

PROPUESTA INFORMÁTICA PARA LA EDUCACIÓN SOPORTADA EN EL MODELADO
BASADO EN OBJETOS Y REGLAS

MERLY SULGEY GÓMEZ SÁNCHEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
BUCARAMANGA
2007

PROPUESTA INFORMÁTICA PARA LA EDUCACIÓN SOPORTADA EN EL MODELADO
BASADO EN OBJETOS Y REGLAS

MERLY SULGEY GÓMEZ SÁNCHEZ

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
2007

DEDICATORIA

A Dios, por su luz y sus bendiciones constantes.
A mis padres, por su amor incondicional y sacrificio.
A mis hermanos, por el amor que me dan y el apoyo infinito.

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Hugo Hernando Andrade Sosa, director de este trabajo de investigación, por enriquecer con su experiencia mi vida profesional y personal, y por todas las oportunidades brindadas durante estos años.

A los miembros del grupo SIMON y del convenio CPE – UIS por los aportes hechos a nuestras labores de investigación y su disponibilidad para difundir la propuesta de llevar el modelado y la simulación a las escuelas colombianas.

A los directivos, profesores, estudiantes y en general, la comunidad educativa de las instituciones colombianas participantes en los convenios CPE – UIS 2005, 2006 y 2007, por recibir y acoger nuestra propuesta y promover su difusión.

A mis amigos quienes de una u otra forma contribuyeron para alcanzar este objetivo.

CONTENIDO

	Pag
INTRODUCCIÓN.....	13
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2 OBJETIVOS.....	16
1.2.1 <i>Objetivo General</i>	16
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	16
2. REVISIÓN TEÓRICA	17
2.1 INTRODUCCIÓN.....	17
2.2 USO DE LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN (TI) EN LA EDUCACIÓN....	17
2.3 PROPUESTAS DE MODELADO Y SIMULACIÓN EN LA EDUCACIÓN	18
2.3.1 <i>Modelado con ecuaciones</i>	20
2.3.2 <i>Modelado con objetos y reglas</i>	21
2.4 ORGANIZACIONES INTERNACIONALES QUE DIFUNDEN EL MODELADO Y LA SIMULACIÓN EN LA EDUCACIÓN.....	24
2.4.1 <i>The Shodor Education Foundation (Durham, Carolina del Norte – Estados Unidos)</i>	24
2.4.2 <i>STTIS - Science Teacher Training in an Information Society (Inglaterra)</i>	25
2.4.3 <i>EOT PACI - Education, Outreach and Training Partnership for Advanced Computational Infraestructure (Alabama – Estados Unidos)</i>	25
2.4.4 <i>CITE - Centre for Information Technology in School and Teacher Education (Hong Kong - China)</i>	26
2.4.5 <i>NCSI - National Computational Science Institute (Estados Unidos)</i>	26
2.4.6 <i>The CLE - Creative Learning Exchange (Massachussets – Estados Unidos)</i>	26
2.4.7 <i>The Waters Foundation (Estados Unidos)</i>	27
2.5 REFERENCIAS	28
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	31
3.1 INTRODUCCIÓN.....	31
3.2 CONCEPTO DE MODELO	31
3.2.1 <i>Enfoques de Modelado</i>	32
3.3 AUTÓMATAS CELULARES	32
3.4 CONCEPTOS DE PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS.....	34
3.5 METODOLOGÍA DE MODELADO BASADO EN OBJETOS Y REGLAS (MBOR) .	35
3.5.1 <i>Construcción de modelos</i>	36
3.6 MODELO EDUCATIVO	37
3.6.1 <i>Pensamiento Sistémico</i>	37
3.6.2 <i>Enfoque Pedagógico Constructivista</i>	38
3.6.3 <i>Aprendizaje basado en ambientes virtuales</i>	40

