por las actividades realizadas?	x					x
¿Proporciona información útil para la evaluación?	x					x
¿Continuar con el trabajo empezado con anterioridad?	x					x
¿El uso de otros materiales (glosario, bibliografía...) y la realización de actividades complementarias (individuales o en grupo)?	x					x
¿La comunicación (enlaces) con otras aplicaciones que ayudan al usuario en el trabajo con éste?	x					x
Calidad del entorno audiovisual. ¿Posee un diseño general claro y atractivo de las pantallas?	x					x
Calidad en los contenidos (bases de datos). ¿La información que se presenta es apropiada para los usuarios a la cual está dirigido el software?	x				x	

¿La información que se presenta es suficiente para el grado?	x				x	
¿ La información posee respaldo científico y actualizada?	x				x	
¿Los textos tienen buena ortografía y gramática?	x				x	
¿Los contenidos son significativos para el usuario y están relacionados con problemas de su interés?	x				x	
Navegación e interacción. ¿Posee un mapa de navegación que permite acceder fácilmente a los contenidos, actividades, niveles y servicios en general?	x				x	
¿La velocidad del software en la relación con el usuario es la adecuada? (animaciones, lectura de datos...)	x				x	
¿El software presenta errores cuando se está ejecutando?	x		x			
¿El software despierta y mantiene la curiosidad e interés del usuario?	x				x	
¿Permite tener acceso a todos los servicios en cualquier instante y las veces que el usuario considere necesario?	x					x
¿Permite la interacción con otros usuarios ya sea para plantear o solucionar inquietudes o para confrontar sus modelos mentales?	x					x
¿Posee un buscador de términos, que le facilita al usuario encontrar temas relacionados con una(s) palabra(s)?	x					x
¿Permite que el usuario tenga la posibilidad de decidir que información y en que orden trabajar?	x				x	
¿Favorece la autonomía y la autogestión del estudiante?	x				x	
¿Puede utilizarse en variedad de ocasiones, o una vez recorrido ya no es nuevamente utilizable?	x					x
¿El software establece una relación de interactividad (comunicación) con el usuario?	x				x	
Potencialidad de los recursos didácticos. ¿Presenta actividades que permiten diversas formas de utilización y de acercamiento al conocimiento?	x				x	
¿Emplea diversos códigos comunicativos, como por ejemplo verbales o icónicos?	x					x
¿Permite incluir preguntas para relacionar el conocimiento inicial del estudiante con el nuevo						
¿Las imágenes y videos que presenta aportan información relevante para el usuario?	x				x	
Fomento de la iniciativa y el autoaprendizaje. ¿Promueve el desarrollo de la iniciativa y el aprendizaje autónomo y significativo de los usuarios?	x				x	

¿Promueve el aprendizaje por prueba y error?		x	x			
¿Fomenta el desarrollo de estrategias de aprendizaje en los usuarios, que les permitan planificar, regular y evaluar su propia actividad de aprendizaje?	x				x	
¿Promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento?	x				x	
Enfoque pedagógico actual. ¿Facilita al estudiante un aprendizaje repetitivo, conductual?		x	x			
¿Promueve un aprendizaje significativo y de construcción de conocimiento en el estudiante, donde además de comprender los contenidos puede investigar y buscar nuevas relaciones?	x				x	
La documentación. ¿Posee ayuda para el usuario?	x				x	
¿Incluye un tutorial o ayuda para la operación del software y sus herramientas de apoyo al aprendizaje?	x				x	
¿Incluye guías didácticas con sugerencias claras y ejemplos de utilización que proponga estrategias de uso e indicaciones para su integración curricular?		x	x			
Requisitos de Hardware y software						
¿Los requisitos mínimos de hardware y software los pueden cumplir la mayoría de los computadores de las escuelas?	x				x	
¿Requiere los parlantes para su buen funcionamiento?		x	x			
Otras características						
¿El software impone obligaciones metodológicas para su uso, tanto para el profesor como para el estudiante?		x	x			
¿El software ofrece diferentes posibilidades de uso, de acuerdo con las necesidades e intenciones del usuario?	x				x	
¿Presenta preguntas que motivan al usuario a interactuar con los experimentos?	x				x	
¿Se pueden ejecutar los experimentos bajo diferentes condiciones (variación de parámetros)?	x				x	
¿El software permite la construcción de modelos?	x				x	
En las siguientes preguntas, subraye los aspectos que fomenta el software:						
¿Exigencias de aprendizaje: El software exige al estudiante acciones y habilidades para: memorizar información, <u>construir conceptos</u> , seguir instrucciones, construir secuencias de aprendizaje propias, <u>hacer preguntas</u> , <u>construir respuestas originales</u> , relacionar lo aprendido con otros conocimientos, colaborar con compañeros.						
¿El trabajo individual, <u>cooperativo</u> ?						
El software puede ser utilizado para: Entrenar - <u>Aprender</u> - Informar - Motivar - <u>Explorar</u> -						

<u>Experimentar</u> - <u>Expresarse</u> <u>Comunicarse</u> - Entretener - <u>Evaluar</u> - Procesar Datos – <u>Simular</u> <u>diversos fenómenos</u>
¿Quién ejerce el control de la secuencia de aprendizaje: el computador o el <u>estudiante</u> ?
¿Posee discriminaciones (sexo, clase social, raza, religión y creencias) <u>ninguna</u>
¿Presenta mensajes negativos no aceptables desde el punto de vista moral, ético social ambiental cultural otro _____, <u>Ninguno</u>

Aspectos del Código				
Conceptos	0%- 30%	31%- 60%	61%- 80%	81%- 100%
Código Documentado			X	
Código Legible. (Es fácil para usted seguir la secuencia y entender el código)			X	
Posee Código Completo. (Presenta todo las unidades o componentes que utilizan)				X
Manual de Programador. (Especificaciones de variables, uso de componentes que utilicen, y funciones)	X			

Observaciones:

- Compatibilidad con sistemas operativos Windows, a partir de la versión Windows 95.
- Integración de los tres niveles: Lector, Experimentador e investigador. De esta forma el estudiante tiene toda la información a la mano y puede moverse entre estos niveles sin la necesidad de cerrar uno para entrar al otro.
- Para acceder al los videos y las imágenes no se debe salir del nivel lector, igualmente el panel para responder preguntas está siempre visible.
- Funciona correctamente en red, esto significa que los contenidos pueden estar en un servidor y los clientes pueden acceder a estos, además, se puede administrar los contenidos desde el cliente, al igual que los usuarios.
- Flexibilidad en la edición de contenidos en los niveles experimentador e investigador, al utilizar animadores del tipo Evolución 3.5. Se le pueden hacer fácilmente cambios al animador en Evolución 3.5 y luego se carga en el MAC.
- El sistema de bitácora, incluye las respuestas a las preguntas guías y puntuales dadas por el estudiante, el recorrido (huella) que deja el estudiante para responder dichas preguntas, además, el profesor puede emitir comentarios a manera de evaluación cualitativa acerca de lo observado en la bitácora, también existe un mecanismo que le permite enviarle mensajes al estudiante.

- Existe un foro donde todos los usuarios pueden expresar sus inquietudes, fomentando el proceso de comunicación entre profesores y estudiantes.
- El micromundo permite la exportación e importación de contenidos, y del glosario para el caso de aulas de cómputo donde no existe red.
- Permite la creación de clases, el profesor seleccionada los contenidos que estarán disponibles para la clase, de esta forma los estudiantes no se perderán explorando contenidos que no son de interés para la clase.

Título del software: HCAEAD: Herramienta para la creación de Ambientes Educativos informáticos con aprendizaje dinámicos.		
Versión 1.0	Año: 2006	Idioma: Español
Autores: Merilin Ospino y Carlos Prada		
Dirección URL: no está disponible en la web		
Con cuáles áreas se puede utilizar? con cualquier área de estudio		
Destinatarios: (etapa educativa). todos los niveles		

Marque con una X en la casilla según su apreciación. Sino sabe responder o no entiende la pregunta no conteste, por favor.	Si	No	Bajo	Aceptable	Muy bueno	Excelente
			0%-30%	31%-60%	61%-80%	81%-100%
Facilidad de uso e instalación. ¿El software es fácil de usar?	X				X	
¿Fácil de instalar?	X					X
Adaptación a diversos contextos, el software permite: ¿Utilizarse en diversos entornos? (aula de informática, clase con un único computador, uso doméstico...)	X					X
¿La modificación de algunos parámetros como el grado de dificultad?		X	X			
¿La modificación e inclusión de los contenidos de las bases de datos?	X		X			
¿Realizar un seguimiento y evaluación del estudiante por las actividades realizadas?	X				X	
¿Proporciona información útil para la evaluación?	X					X
¿Continuar con el trabajo empezado con anterioridad?	X				X	
¿El uso de otros materiales (glosario, bibliografía...) y la realización de actividades complementarias (individuales o en grupo)?	X					X
¿La comunicación (enlaces) con otras aplicaciones que ayudan al usuario en el trabajo con éste?	X					X
Calidad del entorno audiovisual. ¿Posee un diseño general claro y atractivo de las pantallas?	X				X	
Calidad en los contenidos (bases de datos). ¿La información que se presenta es apropiada para los usuarios a la cual está dirigido el software?						

¿La información que se presenta es suficiente para el grado?					
¿ La información posee respaldo científico y actualizada?					
¿Los textos tienen buena ortografía y gramática?					
¿Los contenidos son significativos para el usuario y están relacionados con problemas de su interés?					
Navegación e interacción. ¿Posee un mapa de navegación que permite acceder fácilmente a los contenidos, actividades, niveles y servicios en general?	X				X
¿La velocidad del software en la relación con el usuario es la adecuada? (animaciones, lectura de datos...)	X				X
¿El software presenta errores cuando se está ejecutando?	X	X			
¿El software despierta y mantiene la curiosidad e interés del usuario?	X				X
¿Permite tener acceso a todos los servicios en cualquier instante y las veces que el usuario considere necesario?	X				X
¿Permite la interacción con otros usuarios ya sea para plantear o solucionar inquietudes o para confrontar sus modelos mentales?		X	X		
¿Posee un buscador de términos, que le facilita al usuario encontrar temas relacionados con una(s) palabra(s)?	X				X
¿Permite que el usuario tenga la posibilidad de decidir que información y en que orden trabajar?	X				X
¿Favorece la autonomía y la autogestión del estudiante?	X				X
¿Puede utilizarse en variedad de ocasiones, o una vez recorrido ya no es nuevamente utilizable?	X				X
¿El software establece una relación de interactividad (comunicación) con el usuario?	X				X
Potencialidad de los recursos didácticos. ¿Presenta actividades que permiten diversas formas de utilización y de acercamiento al conocimiento?	X				X
¿Emplea diversos códigos comunicativos, como por ejemplo verbales o icónicos?	X				X
¿Permite incluir preguntas para relacionar el conocimiento inicial del estudiante con el nuevo?	X				X
¿Las imágenes y videos que presenta aportan información relevante para el usuario?	X				X
Fomento de la iniciativa y el autoaprendizaje. ¿Promueve el desarrollo de la iniciativa y el aprendizaje autónomo y significativo de los usuarios?	X				X

¿Promueve el aprendizaje por prueba y error?		X	X			
¿Fomenta el desarrollo de estrategias de aprendizaje en los usuarios, que les permitan planificar, regular y evaluar su propia actividad de aprendizaje?	X					X
¿Promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento?	X					X
Enfoque pedagógico actual. ¿Facilita al estudiante un aprendizaje repetitivo, conductual?		X	X			
¿Promueve un aprendizaje significativo y de construcción de conocimiento en el estudiante, donde además de comprender los contenidos puede investigar y buscar nuevas relaciones?	X					X
La documentación. ¿Posee ayuda para el usuario?	X				X	
¿Incluye un tutorial o ayuda para la operación del software y sus herramientas de apoyo al aprendizaje?	X				X	
¿Incluye guías didácticas con sugerencias claras y ejemplos de utilización que proponga estrategias de uso e indicaciones para su integración curricular?		X	X			
Requisitos de Hardware y software						
¿Los requisitos mínimos de hardware y software los pueden cumplir la mayoría de los computadores de las escuelas?		X				
¿Requiere los parlantes para su buen funcionamiento?	X				X	
Otras características						
¿El software impone obligaciones metodológicas para su uso, tanto para el profesor como para el estudiante?		X	X			
¿El software ofrece diferentes posibilidades de uso, de acuerdo con las necesidades e intenciones del usuario?	X					X
¿Presenta preguntas que motivan al usuario a interactuar con los experimentos?	X					X
¿Se pueden ejecutar los experimentos bajo diferentes condiciones (variación de parámetros)?	X					X
¿El software permite la construcción de modelos?	X					X
En las siguientes preguntas, subraye los aspectos que fomenta el software:						
¿Exigencias de aprendizaje: El software exige al estudiante acciones y habilidades para: memorizar información, <u>construir conceptos</u> , seguir instrucciones, <u>construir secuencias de aprendizaje propias</u> , <u>hacer preguntas</u> , <u>construir respuestas originales</u> , <u>relacionar lo aprendido con otros conocimientos</u> , <u>colaborar con compañeros</u> .						
¿El trabajo individual, cooperativo? INDIVIDUAL						
El software puede ser utilizado para: Entrenar - <u>Aprender</u> - Informar - Motivar - Explorar -						

<u>Experimentar</u> - Expresarse Comunicarse - Entretener - Evaluar - Procesar Datos – <u>Simular</u> <u>diversos fenómenos</u>
¿Quién ejerce el control de la secuencia de aprendizaje: el computador o el <u>estudiante</u> ?
¿Posee discriminaciones (sexo, clase social, raza, religión y creencias) <u>ninguna</u>
¿Presenta mensajes negativos no aceptables desde el punto de vista moral, ético social ambiental cultural otro _____, <u>Ninguno</u>

Aspectos del Código				
Conceptos	0%- 30%	31%- 60%	61%- 80%	81%- 100%
Código Documentado			x	
Código Legible. (Es fácil para usted seguir la secuencia y entender el código)			x	
Posee Código Completo. (Presenta todo las unidades o componentes que utilizan)				x
Manual de Programador. (Especificaciones de variables, uso de componentes que utilicen, y funciones)			x	

Observaciones:

No se respondió el ítem Calidad en los contenidos (bases de datos), porque este software es una herramienta para construir MACs por lo tanto incluye contenidos **Requisitos Software** (Estos son los planteados por los autores pero no son los indicados)

Sistema Operativo Windows 98, Millennium Edition, 2000, NT, XP ó superior.

Requisitos Hardware

- Pentium I 200 Mhz.
- 64 MB Memoria RAM
- Teclado, Ratón, Parlantes.
- CD - Rom.

Requisitos Conocimientos

- Manejo básico de teclado y mouse.
- Conocimiento en como instalar programas, sobre todo MySql.
- Dinámica de sistemas.

Requisitos Recomendados después de realizada la evaluación

- Sistema Operativo Windows 98 ó superior.
- Pentium II 300 Mhz.
- 128 MB Memoria RAM

- Teclado, Ratón, Parlantes.
- CD - Rom.

6.3.9 EVALUACIÓN DE LOS MACS REALIZADAS POR LOS PROFESORES DEL CONVENIO CPE-UIS 2006.

Estas evaluaciones se encuentran en el CD anexo al documento de esta tesis.

6.4 AGENDAS DE LAS ACTIVIDADES DE CAMPO CONVENIO CPE-UIS 2006.

6.4.1 AGENDA PRIMERA JORNADA DE FORMACIÓN

Día 1. Introducción y aspectos técnicos

HORA	TEMA	ACTIVIDAD
8:00 a 8:30	Verificación de los participantes y Entrega de materiales	Revisión de la inscripción
8:30 a 9:00	Dinámica de la agenda	Realización de la dinámica de la agenda
9:00 a 9:30	Presentación general del programa de formación en el marco del acompañamiento escolar	Charla por parte del tutor acerca del programa de formación.
9:30 a 9:40	Presentación de la primera jornada	Charla por parte del tutor acerca del desarrollo de la primera jornada de formación.
9:40 a 10:00	Revisión de las tareas	Socialización de los compromisos a nivel institucional e identificación por parte del tutor de los logros y dificultades presentados.
10:00 a 10:15	DESCANSO	
10:15 a 11:00	Clasificación de los recursos informáticos	Exposición por parte del tutor
11:00 a 12:00	Taller de Conocimientos Básicos	Desarrollo del taller de conocimientos básicos
	ALMUERZO	
2:00 a 4:00	Taller de Conocimientos Básicos	Desarrollo del taller de conocimientos básicos
4:00 a 4:15	DESCANSO	
4:15 a 6:00	Taller de Conocimientos Básicos	Desarrollo del taller de conocimientos básicos

Día 2. Informática en la educación

HORA	TEMA	ACTIVIDAD
8:00 a 8:30	Introducción del enfoque acompañamiento	Exposición sobre el papel de la informática para mejorar el quehacer pedagógico y la idea del acercamiento a la informática para mejorar y para innovar en la educación.
8:30 a 9:00	Introducción del enfoque Pedagógico planteado por el grupo	Exposición a las ideas de Aprender a Aprender, aprendizaje autónomo y aprendizaje significativo, explicar que es el enfoque SAHI.
9 a 9:45	Video: Cambio en la educación	Observación y socialización de las ideas planteadas en el video
9:45 a 10	DESCANSO	
10:00 a 11:00	Lectura y socialización de las secciones del artículo "La	Lectura y socialización por grupos pequeños de las secciones propuestas y

	Informática y el Cambio en la Educación”	posteriormente planteen conclusiones generales en la puesta en común.
11:00 a 12:00	Revisión de tareas asignadas sobre actividades integradas y formalización de conceptos.	Revisión de tareas Explicación de la importancia del registro de las experiencias.
	ALMUERZO	
2:00 a 3:00	Selección de un Software educativo.	Explicar el proceso de cómo realizar una actividad integrada y posteriormente revisar el CD de recursos y escoger un software educativo.
3:00 a 4:00	Diseño de actividades integradas	Los docentes individualmente planearan y registraran como mínimo una actividad integrada con accesoria de los tutores.
4:00 a 4:15	DESCANSO	
4:15 a 5:00	Continuación diseño de actividades integradas	
5:00 a 6:00	Socialización de las actividades integradas	Conclusiones y sugerencias para el mejoramiento de las planeaciones, posterior aplicación a los estudiantes, registro de las experiencias y archivo de evidencias de la misma.

Día 3. Internet en la educación

HORA	TEMA	ACTIVIDAD
8:00 a 8:30	Presentación del día de trabajo. Que se requiere para interactuar con Web PDA.	Introducción al capítulo 5 Presentación Inicial sobre el Web PDA y PDA.
8:30 a 9:30	Navegación y Búsqueda	Taller de Tipue
9:30 – 9:45	DESCANSO	
9:45 – 10:45	Generalidades y Servicios de Internet	Socialización del taller por parte de los participantes. Explicación y aclaración de los conceptos tratados en el taller.
10:45 – 12:00	Internet en la educación.	Reforzar la idea de clase integrada usando Internet. Organizar grupos de trabajo y asignar un subtema de la lectura, luego socializar las ideas de cada grupo.
12:00 – 2:00	ALMUERZO	
2:00 – 4:00	Web PDA, PDA	Taller PDA. Ambientación de las herramientas Web PDA y MonoPDA, en sesión estudiante
4:00 – 4:15	DESCANSO	
4:15 – 4:30	Encuentro Ribie	Orientaciones del encuentro nacional Ribie.
4:30 – 5:30	Proyección Institucional	Orientaciones para la ejecución de las clases integradas.