3.6.4	<i>El modelado y su relación con la construcción de explicaciones científicas ..</i>	41
3.7	APRENDIZAJE BASADO EN COMPETENCIAS	42
3.7.1	<i>Proceso de aprendizaje</i>	42
3.7.2	<i>Competencias</i>	44
3.8	REFERENCIAS	47
4.	ESTRATEGIA PARA LLEVAR EL MODELADO Y LA SIMULACIÓN CON OBJETOS Y REGLAS A LA EDUCACIÓN.....	50
4.1	INTRODUCCIÓN	50
4.2	FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS Y EDUCATIVOS	50
4.2.1	<i>Pensamiento Sistémico</i>	50
4.2.2	<i>Enfoque Pedagógico Constructivista</i>	50
4.2.3	<i>El modelado como herramienta para la construcción de explicaciones científicas.....</i>	51
4.2.4	<i>Aportes del modelado basado en objetos y reglas al desarrollo de competencias</i>	52
4.3	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA	53
4.3.1	<i>Orientaciones metodológicas para la aplicación de la propuesta.....</i>	53
4.3.2	<i>Actividades con MBOR en la escuela.....</i>	57
4.4	INSTRUMENTOS DE REGISTRO DE DATOS EN EL LLEVAR MBOR A LA ESCUELA.....	60
4.4.1	<i>Modelado y simulación</i>	60
4.4.2	<i>Modelado Basado en Objetos y Reglas.....</i>	61
4.5	POSIBILIDADES Y LIMITACIONES PARA LLEVAR MBOR A LA ESCUELA ...	61
4.5.1	<i>Posibilidades para llevar MBOR a la escuela</i>	63
4.5.2	<i>Limitaciones para llevar MBOR a la escuela</i>	65
4.6	REFERENCIAS	67
5.	REQUERIMIENTOS Y DISEÑO BÁSICO DE AMBIENTES INFORMÁTICOS EDUCATIVOS BASADOS EN EL MODELADO Y LA SIMULACIÓN CON OBJETOS Y REGLAS	68
5.1	INTRODUCCIÓN.....	68
5.2	FORMATO DE EVALUACIÓN DE SOFTWARE	68
5.3	ANÁLISIS.....	72
5.3.1	<i>Requerimientos para la construcción de ambientes informáticos basados en el PS y MBOR</i>	72
5.4	DISEÑO	91
5.4.1	<i>Orientaciones generales para el diseño</i>	91
5.4.2	<i>Diseño de componentes</i>	92
5.4.3	<i>Diseño de interfaz</i>	93
5.5	REFERENCIAS	97
6.	DESARROLLO DE EXPERIENCIA ESCOLAR.....	98
6.1	INTRODUCCIÓN.....	98
6.2	PRUEBAS DE RECEPTIVIDAD DEL SOFTWARE MICRHO 1.0	98
6.2.1	<i>Prueba 1</i>	98
6.2.2	<i>Prueba 2</i>	100

7. CONCLUSIONES.....	103
8. RECOMENDACIONES	104
ANEXOS	105

LISTA DE FIGURAS

	Pag
Figura 1. Concepto de modelo.....	31
Figura 2. Vecindad de un Autómata Celular.....	33
Figura 3. Etapas del modelado basado en objetos y reglas.....	36
Figura 4. Esquema del modelo educativo sistémico.....	37
Figura 5. Explicación científica.....	42
Figura 6. Factores que intervienen en el aprendizaje.....	44
Figura 7. Relación entre explicación científica y la idea de modelado y simulación.....	52
Figura 8. Dinámica de Intervención.....	62
Figura 9. Requisitos de la plataforma del sistema.....	74
Figura 10. Diseño de componentes micromundo MBOR.....	92
Figura 11. Árbol de lecciones.....	94
Figura 12. Visor de contenidos – Pregunta de investigación.....	94
Figura 13. Visor de contenidos – Modelo de Homos.....	95
Figura 14. Visor de contenidos – Contenidos predeterminados.....	95
Figura 15. Visor de contenidos – Contenidos agregados.....	96