		Creación del taller para los demás docentes no participantes de las jornadas. Orientaciones para el comité CPE, periódico mural y portafolio. (Ver Proyección institucional)
5:30 a 6	Cierre de la Jornada	Evaluación de la jornada

6.4.2 AGENDA SEGUNDA JORNADA DE FORMACIÓN

Día 1 introducción a la jornada y aspectos técnicos

HORA	TEMA	ACTIVIDAD
8:00 a 8:30	Presentación de la segunda jornada	Introducción a jornada, Metodología: Exposición del tutor (recordar el enfoque, compromisos y diplomado)
8:30 a 10:00	Tareas y compromisos de la primera jornada	Socialización de los compromisos e identificación por parte del tutor de los logros y dificultades presentados en el desarrollo de estos
10:00 a 10:15	DESCANSO	
10:15 a 12:00	Aclaraciones y complementos a las temáticas de la primera jornada	Según lo identificado en las tareas y compromisos aclarar y complementar los temas necesarios (ver taller situaciones frecuentes)
2:00 a 6:00	Profundización en temas de la primera jornada	Profundizar en temas básicos de la primera jornada mediante pequeños talleres(aspectos técnicos, correo, operación PDA y actividades integradas) (ver taller profundización)

Día 2 Modelado y simulación con D.S

HORA	TEMA	ACTIVIDAD
8:00 a 10:00	Acercamiento a la D.S e introducción, conceptos básicos	Juego de la Epidemia Modelo primer prototipo (epidemia) Exposición de introducción a la D.S.
10:00 a 10:15	DESCANSO	
10:15 a 11:00	Ejemplos sencillos de D.S.	Modelo del doblar de una hoja y el sueldo.
11:00 a 12:00	Ejecución de la clase del libro	Se ejecutara la clase integrada propuesta en el libro, introduciendo la utilización de los animadores.
12:00 – 2:00	ALMUERZO	
2:00 a 2:30	Ejecución de la clase del libro	
2:30 a 3:15	Actividades integradas con D. S.	Debate sobre la propuesta de actividades integradas con D.S.
3:15 a 4	Preparación de clases integradas con D.S en las escuelas	Siguiendo las orientaciones del Cap 10, cada profesor en grupos de interés diseña una clase.
4:00 a 4:15	DESCANSO	
4:15 a 5:15	Continuación Preparación clases integradas con D.S	
5:15 a 6:00	Microclases	Socialización de las clases diseñadas y orientaciones para su posterior ejecución.

Día 3. Gestión de recursos informáticos

HORA	TEMA	ACTIVIDAD
8:00 8:30	Introducción a gestión	Exposición del tutor
8:30 9:30	Concepto de tecnología	Lectura y discusión colectiva. Exposición del tutor sobre el tema de tecnología
9:30- 9:45	DESCANSO	
9:45 - 10:45 a.m.	Ciclo de Nolan	Lectura del ciclo de Nolan lustración con el modelo de la epidemia. Desarrollo del segundo prototipo del modelo de la epidemia en evolución.
10:45 –11:45	Introducción Administración de TI en la organización escolar	Lectura del artículo de las actitudes de la organización escolar frente a la TI
11:45 – 12:00	Tareas próxima jornada	Cada institución debe realizar un documento cuyas características se orientan en el punto 11.5 del libro (Ciclo de Nolan) Cada institución debe realizar el documento que se orienta en la actividad 12.3, punto 4, pág. 274 (Administración de Recursos Informáticos)
12:00 – 2:00	ALMUERZO	
2:00 a 5:00	Proyección institucional	Diseño de actividades a desarrollar en la institución (estudiantes, profesores, empleados, CPE, comunidad, corcho) (ver orientaciones).
5:00 a 6:00	Cierre de jornada	Realizar un balance de lo hecho, recordar compromisos y motivar lo que será la siguiente jornada.

6.4.3 AGENDA TERCERA JORNADA DE FORMACIÓN

Día 1. SAHI

HORA	TEMA	ACTIVIDAD
8:00 a 8:30	Presentación de la tercera jornada	Exposición del tutor recordando lo hecho hasta el momento y qué se espera, el enfoque, los compromisos y el diplomado. Anunciar el Encuentro Departamental y la Segunda Visita.
8:30 a 10:00	Revisión de tareas y compromisos segunda jornada	Socialización de los compromisos e identificación por parte del tutor de los logros y dificultades presentados en el desarrollo de los mismos.
10:00 a 10:15		
10:15 a 11:00	SAHI: Enfoque Pedagógico	Presentación de la metodología por parte del tutor. Realizar la lectura correspondiente y plantear una reflexión acerca de lo leído. Importante responder la pregunta ¿Qué es una situación problemática y cómo se define?.
11:00 a 12:00	Clasificación de los participantes en los niveles de SAHI	Agrupar a los participantes por niveles SAHI y asignar los computadores. Importante aclarar que si un participante se encuentra en nivel intermedio o avanzado debe resolver las situaciones problemáticas básicas. Explicación de la guía de trabajo y banco de situaciones problemáticas. El tutor debe aclarar la importancia de llenar la guía de trabajo y las memorias de aprendizaje para cada situación problemática.
2:00 a 4:00	Banco de situaciones problemáticas	Solución a Situaciones Problemáticas de Aprendizaje (SPA)
4:00 a 4:15		
4:15 A 6:00	Banco de situaciones problemáticas	Solución a Situaciones Problemáticas de Aprendizaje (SPA)

DÍA 2 Modelado y Simulación con D.S

HORA	TEMA	ACTIVIDAD
8:00 a 10:00	Aprendizaje de la dinámica de sistemas con una población de conejos	* Modelo de la población de conejos hasta el modelo con relación no lineal (tabla) para definir TN en función de la RA. Trabajar hasta el segundo o tercer prototipo.

		Hablar sobre las formas de pensamiento. El objetivo es que los participante lean el libro y entiendan.
10:00 a 10:15		
10:15 a 12:00	D.S. con nuevas herramientas: Proyecto MAC, una estrategia para promover un cambio en las prácticas educativas	Dar a conocer la propuesta pedagógica con los MACs. Dar a conocer los MACs.
2:00 a 4:00	Preparación de clases integradas con D.S.	Siguiendo las orientaciones del capítulo 10 y utilizando los MACs, cada profesor en grupos de interés diseña una clase integrada con D.S. El tutor debe explicar brevemente los modelos. Una propuesta es desarrollar una C.I. con D.S. con TIPUE, CLIC 3.0 y MACs. Tener preguntas que se respondan con TIPUE y con el modelo.
4:00 a 4:15		
4:15 A 6:00	Mantenimiento: Aspectos básicos de mantenimiento de hardware y software	Exposición acerca del mantenimiento básico de hw y sw. IMPORTANTE: La profundización del taller se realizará en la segunda visita

DÍA 3. RI, Redes Humanas e Internet

HORA	TEMA	ACTIVIDAD
8:00 a 10:00	Administración de recursos informáticos	Taller sobre administración de recursos informáticos
10:00 a 10:15		
10:15 a 12:00	Redes Humanas	Taller de rompecabezas, mapa y REDESCUELA
2:00 a 3:00	Redes Humanas	Continuación del taller de redes humanas
3:00 a 4:00	Diseño de Páginas WEB	Orientaciones acerca del diseño de páginas web
4:00		

a 4:15		
4:15 a 5:30	Proyección Institucional	Coordinar las actividades a desarrollar en la segunda visita en la institución. Compromisos individuales e institucionales para la cuarta jornada.
5:30 a 6:00	Cierre de la jornada	Recordar compromisos y motivar lo que será la segunda visita.

6.4.4 AGENDA CUARTA JORNADA

PRIMER DÍA			
HORA	TEMA	ACTIVIDAD	RECURSOS
8:00 a 8:30	Presentación de la cuarta jornada y comentarios sobre los encuentros (RIBIE, Departamental)	Exposición del tutor recordando lo hecho hasta el momento y qué se espera, el enfoque, los compromisos y el diplomado. Recordar los encuentros (Departamental Y Regional) Recordar el trabajo final del diplomado (página 413)	Agenda de la jornada Orientaciones del Encuentro Departamental. Informe sobre el encuentro RIBIE (se envía por correo electrónico) Informe sobre el encuentro departamental.
8:30 a 10:00	Revisión de tareas y compromisos Tercera jornada	Socialización de los compromisos e identificación por parte del tutor de los logros y dificultades presentados en el desarrollo de los mismos.	PDA-Tutor Formato de seguimiento de tareas. Formato de registro para la Investigación en D.S.
10:00 a 10:15	Descanso		
10:15 a 12:00	SAHI- Software (W-98)	Trabajar con SAHI software algunas de las situaciones problemáticas del libro que no se resolvieron.	Libro págs. 47-57 Formación para la instalación de SAHI, revisión de videos y situaciones problemáticas
2:00 a 3:00	Evaluación de software	Trabajar con la metodología para la selección de Software Educativo propuesta en el libro.	Páginas 57 y 58, retomar el diagrama de la agenda de la primera jornada de las recomendaciones.
3:00- 4:00	D.S. con nuevas herramientas: Proyecto MAC, una estrategia para promover un cambio en las prácticas educativas	Profundización de los MAC que se trabajaron en la tercera jornada o exploración de los que no se alcanzaron a ver, además retomar la temática de la evaluación del software vista en la jornada de la mañana.	MAC primaria, MAC media, MAC 4-5, MAC 6-7 Y MICRHO, HOMOS, Capítulo 8 páginas 207-221 Este taller va dirigido más a la parte de la administración de los mac (crear usuarios, adicionar contenidos, crear clases)
4:00- 4:15	Descanso		
4:15- 6:00	D.S. con nuevas herramientas: Proyecto MAC, una estrategia	Profundización de los MAC que se trabajaron en la tercera jornada o exploración de los que no se alcanzaron a ver	MAC primaria, MAC media, MAC 4-5, MAC 6-7 Y MICRHO. Capítulo 8 páginas 207-221. Animadores, libro, Internet.

	para promover un cambio en las prácticas educativas	Usar Animadores (clases integradas con D.S.)	Este taller va dirigido más a la parte de la administración de los mac (crear usuarios, adicionar contenidos, crear clases)
--	---	--	--

SEGUNDO DÍA.			
HORA	TEMA	ACTIVIDAD	RECURSOS
8:00-9:30	Dinámica de sistemas	Juego de entrada y salida con cargueros, este juego tiene como objetivo afianzar los conceptos de nivel , flujo y construcción e interpretación de graficas	Manual de juego Y Modelos
9:30-9:45		DESCANSO	
9:45-12:00	Dinámica de sistemas	Modelo de la población de conejos Trabajar hasta el tercer y cuarto prototipo. El objetivo es que los participantes lean el libro y entiendan los conceptos básicos de la D.S y la construcción de modelos.	Libro capítulo 7.4 Evolución, capítulo 9, modelos del libro y modelos elementales.
11:30-12:00	Dinámica de sistemas contexto mundial.	Lectura y posterior reflexión.	Libro capitulo 9
2:00-3:00	Dinámica de sistemas	Modelo de la población de conejos Trabajar hasta el tercer y cuarto prototipo. El objetivo es que los participantes lean el libro y entiendan los conceptos básicos de la D.S y la construcción de modelos.	Libro capítulo 7.4 Evolución, capítulo 9, modelos del libro y modelos elementales.
3:00-4:00	Red escuela	Explorar del sitio web y motivar a los docentes a participar en los diferentes proyectos a desarrollar en red escuela. Plantear metas para las instituciones en Red Escuela.	Orientaciones generales y proyectos (video, orientaciones escritas y manual de usuario)
4:00-		Descanso	

4:15			
4:15-6:00	Red escuela	Explorar del sitio web y motivar a los docentes a participar en los diferentes proyectos a desarrollar en red escuela. Plantear metas para las instituciones en Red Escuela.	Orientaciones generales y proyectos (video, orientaciones escritas y manual de usuario)

TERCER DÍA			
HORA	TEMA	ACTIVIDAD	RECURSOS
8:00-9:45	Diseño y construcción de de páginas web	Creación de la página web de cada institución. Se debe resaltar que es un proyecto institucional en el que cada docente debe aportar en su construcción y no dejar la responsabilidad solo en los docentes de informática o de nivel avanzado. El resultado debe ser un diseño básico de la página.	Páginas 135-148
9:45 a 10:00	Descanso		
10:00 a 12:00	Diseño y construcción de de páginas web	Creación de la página web de cada institución. Se debe resaltar que es un proyecto institucional en el que cada docente debe aportar en su construcción y no dejar la responsabilidad solo en los docentes de informática o de nivel avanzado. El resultado debe ser un diseño básico de la página.	Páginas 135-148
2:00 a 4:00	Diseño y construcción de de páginas web	Creación de la página web de cada institución. Se debe resaltar que es un proyecto institucional en el que cada docente debe aportar en su construcción y no dejar la responsabilidad solo en los docentes de informática o de nivel avanzado. El resultado debe ser un diseño básico de la página.	Páginas 135-148
4:00 a 4:15	Descanso		
4:15 a 5:30	Proyección Institucional	Compromisos individuales e institucionales para la quinta jornada.	

5:30 a 6:00	Cierre de la jornada	Recordar compromisos y aclarar dudas sobre los encuentros (departamental y regional) y evaluación de la jornada.	Formato de evaluación de la jornada. Orientaciones escritas para los encuentros
-------------------	-------------------------	---	--

PROYECCIÓN INSTITUCIONAL CUARTA JORNADA DE FORMACIÓN

Se orientara una actividad de formación para los docentes no participantes en la jornada, la cual será dirigida por grupos de tres docentes (o según criterio de la institución) del grupo participante de la F.P. El objetivo de esta es: aprender a evaluar un software (pautas mínimas a tener en cuenta), manejar SAHI software así como la idea del mismo, realización de clases integradas con dinámica de sistemas, participar del proyecto red escuela y despejar dudas del encuentro regional. Se propones un taller de 1 hora y 15 minutos así:

HORA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
10 Minutos	Socialización general de la cuarta jornada	Los docentes presentaran un resumen general de la cuarta jornada y los materiales explorados, además tendrán en cuenta las tareas asignadas en la siguiente jornada
30 Minutos	Proyecto Red Escuela y Pagina Web	Los profesores deben orientar a sus compañeros sobre el proyecto Red Escuela así como incentivar a participar de dicho proyecto. (foros, material, clases integradas entre otros). Deben lograr terminar la pagina durante la jornada de formación en caso contrario delegar a una persona de la institución para su actualización
15 Minutos	Dinámica de Sistemas	Los profesores deben orientarle a su compañeros el uso de los MAC's así como la herramienta Evolución para sus clases integradas con D.S., incentivar en propuestas para realización de clases en lenguaje en prosa.
20 Minutos	Trabajo Final y Encuentro Departamental o de ruta	Los docentes deben socializar sus trabajos a sus compañeros con la finalidad de crear un compromiso.

		Los docentes deberán incentivar la participación al encuentro de sus compañeros, así como socializar las pautas mínimas dejadas en la visita.
--	--	---

6.4.5 AGENDA QUINTA JORNADA DE FORMACIÓN

PRIMER DIA

HORA	TEMA	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS	PRODUCTOS
8. a 8:30.	Introducción a la jornada	Explicación de la agenda a seguir en la quinta jornada de formación y el objetivo de la misma	-Presentación de la agenda -Socialización compromisos	Orientaciones anexas	
8:30 a 9:00.	Orientaciones tercera visita y Encuentros Departamentales, Regional y Nacional	Explicación de la continuidad de las experiencias que se han realizado para presentarlas en los próximos encuentros (departamental, regional y nacional 2007) Orientación para cumplir satisfactoriamente la tercera visita	-Entrega y socialización de documento con pautas de los encuentros. -Organización de la agenda con las actividades a realizar en la tercera visita.	Orientaciones anexas	-Las escuelas deben presentar la experiencia en la fecha estipulada y teniendo en cuenta las orientaciones dadas. -Agenda tercera visita por escuela.
9:00 a 10:00	Informática Básica	Repaso de conceptos de tecnología, metodología SAHI (papel y software), Evaluación de software y Clases integradas	-TALLER: Crear SPA que no estén incluidas en el Banco de SPA y resolverla. Una para docentes y una para los estudiantes, para que el docente de informática las aplique y participen en Redescuela. -TALLER OPCIONAL: Que los docentes aprendan a incluir las SPA y temáticas en SAHI Software	Parte I del libro Tecnología Informática en la Escuela	-Cada docente debe producir 2 SPA y el docente de informática debe participar los resultados en Redescuela.

10:00 A 10:15	DESCANSO				
10:15 A 12:00	Informática Básica	Repaso de conceptos de tecnología, metodología SAHI (papel y software), Evaluación de software y Clases integradas	-Ejemplo de clase integrada (Área de matemáticas) para repasar el esquema de actividades integradas	Parte I del libro Tecnología Informática en la Escuela – Capitulo 4 Pagina 73 a 84	-Los docentes realizarán una auto evaluación de las actividades integradas planeadas y ejecutadas por ellos. -Publicar las mejores clases integradas por institución en Redescuela.
2:00 a 4:00	Gestión	Contratación de recursos informáticos de Sistemas de Información Repaso de Ciclo de Nolan P.O.E.C. Imágenes	-Explicación de contratación de RI -Taller de Sistemas de información. -Integración de lo visto en cada uno de los temas generando una postura actual del proceso.	PARTE 4 del Libro Página 299 Capitulo 14 Libro Página 323 Capitulo 15 Libro Página 249 Capitulo 11 Libro Página 277 Capitulo 13 Libro Página 257 Capitulo 12	Dentro de las metas incluir y publicar en el corcho una reflexión sobre la postura actual y la futura.
4:00 a 4:15	DESCANSO				
4:15 a 6:00	Gestión	Contratación de recursos informáticos de Sistemas de Información Repaso de Ciclo de Nolan P.O.E.C. Imágenes	-Explicación de contratación de RI -Taller de Sistemas de información. -Integración de lo visto en cada uno de los temas generando una postura actual del proceso.	PARTE 4 del Libro Página 299 Capitulo 14 Libro Página 323 Capitulo 15 Libro Página 249 Capitulo 11 Libro Página 277 Capitulo 13 Libro Página 257 Capitulo 12	Dentro de las metas incluir y publicar en el corcho una reflexión sobre la postura actual y la futura.

SEGUNDO DIA

HORA	TEMA	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS	PRODUCTOS
8 a 9	Dinámica de Sistemas	Dinámica en el contexto Mundial	-Realizar la lectura por grupos y participar en el foro de redescuela	Lectura del libro Capitulo 9 página 225 Documento entregado por Ximena	-Participación de los docentes en Redescuela en el foro para que tengan una postura mas clara del papel de D.S. en la educación.
9:00 a 10:00	Modelado y Simulación (Dinámica de sistemas y MBOR)	Aplicación del Juego de Entrada y Salida para los diferentes grados	-Realizar grupos de interés para que propongan actividades, preguntas y reflexiones alrededor del juego y las realicen posteriormente.	Parte 3 y Documento de Entrada y salida.	-Aplicar el juego con las actividades propuestas en clase.
10:00 A 10:15	DESCANSO				
10:15 A 12:00	Modelado y Simulación (Dinámica de sistemas MBOR)	Modelado y Simulación basado en objetos y reglas(HOMOS)	-Explicación del tutor. -Taller con HOMOS simulación del modelo de la epidemia. - Experimentación por parte de los docentes de la herramienta.	-Documento de HOMOS -Software HOMOS (CD entregado en la primera jornada de formación)	-Formato para medir las apreciaciones de los docentes de las actividades con HOMOS. Para los tutores.
2:00 A 5:30	Modelado y Simulación (Dinámica de sistemas MBOR)	Clases integradas con modelado y simulación	-Taller con MACPrimaria para que afiancen el manejo de la herramienta. -Reflexión alrededor de los ejemplos de las clases integradas con modelado y	-Taller Ricardo -MACPrimaria (CD 4 y 5 jornada). -Ejemplos de clases integradas en lenguaje prosa y con animadores.	-Aplicación y registro de las clases discutidas en jornada (Deben ejecutarse durante el lapso de la quinta y tercera visita).

			simulación. - Proponer modelos (lenguaje en prosa)		- Enviar a través de redescuela los modelos en prosa.
5:30 a 6:00	Evaluación	Evaluación Mac y Michros	-Evaluación MAC y Michros	Formato Ximena y Merly	-El formato diligenciado en digital