LISTA DE ANEXOS

	Pag
Anexo A. Agendas de actividades desarrolladas en las jornadas de formación (Convenio CPE – UIS 2006).....	105
Anexo B. Formato de apreciación del profesor sobre el modelado y la simulación en la educación primaria, básica y media.....	113
Anexo C. Encuestas a profesores sobre el modelado y la simulación en la educación...	117
Anexo D. Consolidado de información recogida acerca de las apreciaciones de los profesores sobre el modelado y la simulación en la educación.....	118
Anexo E. Conclusiones de la información recogida acerca de las impresiones sobre el modelado y la simulación en la educación.....	128
Anexo F. Análisis del trabajo con modelado y simulación en las instituciones educativas durante la fase de profundización 2006.....	130
Anexo G. Orientaciones y formato de registro de observaciones para quinta jornada de formación y tercera visita acerca del trabajo con MBOR.....	135
Anexo H. Encuestas a tutores aplicadas durante quinta jornada de formación y tercera visita a cerca del trabajo con MBOR.....	139
Anexo I. Consolidado de encuestas aplicadas durante quinta jornada de formación y tercera visita acerca del trabajo con MBOR.....	140
Anexo J. Conclusiones de información recogida en quinta jornada y tercera visita a cerca del trabajo con MBOR.....	147
Anexo K. Formato de evaluación de MICRHO 1.0.....	149
Anexo L. Encuestas a profesores para la evaluación del software MICRHO 1.0.....	153
Anexo M. Consolidado de información recogida acerca de la evaluación de MICRHO 1.0.....	154
Anexo N. Conclusiones de información recogida a cerca de la evaluación de MICRHO 1.0.....	158
Anexo O. Formato aplicado durante la prueba de receptividad No. 1 de MICRHO 1.0 para profesor y estudiantes.....	160
Anexo P. Formato aplicado durante la prueba de receptividad No. 2 de MICRHO 1.0 para estudiantes.....	161
Anexo Q. Clase integrada con MBOR - Ciclo del agua.....	162
Anexo R. Resultados de receptividad del software MICRHO 1.0 por parte de estudiantes – Prueba de receptividad No. 1.....	163
Anexo S. Resultados de receptividad del software MICRHO 1.0 por parte del profesor - Prueba de receptividad No. 1.....	166
Anexo T. Clase integrada con MBOR – Incendios forestales.....	167
Anexo U. Resultados de receptividad del software MICRHO 1.0 por parte de estudiantes – Prueba de receptividad No. 2.....	168
Anexo V. Propuesta pedagógica para que los profesores desarrollen una actividad integrada con MBOR.....	170
Anexo W. Agendas de actividades desarrolladas en las jornadas de formación (Convenio CPE – UIS 2007).....	173
Anexo X. Modelado y simulación del juego de la epidemia con MBOR.....	198

RESUMEN

TÍTULO: Propuesta informática para la educación soportada en el modelado basado en objetos y reglas*

AUTORA:

Merly Sulgey Gómez Sánchez**

Cod: 2047091

PALABRAS CLAVE

Educación, Modelado y Simulación, Objetos y reglas, Informática, Software para la Educación, Informática para la Educación.

DESCRIPCIÓN

Esta tesis presenta una propuesta informática para la difusión del modelado y la simulación basado en objetos y reglas en la educación básica colombiana, sustentada en la revisión de la experiencia internacional, los aportes y la experiencia del grupo de investigación en modelado y simulación (SIMON), los fundamentos teóricos, las experiencias de campo orientadas en el marco de los convenios Computadores Para Educar – Universidad Industrial de Santander (CPE - UIS) 2005, 2006 y 2007, así como en el análisis y diseño básico de los ambientes informáticos educativos basados en el modelado y la simulación con objetos y reglas.

La propuesta se desarrolla en el marco de la dinámica de investigación acción que se propone como guía para aplicar y reformular la propuesta. Así mismo, presenta la estrategia para llevar el modelado y la simulación con objetos y reglas a la educación, mostrándolo como un recurso didáctico en el ambiente escolar que facilita el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias, que promueve la construcción de conocimiento y el desarrollo de las formas de pensamiento en el marco de la construcción de explicaciones científicas.

* Tesis de Maestría Área Informática y Ciencias de la Computación.

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

TITLE: Informatic proposal for Education, Based on Modelling and Simulation with objects and rules*

AUTHOR:

Merly Sulgey Gómez Sánchez**

Cod: 2047091

KEY WORDS:

Education, Modelling and Simulation, Objects and Rules, Informatic, Software for education, Informatic for Education.

DESCRIPTION

This thesis presents an informatic proposal for the diffusion of modelling and simulation based on objects and rules in the basic Colombian education, sustained in the review of the international experience, the contributions and the experience of the Modelling and Simulation Investigation Group (SIMON), the theoretical foundations, the field experiences orientated in the frame of the agreement with “Computadores Para Educar – Universidad Industrial de Santander (CPE - UIS)” 2005, 2006 and 2007, as well as in the analysis and basic design of informatic educational environments based on modelling and simulation with objects and rules.