TERCER DIA

HORA	TEMA	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RECURSOS	PRODUCTOS
8 A.M. a 10:00	Internet	Continuación de la exploración de redescuela a través de las actividades planteadas en la agenda.	-Taller de Red Escuela -Explorar Webpda.	Taller propuesto por el que indique el profesor en el que se oriente la participación de los docentes en las actividades de Redescuela.	-Que todas las instituciones estén registradas y los docentes. - Que hayan participado al menos de un foro o mediateca. - Que hayan realizado e inscrito al menos un proyecto
10:00 a 10:15	DESCANSO				
10:15 A 12:00	Internet	Continuación y repaso de creación de la pagina Web institucional	-Repaso de conceptos Internet -Observación de las páginas ya creadas y modificaciones a las mismas. -Leer criterios de mantenimiento.	Paginas 135 a 145	- Que quede definida la página web institucional - Que se defina la persona con la cual se va a mantener contacto de red escuela y generar compromiso.
2:00 a 4:00	Aspectos técnicos	Repaso de R.I. Virus, S.O., Mantenimiento	- Repaso de los conceptos vistos. - Realizar aclaraciones de acuerdo a las diferentes inquietudes que manifiesten. - Cada institución	Libro Pagina 357, 379, 403	- Que los conceptos queden bastante claros. - Que se establezcan políticas y compromisos institucionales

			realice una pequeña exposición dando a conocer a las demás instituciones lo que tienen.		para la sostenibilidad de la sala. (Manejo de antivirus, mantenimientos y administración de la sala).
4:00 a 4:15	DESCANSO				
4:00 a 4:30	Evaluación Jornadas de Formación	Evaluación general de la jornadas de formación	Evaluación apreciativa tanto verbal como escrita de las jornadas de formación	Diligenciamiento del formato utilizado siempre	
4:30 a 6:00	Proyección Institucional	Metas Fase de Sostenibilidad	- Cada institución debe generar metas individuales e institucionales para el próximo año. - Generar inquietudes sobre la Fase de Sostenibilidad	Orientaciones dadas por el profesor	-Cada docente publicara en el corcho las metas propuestas para el próximo año, las cuales deben estar visibles en la tercera visita. Igualmente las institucionales. -Diligenciar el formato de compromiso para participar en fase de sostenibilidad el cual será entregado en la tercera visita.

6.5 FORMATOS DE ENCUESTAS Y RESULTADOS DE ÉSTAS, REALIZADAS A
LOS PROFESORES DEL CONVENIO
CPE-UIS 2006.

El siguiente documento son las orientaciones se enviaron a campo para que los tutores iniciaran las actividades relacionadas con D.S

Orientaciones para el tutor
Desarrollo de la segunda jornada de formación 2006.

1. Acercamiento a la Dinámica de Sistemas (D.S) e introducción, conceptos básicos.

Presentación del tema de la D.S

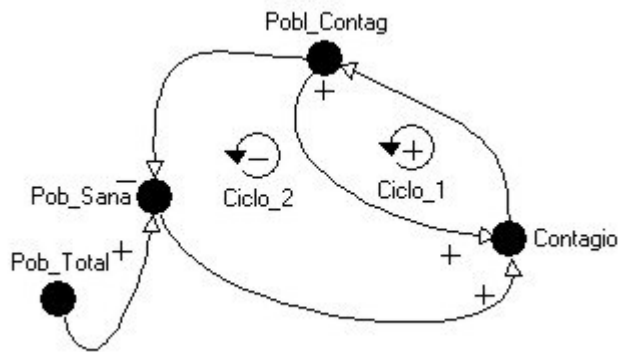
2. Juego de la Epidemia: primero lea todo lo planteado en el libro, numeral 7.2, lo que aquí encontrará son complementos)

- Explicación del juego, resaltarlo como una simulación en vivo, es decir el juego propiamente es una simulación en vivo del fenómeno de una epidemia en la cual las personas que se contagian permanecen indefinidamente contagiadas (así mismo la explicación del juego corresponde con el modelo en el lenguaje en prosa). Las reglas deben presentarse claramente y que cada profesor-estudiante las repita para saber que las entendió, si no son claras no se jugará bien. Debe ser bien claro que después del juego se le preguntará a cada uno, en que jugada se contagió.
- Jugar: insistir que se juegue desprevenidamente, procurando saludar, en cada jugada, a una persona diferente. El tutor debe verificar que ninguno se quede sin saludar.
- Análisis ¿Que pasó durante el juego? Elaboración de las gráficas de la idea mental de cada uno, de cómo fue el comportamiento.
- Realizar un quiz a los profesores. Por favor, responder las preguntas individualmente, esto con el objetivo de conocer la idea que tiene cada uno. La hoja de estar marcada con el nombre de la institución, nombre del profesor, área que dicta y grados con los cuales trabaja, escribir de forma bien clara. El tutor no debe dar ninguna ayuda, que el profesor trabaje solo, aunque le quede mal.
 - Con palabras conteste: ¿Que sucedió con las personas contagiadas y las sanas, cómo fueron contagiándose? ¿cómo fue cambiando la cantidad de personas sanas y las contagiadas?
 - En una gráfica X- Y: dibuje el comportamiento de la población sana y de la contagiada. (cantidad de personas sanas y de personas contagiadas existentes después de cada jugada).
 - Dibuje la curva de comportamiento del contagio (cantidad de personas que se contagia en cada jugada)

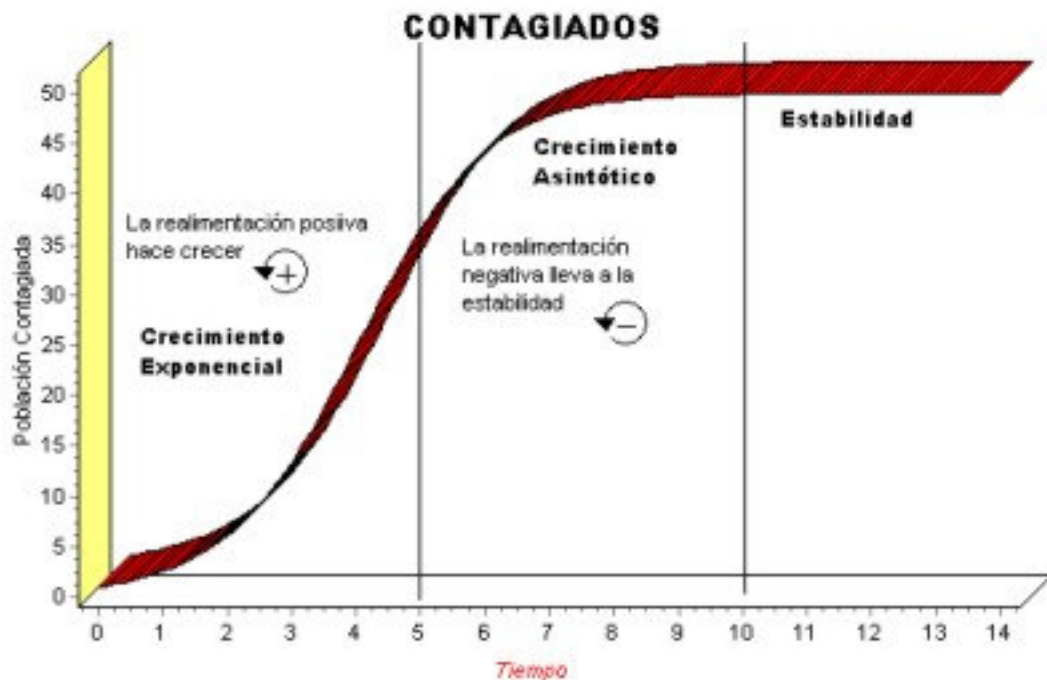
Para los tutores:

Recoger y separar los quices por institución: seleccionar 3 o 4 tipos de gráficas o tipos de respuestas que cubran en general la forma como los profesores respondieron el quiz. Analizar colectivamente los tipos de respuestas y discutir porqué contestaron de esa forma (preguntarles) y señalarles el porqué las respuestas son correctas o incorrectas. En el formato el tutor señalar los errores mas comunes que aprecia (por ejemplo: los profesores no tienen en cuenta el límite de personas y describen un comportamiento exponencial para personas contagiadas, no tienen en cuenta que la suma de sanos más contagiados debe ser constante y otros...)

- Registro de datos: el tutor le pide a cada uno que diga cuando se contagió y hace la tabla respectiva en el tablero. Tabla que luego deben graficar (ver libro, tabla página 165)
- Elaboración de las gráficas de comportamiento. Cada uno de los profesores en una hoja (en lo posible cuadriculada) hará las gráficas, con los datos resultado del juego (apartado anterior). El tutor debe recoger la hoja la mira para observar cuantos profesores no realizaron bien las gráficas, x profesores/ de y en total, Ejemplo: 2/de20, registra esto en el formato). Luego el tutor comenta los errores cometidos al graficar, explica como se construye una gráfica, con diferentes ejemplos dice como se lee un gráfica XY, ejemplo: como ha cambiado el salario durante el tiempo: X: tiempo, Y: salario. Luego regresa las hojas a cada uno para que las archiven en su carpeta. El tutor debe registrar en su formulario las observaciones. Es importante tener presente que el objetivo es que nos demos cuenta si los profesores saben hacer y leer una gráfica o no; además, al final, debemos lograr que todos sepan hacer una gráfica y/o leerla, para que luego entiendan y le encuentren el sentido a las gráficas y datos de la simulación.
- Modelo: (página166, solo el primer prototipo). Hacer claridad de cómo se interpreta una grafica que varia en el tiempo e introducir los conceptos del devenir, realimentación, modelado y simulación. Se continúa explicando gráficamente en el tablero el modelo de la epidemia en el lenguaje de influencias y de Flujos y Niveles para posteriormente modelarlo y simularlo en Evolución, haciendo un análisis y comparación de los resultados obtenidos en el juego.
- Elaboración del diagrama de influencias del modelo de la epidemia. (no está en el libro, que lo agreguen)



Elaboración del diagrama de flujos y niveles con Evolución.