The proposal develops in the frame of the dynamics of investigation action that one proposes as guide to apply and to re-formulate it. Likewise, it presents the strategy to take modelling and simulation with objects and rules to the education, showing it as a didactic resource in the school environment that facilitates the significant learning and the development of competitions, which promotes the construction of knowledge and the development of the forms of thought in the frame of the construction of scientific explanations.

* Thesis of Master in Engineering Computer Science

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

INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta la propuesta informática para la educación soportada en el modelado basado en objetos y reglas, la cual se sustenta en la revisión de la experiencia internacional, los aportes y la experiencia del grupo de investigación en modelado y simulación (SIMON), los fundamentos teóricos, las experiencias de campo orientadas durante los convenios 2005, 2006 y 2007, así como el diseño básico de los ambientes informáticos educativos basados en el modelado y la simulación con objetos y reglas y las orientaciones metodológicas necesarias para llevar a la práctica la propuesta.

La propuesta se desarrolla en el marco de la dinámica de investigación acción, la cual se enriquece en el mismo llevar la propuesta a la escuela. El informe de esta tesis se presenta en nueve capítulos que se resumen en las siguientes ideas:

El primer capítulo, descripción del proyecto, presenta la situación problema que da origen a esta tesis, así como los objetivos propuestos.

El segundo capítulo, revisión teórica, contempla el espacio del uso de la informática en la educación y, en particular, de las experiencias de llevar el modelado y la simulación a la educación. De igual forma, y teniendo en cuenta el contexto de esta propuesta, se consideran las experiencias nacionales e internacionales al llevar el modelado y la simulación con objetos y reglas a la escuela. El capítulo finaliza con la presentación de algunas organizaciones a nivel internacional que difunden el uso del modelado y la simulación en la educación.

El tercer capítulo, fundamentación teórica, sintetiza el contexto teórico en donde se ubica el tema de esta propuesta desde el punto de vista del modelado y la simulación, así como aspectos educativos.

El cuarto capítulo, estrategia para llevar el modelado y la simulación con objetos y reglas a la educación, presenta el modelado y la simulación basado en objetos y reglas como un recurso didáctico en el ambiente escolar que facilita el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias, promueve la construcción de conocimiento y el desarrollo de las formas de pensamiento en el marco de la construcción de explicaciones científicas. Así mismo plantea la estrategia sintetizando los aportes que los fundamentos teóricos hacen a la propuesta, continúa con la definición de las orientaciones metodológicas, señalando los roles del docente, del estudiante y las características de los contenidos de las lecciones diseñadas con el Modelado Basado en Objetos y Reglas (MBOR). Presenta además, la idea de clase integrada con MBOR como recurso para llevar la propuesta a la escuela.

El quinto capítulo presenta los requerimientos y diseño básico de ambientes informáticos educativos basados en el modelado y la simulación con objetos y reglas.

El sexto capítulo, desarrollo de la experiencia escolar, presenta las pruebas de receptividad de los ambientes informáticos realizadas durante el desarrollo de esta tesis.

El séptimo y octavo capítulo sintetiza las conclusiones y recomendaciones de la tesis para su continuidad.

Por último se presentan documentos anexos que sustentan el trabajo de campo realizado para la difusión de la propuesta, así como otros elementos referidos en esta tesis.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Un afán constante de la educación se ha visto representado en la búsqueda de propuestas pedagógicas y recursos informáticos que brinden útiles para la construcción y reconstrucción del conocimiento en una dinámica de recrear las ideas propias y ajenas, y con la utilización de lenguajes informáticos cercanos al lenguaje natural, de manera que se facilite el uso de herramientas matemáticas para abordar las complejidades. Esta situación ha acentuado el interés por la utilización de medios informáticos en la educación y la necesidad de preparar jóvenes con la capacidad de adaptarse mejor a un contexto en constante cambio, creando un ambiente adecuado para el desarrollo y la utilización de herramientas que respondan a esta necesidad y posibiliten la implementación de los nuevos modelos educativos en la escuela. Sin embargo, es común que los productos desarrollados para tal fin, se orienten por un enfoque pedagógico conductual, desestimulando un proceso de construcción de conocimiento con el cual se podría motivar el desarrollo de aptitudes y competencias hoy demandadas¹.

Frente a esta realidad, el modelado y la simulación, como recurso para la construcción y la reconstrucción del conocimiento, representa un aporte significativo para la educación², junto al Pensamiento Sistémico (PS), que a su vez, contribuye a la creación de un nuevo contexto educativo que permite recrear paradigmas de pensamiento, potencia el proceso de aprendizaje y da sentido al uso de herramientas informáticas, en la búsqueda del mejoramiento de la calidad del proceso educativo acorde con las necesidades actuales³.

El grupo SIMON de investigaciones ha venido investigando en el campo del modelamiento y la simulación de fenómenos de diversa naturaleza, desde una perspectiva sistémica, mediante la Dinámica de Sistemas y el lenguaje de Objetos y Reglas con la herramienta HOMOS, como útiles para la construcción de realidades virtuales que permiten dinamizar los procesos de aprendizaje. Dentro de los resultados más significativos cabe mencionar: el desarrollo de los Micromundos de Simulación para el Aprendizaje de Ciencias de la Naturaleza en siete proyectos de grado, desarrollo de la herramienta HOMOS y del Micromundo para el desarrollo del PS soportado en el Modelamiento basado en Objetos y Reglas (MICRHO); así como la realización de experiencias piloto con instituciones educativas locales y la asesoría en Informática Educativa para los colegios de ECOPETROL en Barrancabermeja. Sin embargo, se han hecho evidentes algunas dificultades en el intento por llevar a la práctica educativa el PS, que se deben a las limitaciones y a las complejidades que surgen al utilizar propuestas soportadas en el modelado y la simulación, pues éstas contrastan con el enfoque

¹ Asesoría en Informática Educativa para los colegios de ECOPETROL, Barrancabermeja Colombia, 1998 - 2000

² The future of Systems Dynamics and Learner Centered Learning in K12 Education. Lees Stuntz, Debra Lyneis and George Richardson. XX Conferencia Internacional de la Sociedad de Dinámica de Sistemas. Julio 28 – Agosto 1 2002. Palermo-Italia.

³ Foreword: System Dynamics in Education. Janet M. Gould Kreutzer. System Dynamic Review Vol. 9. No. 2, pp. 101-112. Summer 1993.

pedagógico que predomina en el sector educativo, en el cual la instrucción y la memorización de contenidos y fórmulas son la base sobre la que está construido.

Retomando la situación descrita inicialmente y asumiendo el aporte que el grupo SIMON ha hecho en este campo, se da el espacio para plantear interrogantes relacionados con las estrategias conceptuales e instrumentales para llevar gradualmente a la escuela estas teorías de la mano de las nuevas tecnologías informáticas, cuya utilización sea viable en las prácticas educativas actuales y a su vez contengan ideas de acercamiento a un nuevo modelo educativo que potencie en el estudiante el desarrollo de habilidades de PS, mediante el uso de un lenguaje de representación dinámica.

En este sentido, la investigación intentará ofrecer respuestas a los interrogantes planteados respondiendo la pregunta: ¿Cómo desarrollar una propuesta basada en el PS, el modelado y la simulación con Objetos y Reglas que, en términos pedagógicos y metodológicos, promueva el aprendizaje, y cómo deben ser los recursos informáticos para dicha propuesta?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Elaborar una propuesta informática para la educación, cuya implementación fomente la creación de ambientes informáticos educativos orientados al desarrollo de competencias y procesos de aprendizaje (aprender a aprender) soportada en el PS y la metodología MBOR⁴ desarrollada por el grupo SIMON de investigaciones.