- Discutir diferentes simulaciones, con diferentes escenarios o parámetros.
- Jugar con el modelo con animadores. Para contestar preguntas como: ¿qué pasa si la tasa de contagio crece en un momento durante el juego
- Ejercicios complementarios

Ejemplos sencillos de D.S.

- Modelo del doblar de una hoja, del ajedrez y el del salario. En estos modelos se observa comportamientos exponenciales.

- Hacer las gráficas de comportamiento.
- Explicar y hacer el modelo poblacional con tasas constantes de natalidad y mortalidad (lenguaje en prosa, diagramas de influencias, diagramas de flujos y niveles y gráficas de comportamiento)
- Para la segunda jornada sólo la explicación y a manera de tarea: hacer el modelo y graficar el comportamiento, porque al inicio de la tercera jornada se realizará un quiz.

Con estos modelos se quiere que los docentes comprendan mejor los conceptos de flujo, nivel, parámetro y realimentación, recalcando los conceptos básicos de dinámica de sistemas. Estos modelos se realizan en evolución.

EL OBJETIVO PRINCIPAL, ES OBSERVAR SI LOS PROFESORES CONCIBEN LA DINÁMICA EN EL TIEMPO Y SI PUEDEN GRAFICARLA.

ACTIVIDADES INTEGRADAS CON DINÁMICA DE SISTEMAS

El objetivo de esta actividad es observar que tanto los profesores comprendieron la idea de clase integrada con D.S

Pregunta para los profesores

Después de leer y discutir colectivamente el apartado 10.1, preguntar:

¿Que clase desarrollarían, con el esquema de la figura 70 del libro. De ejemplos e indique como la haría?.

- Leer y discutir colectivamente el numeral 10.2 , Diseño de clases integradas con DS
- Se ejecutará la clase integrada propuesta en el libro, introduciendo la utilización de los animadores. Numeral 10.2.1. Se debe registrar las dificultades y los avances de los profesores, que se observen en la ejecución de este punto.
- Preparación de clases integradas con D.S en las escuelas: Siguiendo las orientaciones del Capítulo 10, cada profesor en grupos de interés diseña una clase.
- El tutor debe explicar brevemente los modelos y según los profesores recomendarles los que crean apropiados. El tutor debe registrar la idea general de clase integrada que se compromete a desarrollar cada profesor.

Posibles Modelos

Cambio de estado

Planta

Poblacional básico

Romeo y Julieta

Epidemia

Cadena alimentaria

Ajedrez

Doblado de la hoja, salario

Termostato

Llenado de tanques

Ducha caliente

Llenado del tanque del sanitario

Dengue, mosquitos

Invernadero

Contaminación de ríos

DINÁMICA DE SISTEMAS EN LA EDUCACIÓN
FORMATO DE REGISTRO DE OBSERVACIONES PARA LOS TUTORES

Juego de la Epidemia

Análisis de las respuestas a los quices (anexar los quices)
Errores más comunes:
A continuación usted debe escribir el tipo de errores que se presentaron en el momento de la toma de datos y comentar si los docentes tuvieron dificultades para entender el juego.
Elaboración de las gráficas de comportamiento: ¿Cuántos profesores no realizaron bien las gráficas? (X/deY)

Actividades Integradas con Dinámica de Sistemas

A continuación se deben registrar las dificultades y avances de los docentes al desarrollar la clase integrada de la sección 10.2.2 del libro.	
DIFICULTADES	AVANCES

Finalizada toda la jornada, cuántos profesores cree usted profesional, que pueden leer una grafica? O la dinámica de algo en el tiempo?

Resultados de las actividades realizadas en la segunda jornada de formación

Las siguientes tablas muestran los resultados de las actividades desarrolladas en la segunda jornada de formación con respecto a D.S y Educación. Las 206 escuelas del convenio CPE-UIS 2006, están divididas en 12 rutas de trabajo, cada una de éstas atendida por un profesional y dos auxiliares, a excepción de la ruta 8 que está a cargo de dos estudiantes de maestría.

Ruta 12	T. Prof
28	30
29	30
19	31
25	30
26	29
26	30
153	180
85%	

Ruta 3	T. Prof
20	21
18	21
27	29
25	25
22	24
29	30
141	150
94%	

Ruta 11	T. Prof
25	27
26	28
28	30
20	30
28	30
29	30
156	175
89%	

Ruta 2	T. Prof
18	28
15	19
19	25
27	30
20	23
18	25
117	150
78%	

Ruta 6	T. Prof
18	26
27	29
14	22
25	25
16	20
27	27
127	149
85%	

Ruta 10	T. Prof
20	20
16	17
14	20
15	23
16	17
16	20
97	117
83%	

Ruta 4	T. Prof
22	27
22	24
20	24
15	17
15	17
26	27
120	136
88%	

Ruta 7	T. Prof
11	15
16	21
20	28
18	20
20	25
28	30
113	139
81%	

Ruta 1	T. Prof
27	31
29	30
30	31
29	30
30	31
30	30
175	183
96%	

Ruta 9	T. Prof
30	32
30	31
29	32
28	31
28	32
29	32
174	190
92%	

Ruta 5	T. Prof
19	21
27	27
22	26
10	10
22	22
21	22
121	128
95%	

Ruta	T. Prof
------	---------

Ruta 8.2	T. Prof
----------	---------

8.1	
12	15
18	20
25	25
55	60
92%	

24	28
6	6
7	13
37	47
79%	

Total de profesores en la segunda jornada	1804
---	------

Porcentaje de profesores que finalizada la jornada pueden leer una grafica XY o la dinámica de algo en el tiempo

Ruta 1	75%
Ruta 2	90%
Ruta 3	85%
Ruta 4	90%
Ruta 5	95%
Ruta 6	95%
Ruta 7	90%
Ruta 8.1	90%
Ruta 8.2	90%
Ruta 9	74%
Ruta 10	75%
Ruta 11	95%
Ruta 12	90%

Errores más comunes, después de reflexionar sobre el juego de la epidemia.

- 1 No realizar las graficas de comportamiento en ejes coordenados sino en diagramas de barra o tortas.
- 2 Afirmar que las personas se fueron contagiando por contacto (físico) directo con las ya contagiadas.
- 3 Afirmar que la cantidad de personas entre sanos y contagiados fue cambiando exponencialmente.
- 4 No entender la diferencia entre contagiados y contagiados por jugada.
- 5 Al graficar tomaban eje de las X como los sanos y el de las Y con contagiados. Invertir el orden de los ejes (X = personas, Y = Jugada).
- 6 No tiene en cuenta el tiempo, ni la cantidad de participantes en el juego, en la elaboración de las gráficas.
- 7 No entender la variable contagio
- 8 Realizan graficas de barras y no en forma continua
- 9 No se tiene la noción de positivo y negativo en el plano cartesiano
- 10 No reconocen los ejes coordenados.
- 11 Dibujan los puntos en la grafica pero no los unen

Errores que se notaron en el momento de la toma de los datos del juego.

- 1 Se contagiaban antes de tiempo, porque tenían en cuenta sólo una de las condiciones del juego
- 2 Resultaban sanos después de haberse contagiado.
- 3 Después de realizar la jugada algunos no sabían si habían quedado contagiados.
- 4 Algunos profesores no anotaban en la hoja de registro antes de realizar la jugada.
- 5 Los profesores detectan quien está contagiado y evitan entrar en contacto con ellos.
- 6 Cambiaban la puesta que habían jugado en la ficha de registro después de realizar la jugada.

Actividades integradas con Dinámica de Sistemas

DIFICULTADES

- 1 No tener los suficientes conocimientos sobre el fenómeno a estudiar
- 2 No interpretar el animador de Evolución
- 3 Para el modelo de cambio de estado: Afirmar que si siempre que aumenta la temperatura, el calor también aumenta.
- 4 Problemas con la configuración del monitor (resolución de pantalla y calidad del color).
- 5 Poca la capacidad del procesador por lo tanto la simulación corría muy lento
- 6 No comprenden los diferentes escenarios, en cuanto a cambio de valores
- 7 No visualizan el cambio de los elementos en el tiempo.
- 8 No son muy conscientes del rol que juegan los diversos elementos de un fenómeno
- 9 Los profesores no encontraban la utilidad de la D.S en los grados preescolar a tercero
- 10 Comprensión entre la relación de un a pregunta guía y una puntual
- 11 No entienden las graficas de simulación una pequeña cantidad de profesores todavía.

AVANCES

- 1 Comprender el fenómeno después de haber sido explicado por el tutor, con D.S.
- 2 Después de las explicaciones del tutor: La mayoría logró interactuar con el animador e interpretar las gráficas.
- 3 Comprendieron la idea de clase integrada
- 4 Importancia de definir los elementos involucrados en el fenómeno y sus interrelaciones.
- 5 Entienden gráficas de comportamiento
- 6 Manejan los tracks en el animador
- 7 Comprendieron la dinámica de un fenómeno en el tiempo
- 8 Los docentes proponían fenómenos par ser modelados con D.S
- 9 Buena aceptación por parte de los profesores del enfoque.
- 10 Reconocieron y comprendieron la simbología de los diagramas de flujo nivel

Terminada la segunda jornada de formación, cada profesional asignó tareas a los profesores para desarrollar en el período comprendido entre la finalización de ésta jornada y el inicio de la tercera, los resultados son:

ACTIVIDADES DESARROLLADAS ENTRE LA SEGUNDA Y TERCERA JORNADA	
12 Rutas	No. Instituciones: 206
No. Total de profesores en jornadas: 1804	
1. ¿Del total de las escuelas, cuantas planearon actividades integradas?	
57 escuelas	
2. ¿Cuántas escuelas ejecutaron actividades con sus estudiantes?	
21 instituciones	
3. ¿Principalmente, qué temas y en qué grados se trabajaron las actividades ejecutadas?	
Temas de biología (crecimiento de las plantas, fenómenos poblacionales) y temas de matemáticas, se trabajaron básicamente en grados de tercero a Noveno. Se trabajó el modelo de cambio de estado, con los estudiantes de quinto primaria, el trabajo con el modelo se limitó al uso del animador. En décimo y undécimo grado se trabajó con el modelo de caída libre (el paracaidista) utilizando MAC 10-11 V 1.0	
Mencione casos sobresalientes: (escuela y municipio, o numero radicado)	
10569. Institución Educativa 20 de Enero Sede Principal. Los docentes adaptaron el prototipo 1 del modelo poblacional de los conejos para realizar sus clases integradas con D.S. 6707. Institución Educativa de Carreto Sede Principal., Municipio El Piñón. En esta institución se diseñó una clase integrada con las áreas de español, inglés, geografía, ciencias y matemáticas para el grado séptimo. El tema seleccionado fue el crecimiento de una planta; se hizo un diseño general con la pregunta guía y las preguntas puntuales para que posteriormente desde cada área se abordaran algunas de ellas construyendo entre todos el conocimiento necesario para que en la última clase con matemáticas se analizara el animador elaborado en Evolución y se hiciera la interpretación de las graficas. Solo en el área de matemáticas se trabajó con Evolución, en las otras materias se utilizó algún software de los suministrados por la UIS.	

2872. Escuela CEB 122-Barranquilla. Ellos realizaron el esfuerzo de trabajar con los estudiantes el crecimiento de la planta, en los grados tercero a quinto pero aun tienen muchas dudas del manejo de los animadores y como desarrollar la CI con DS

I.E San Blas. Un profesor desarrolló la clase integrada con biología, trabajando el modelo del crecimiento de una planta. Una niña de cuarto grado le preguntó: “¿cómo hace la sábila para su crecimiento cuando está colgada detrás de las puertas de la casa?, ...Además el crecimiento de las plantas de sábila dependen de un trapo rojo y un imán que se les coloca en la raíz?, ¿Por qué esta mata se mantiene viva sin agua, el abono y la maleza no le hace daño como muestra el modelo, entonces cómo hace esa mata?

13511. Institución Educativa Colegio Técnico distrital de Rebolo (C. E. B. # 203), municipio Barranquilla. Trabajaron con el modelo del crecimiento de la planta, los estudiantes con ayuda del profesor estudiaron el modelo sólo en dos computadores de la institución, pero ejecutaron actividades de experimentación en vivo con plantas de frijol y otro tipo de plantas considerando otras variables que influyen en el crecimiento de estas que no se contemplaron en el modelo

Comentarios:

Aunque en varias instituciones realizaron la planeación de clases integradas con D.S, se presentaron dificultades de tipo eléctrico en un 30% de los municipios, además de la falta de conocimiento sobre D.S o sobre el fenómeno en estudio, y la falta de compromiso de algunos profesores, impidieron que se ejecutará dichas actividades con los estudiantes.

Finalizada la tercera jornada de formación, los profesionales evaluaron las actividades desarrolladas con la investigación.

FINALIZADA LA TERCERA JORNADA

1. Se cumplieron los propósitos de la jornada : (porcentaje promedio de las escuelas, comentarios)

El modelo poblacional de los conejos, se trabajó hasta el segundo prototipo en un 80% de las instituciones educativas.

Los profesores después de haber estudiado estos dos prototipos aumentaron sus habilidades en el manejo de la herramienta así como también en la comprensión del fenómeno. Alrededor del 45% de los profesores maneja los conceptos y comprenden el fenómeno. En ocasiones expresaban su agrado al lograr entender el funcionamiento el sistema.

En cuanto a la parte de interpretación de gráficas, un 85% de los profesores, están en capacidad de interpretar una gráfica de simulación
Trabajo con los MAC's (Cuales?). La mayor parte de los profesores trabajaron con MAC Primaria, MAC 6-7 V 1.0 y MAC Media 10-11 V. 1.0. No se trabajó con MAC 4-5 por que necesitan 50MB de espacio en disco.
Formas de pensamiento Se trabajo con el pensamiento dinámico, el pensamiento cíclico y el pensamiento estructural.
Diseño de actividades integradas En algunas instituciones quedó como tarea para la próxima jornada terminar la planeación de las actividades integradas con D.S. Se les aclaró la importancia de la pregunta guía y puntual, para el buen desarrollo de la actividad. La mayoría de los profesores se excusan de planear clases integradas con D.S, por la falta de modelos particulares para su área o alguna temática. En instituciones de secundaria se trabajó durante la jornada con el MAC 10-11 V-1.0, el fenómeno del paracaidismo, dando buen resultado y rompiendo algunos paradigmas como que la D.S es un tema difícil de entender y aplicar. Quedó como tarea desarrollar la clase con los estudiantes.
2. ¿Que barreras se observaron en los profesores, para los propósitos de la jornada? Los profesores consideran que es un tema difícil, que sólo es comprensible por los del área de matemática. Pero a medida que transcurre la jornada algunos cambian de opinión. Falta de práctica al manejar los computadores Falta destreza para manejar el software Evolución y utilizar el 100% de sus herramientas, esto debido al poco tiempo de trabajo destinado a la actividad. En cuanto a los docentes de idiomas, expresan que es una herramienta que no les facilita o ayuda en el desarrollo de sus clases. Una barrera notoria es la falta de preparación de los profesores, en algunos casos, los cercanos a jubilarse, no tienen la disposición de aprender nuevas cosas, como lo hacen está bien; otros no realizaron estudios universitarios sino validaron la licenciatura, esto conlleva a que no tengan la estructura mental para asumir fácilmente nuevos conocimientos. No les llama la atención el software Evolución, ya que éste los obliga un poco a pensar, ya sea construyendo el modelo, interpretando las gráficas etc, expresan que es un ambiente muy matemático (no como un juego). Expresan que prefieren

software donde puedan consultar temas solamente. Además, no dedican tiempo a la exploración del software, en parte porque les demanda tiempo y conocimiento. Otros profesores sobre todo los de grado primaria, opinan que este software es adecuado sólo para ingenieros de sistemas, por la interpretación de gráficas XY. Poseen un modelo mental muy cerrado, ya que lo ideal es que los tutores les digan paso a paso que deben hacer (como una receta).

3. ¿Los profesores han logrado superar en algo las limitaciones observadas en la anterior jornada? (por ejemplo, entienden más una gráfica)

Al trabajar con el modelo poblacional de los conejos comprendieron mejor su dinámica.

En general muestran mayor entendimiento de las gráficas y es claro que las trayectorias representan situaciones en el tiempo, y algunos identifican claramente el proceso de construcción de modelos partiendo del modelo en el lenguaje en prosa y finalizando con el modelo en el lenguaje de comportamiento, y para el prototipo 2 del crecimiento poblacional de los conejos analizaron el diagrama de influencias planteado en el libro. Incluso un docente de la Institución de carrete sede principal no estaba de acuerdo con el diagrama e hizo su propia propuesta y construyó el modelo en Evolución para analizar los resultados que se generaban. Sin embargo la discusión quedó abierta para continuarla en la próxima jornada.

Fue motivante para ellos hacer el proceso de construcción del modelo en el lenguaje de flujos y niveles con Evolución pues desde el principio manifestaban su interés por aprender a trabajar mas afondo con Evolución.

Se ha mejorado en un 80% en cuanto a la comprensión de graficas y en el manejo de Evolución. Un 50% de los profesores ya interpreta de manera correcta los resultados arrojados por Evolución y saben que hacer con éstos. Hay que trabajar la parte de análisis.

Han mejorado notablemente en la participación durante las jornadas, al estudiar los modelos de D.S, plantean y discuten diversos aspectos del fenómeno. Hay una mejor comprensión de las gráficas e identifican los elementos del diagrama de flujos y niveles en Evolución.

5. En el periodo anterior a ésta actividad, que lograron los profesores en cuanto a desarrollar con D.S, señale qué y con quien o quienes

En la mayoría de las instituciones se avanzó muy poco en cuanto a actividades con D.S, en parte por el miedo a enfrentar a los estudiantes, sin un conocimiento bien afianzado.

Algunos profesores trabajaron actividades integradas con los estudiantes de los grados séptimos, octavos y novenos, en áreas tales como ciencias y matemáticas, trabajando con los modelos de cambio de estado, el del contagio de una epidemia y

el modelo poblacional de los conejos.

¿Limitaciones o barreras que se observan en los profesores, para que logren hacer lo que se les orienta de proyección institucional, con relación al modelado y la simulación?

Los profesores perciben el tema como difícil y no se consideran suficientemente preparados para multiplicarlo a sus compañeros docentes, mucho menos llevarlo al salón de clases.

Se nota gran apatía por parte de los profesores sobre todo en los de mayor edad, ellos evitan el desempeño de tareas que les exige un esfuerzo significativo y esta condición dificulta su capacidad de aprendizaje.

Los computadores de las instituciones no son suficientes para trabajar con el gran número de estudiantes que tienen, además algunos manifestaron no haber podido instalar los micromundos y evolución porque no funciona la unidad de CD.

En algunos municipios las limitantes son los continuos cortes de energía y la falta de conocimiento en el manejo básico del computador.

Durante el año de acompañamiento 2006, a las escuelas del convenio CPE-UIS, además, de las cinco jornadas de formación, se visita en tres ocasiones a cada institución. Durante la segunda visita, se registraron los siguientes aspectos:

APRECIACIONES DE LA RUTA EN LA SEGUNDA VISITA SOBRE EL PROYECTO DE MODELADO Y SIMULACIÓN EN LA ESCUELA	
1. ¿Número de escuelas visitadas?	206
2. ¿Pasada la segunda visita en cuantas de las instituciones educativas se han desarrollado actividades de modelado y simulación con los estudiantes?	47
3. ¿Que aprecia usted del trabajo, de modelado y simulación, de los profesores en la escuela, con estudiantes y demás?	Los comentarios iniciales de los profesores es que la D.S es un tema difícil, les demanda mucho tiempo y dedicación, al igual que el manejo del software Evolución. Además, no todos los profesores le ven aplicabilidad en su área o grado (profesores de español, inglés etc. y de los grados preescolar a tercero). Después de que el profesional desarrolla una actividad integrada con D.S en el salón de clases, con la ayuda de algunos profesores, ellos cambian la idea de que D.S es un tema difícil, asumiendo la tarea de planear y ejecutar cada una una actividad con sus estudiantes. Hay algunos profesores que son de destacar ya que han estudiado por su cuenta el tema de D.S y han logrado construir pequeños modelos en evolución, ejecutar proyectos transversales y realizar un gran avance en el trabajo con sus estudiantes. Una profesora a destacar, por ejemplo, es Lourdes Coronado del Colegio Camilo Torres Tenorio (Barranquilla), que desde hace dos meses atrás, venía estudiando y construyendo un modelo para su clase de química; el avance de la profesora se notó al observar a trabajar a sus estudiantes.
4. ¿Del trabajo, de modelado y simulación, realizado hasta el momento en la escuela, señale cuales son los comentarios al respecto por:	Estudiantes Los estudiantes comentan que las clases integradas con D.S son mas agradables ya que les dan la oportunidad de imaginarse cosas que podrían pasar en el transcurso del tiempo y de comprobarlo o por lo menos experimentar con los datos Comprende el significado de las graficas y en algunas ocasiones sugieren mejoras al modelo que están trabajando. Además, se aprecia que los estudiantes traen vacíos de conocimientos frente a algunos temas, esto se nota cuando deben responder la pregunta guía, pero después de leer la información que trae el fenómeno y experimentar con éste su conocimiento acerca del fenómeno se ha reconstruido y muestran mayor confianza y propiedad al hablar del tema, es más, lo cuentan con sus propias palabras.

Profesores asistentes a las jornadas En general para ellos, es difícil el manejo de cualquier herramienta software, por esto al manejar Evolución, se pierden en las ventanas, no pueden abrir los modelos, confunden el modelo con un animador etc. Esto en parte se debe a la forma como ellos están acostumbrados a aprender el manejo de una herramienta, paso a paso, como una receta. Los profesores de las áreas de matemática, estadística, física, química y ciencias consideran que los simuladores son una herramienta que les facilita enormemente su labor como docentes, pues reconocen que temas considerados de gran complejidad para los estudiantes los han desarrollado con mejores resultado utilizando el modelado y la simulación. Los de las áreas de idiomas y sociales aún consideran que de muy poca o nula aplicación a su labor como docente particular. En la mayoría de los casos ha tomado este tema como parte de su proceso de autoformación, mas no para sus estudiantes.
Profesores no asistentes: Algunas instituciones han realizado socialización de los temas vistos en las jornadas, en general les parece un tema novedoso y que les puede ayudar en el desarrollo de sus clases. Les entusiasma trabajar con los animadores pero piensan que para usar este lenguaje y el software Evolución en clase, necesitan recibir la capacitación dada por la UIS en el tema de D.S. Ninguno de los profesores asistentes a las jornadas se siente capacitado para replicar la formación en D.S.
Administrativos Algunos opinan que la dinámica de sistemas les sirve para tratar fenómenos como la deserción escolar, drogadicción, pobreza y desplazamiento, bajo rendimiento escolar. Otros no se interesan por el proyecto que desarrolla el convenio CPE-UIS.
La Comunidad No se han participado en estas experiencias.
5. ¿Durante la segunda visita, con relación al trabajo de modelado y simulación, cuales fueron los logros? Demostrar a lo profesores que ésta temática tiene aplicación en todos los cursos, incluso en los primeros grados de formación. El reconocimiento por parte de todos los profesores que el aprendizaje se facilita trabajando con actividades integradas con D.S, y los logros de la clase son alcanzados a través de un ejercicio en el que el estudiante está motivado la mayor parte del tiempo, comprendiendo cada concepto estudiado.
6.En cuanto a Actividades integradas con modelado y simulación ejecutadas durante la 2da visita
En cuantas escuelas se realizaron: 176

Quien la dirigió : Los profesionales y en algunas ocasiones con la colaboración de los profesores

Se trabajó con estudiantes de grados: preescolar a onceavo grado.

¿Quién(es) hizo la planeación: los profesores con la colaboración de los profesionales

¿Qué profesores estuvieron en el salón durante ejecución?: Los profesores que participan en las diferentes jornadas de formación al igual que algunos no participantes.

7. Cual es su apreciación de lo desarrollado durante la segunda visita, en su ruta:

No se ha logrado que el 100% de los profesores se apropien de la D.S como una herramienta valiosa en el desarrollo de cualquier temática, pese a que ellos la consideran como fundamental para desarrollar competencias en los estudiantes.

En muchas instituciones las actividades integradas con D.S no se han realizado por falta de interés de los profesores para entender la temática y aplicarlas con sus estudiantes.

Después de desarrollar una actividad integrada con ayuda del profesional, los profesores se mostraron más seguros y animados para desarrollarlas con sus estudiantes.

Al estudiar los fenómenos (cambio de estado, crecimiento de una planta, dinámica poblacional etc.) se observó vacíos en los profesores, con temas que trataban cada uno de estos modelos.

8. ¿Qué recomienda para próximas jornadas y visitas?. (Solicitud suya o de los profesores)

Que la D.S se trabaje con los profesores desde la primera jornada de formación y adicionarle al material de la jornada el manual de usuario de Evolución.

Construir más modelos con Evolución de fenómenos más relacionados con su ambiente, por ejemplo de problemas medio. Así como también, construir y mejorar los modelos que son útiles en el desarrollo de los temas del plan de estudio de cada grado y área, dando respuesta a los profesores de las áreas en las que aun no encuentran aplicación de la D.S.

Dar más espacio para el estudio de la D.S. desde sus fundamentos teóricos, incluso realizar análisis de algunos autores y proponer lecturas para discusión.

Hacer un seguimiento más detallado y estricto en el cumplimiento de las tareas dejadas a los profesores después de cada jornada, con el fin de conocer los problemas a los que se enfrentan y darles pronta solución para permitirles que inicien y continúen trabajando con los estudiantes.

Tener un sitio web, donde los profesores puedan consultar aspectos relacionados con el proyecto, ya sea planeación de clases integradas con D.S con sus respectivos modelos en Evolución, experiencias de otros profesores a nivel nacional o internacional, colaboración por parte de un experto en D.S o en el área con la cual se está integrando.

El siguiente formato debe ser llenado durante el año de acompañamiento, por cada uno de los profesionales, con el objetivo de tener un registro de las actividades realizadas en cada institución, para partir de que se ha hecho y quien lo ha ejecutado, establecer los mecanismos de sostenibilidad en cada institución.

Nombre de la Institución	Nombre de la act. integrada	Fecha de realización	# de Prof. participantes	Grado en el cual se desarrolló	Observ.	Prof líderes

Finalizado el año de acompañamiento debe registrar la siguiente información:
Nombre de dos profesores (principal y reemplazos) líderes por cada institución para el trabajo de modelado y simulación
Barreras o limitaciones que se observan en los profesores, estudiantes y administrativos para poder promover el trabajo de modelado y simulación.
Fortalezas que se aprecian en las instituciones para desarrollar el trabajo de modelado y simulación.

6.6 EJEMPLO DE CLASE INTEGRADA CON D.S -CAMBIO DE ESTADO DE UNA SUSTANCIA-

Ejemplo de Clase Integrada con Dinámica de Sistemas

Objetivo: Comprender la explicación científica del fenómeno de cambio de estado de una sustancia y apreciar su utilidad en el mundo cotidiano, cuando realmente aprendemos al respecto.

Pregunta Guía: ¿Cómo debemos cocinar de tal forma que ahorremos energía y porqué?

Respuesta a la pregunta guía: _____

Preguntas Puntuales:

Haciendo uso de las diferentes fuentes de información o del modelo de D.S. para simular el cambio de estado, responda las siguientes preguntas.

- ¿Por qué cambia la temperatura de una sustancia?
- ¿En qué se diferencian los conceptos de calor y temperatura?
- ¿Cuál es el efecto de suministrar calor a una sustancia?

Respuestas de cada pregunta puntual: _____

Experimento 1:

Usted tiene a disposición un modelo de D.S. para simular el cambio de estado de una sustancia. Con un escenario en el cual la sustancia es agua. Usando Evolución responda, apoyado en experimentos simulados, la siguiente pregunta:

- Al observar las gráficas, durante la simulación y aumentar el calor, como aprecia (en las gráficas) el efecto de dicho aumento (de calor)? De la misma manera, ¿qué observa al disminuir el calor y a qué valor cree disminuyó el calor, Porqué?

Respuesta a la pregunta del experimento:

Preguntas Puntuales:

Haciendo uso de las diferentes fuentes de información o del modelo de D.S. para simular el cambio de estado, responda las siguientes preguntas.

- ¿Siempre que aplicamos calor a una sustancia incrementa su temperatura?
- ¿Qué se hace el calor cuando no incrementa la temperatura de la sustancia a la cual se le suministra?

Respuestas de cada pregunta puntual: _____

Experimento 2:

Usted tiene a disposición un modelo de D.S. para simular el cambio de estado de una sustancia. Con un escenario en el cual la sustancia es agua. Usando Evolución responda, apoyado en experimentos simulados, la siguiente pregunta:

- Si usted tiene poco agua y es muy limitada su fuente de calor (poca leña, poco gas u otro combustible) y requiere cocinar una carne muy dura con urgencia, ¿Cómo operaría el proceso con el modelo de Cambio de estado de Evolución, en el cual no se presentan pérdidas de calor (cocina ideal)?.

Respuesta a la pregunta del experimento: _____

Respuesta a la pregunta guía: _____

Preguntas Puntuales:

Haciendo uso de las diferentes fuentes de información o del modelo de D.S. para simular el cambio de estado, responda las siguientes preguntas.

-¿Cómo es la curva de comportamiento de la temperatura con relación al calor suministrado a X masa de una sustancia?

-¿Qué otros conceptos son útiles para comprender la explicación científica del fenómeno de cambio de estado?

Respuestas de cada pregunta puntual: _____

Respuesta a la pregunta guía: _____

Anexo se encuentra un modelo de cambio de estado, elaborado con Evolución 3.5, con el cual se puede ejecutar estos experimentos.