1.2.2 Objetivos específicos

- Formular los fundamentos conceptuales y metodológicos de una propuesta informática para la educación que:
 - Incluya una postura crítica frente a lo propuesto y desarrollado por el grupo SIMON de investigaciones alrededor de la educación y la metodología MBOR.
 - Se constituya en un aporte para la creación de ambientes informáticos educativos basados en el modelado y la simulación con objetos y reglas, orientados al desarrollo de competencias, aptitudes y el espíritu crítico.
- Proponer los requerimientos y el diseño básico de los ambientes informáticos desde la perspectiva del PS y la metodología MBOR, en los cuales la comunidad educativa pueda desarrollar aptitudes, competencias y procesos de aprendizaje.
- Presentar las orientaciones metodológicas necesarias para llevar a la práctica la propuesta, así como los ambientes informáticos diseñados.
- Realizar una prueba de receptividad en un curso de básica primaria para identificar la posibilidad que profesores y estudiantes reciban la propuesta y la lleven a la práctica.

⁴ Metodología de Modelado Basado en Objetos y Reglas utilizada para desarrollar el Software HOMOS 1.0, que fue reconocido como Tesis de Pregrado Laureada e hizo parte de una publicación internacional: Paisajes Dinámicos con Homos 1.0. CADIE Revista de enseñanza y tecnología No. 17. España, Mayo-Agosto 2000 por Hugo Andrade, Carmen Duarte y Oscar Lozano.

2. REVISIÓN TEÓRICA

2.1 INTRODUCCIÓN

La revisión que se presenta a continuación contempla el espacio del uso de la informática en la educación y, en particular, de las experiencias de llevar el modelado y la simulación a la educación. Teniendo en cuenta el contexto de esta propuesta se considerarán el modelado y la simulación con objetos y reglas y las experiencias internacionales y nacionales al llevar este enfoque a la escuela. De igual manera, se destacará el trabajo de algunas organizaciones a nivel internacional en la difusión del modelado y la simulación en la educación.

2.2 USO DE LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN (TI) EN LA EDUCACIÓN

Durante los últimos treinta años han ocurrido cambios significativos en la tecnología computacional que se deben no sólo al desarrollo tecnológico, sino también a las nuevas concepciones de la enseñanza (Teodoro, 2002). Estos cambios incluyen la utilización del computador como una herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza, por lo que se mencionarán algunas experiencias particulares.

Teodoro (2002) asegura que los lenguajes de programación fueron la primera clase de ambientes computacionales usados en la educación con niños y estudiantes de secundaria, principalmente en la enseñanza de la Matemática. Después de Basic, un lenguaje especialmente creado para hacer programas disponibles a cualquier tipo de usuario, el más divulgado fue Logo, creado a comienzos de los años 70, en el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT), por un grupo conducido por Seymour Papert (1980), un punto de referencia en el uso de los computadores en la educación.

El entusiasmo por las ideas de Papert se extendió por el mundo durante, por lo menos, una década. Treinta años después hay muchas versiones de Logo, en diversos lenguajes. La versión oficial de Logo Computer Systems Incorporated llamada Micromundos, es un tipo de ambiente de desarrollo multimedial para niños, que usa una mezcla de características de programación gráfica y sintaxis tradicional de Logo, permitiendo multitarea, una característica considerada por Michael Tempel, presidente de la fundación Logo, como “el cambio más significativo en el lenguaje de programación Logo desde que fue implementado por primera vez en 1967” (Tempel, 1998).

Papert (1980) menciona el uso de Logo en la enseñanza de la Física y, más tarde, Grant y Antueno (1997), investigadores argentinos, crearon una versión mejorada de Logo llamado Graphic Logo que se enfoca en simulaciones y animaciones simultáneas para definir aceleración, fricción, gravitación, etc. DiSessa (1997) contribuye con otro esfuerzo para crear una versión más poderosa de Logo, apropiada para Física y otras disciplinas científicas, conocida como proyecto Boxer que describe como “un nuevo género de software educativo, una colección abierta de herramientas software que se dirigen hacia el aprendizaje de temas particulares, como construcciones en geometría, piezas particulares de ecología o teoría evolutiva”.

Travers (1996) creó un ambiente de programación visual, llamado LiveWorld, útil en el ámbito educativo, diseñado para soportar programación basada en agentes, “como un medio para ayudar a las personas a incluir interacción entre objetos. Un agente es un simple mecanismo pensado para ser entendido a través de metáforas antropomórficas y dotado de ciertas propiedades reales como autonomía, decisión y estado emocional”. LiveWorld es un ambiente de programación para soportar la construcción de sistemas animados. Los usuarios pueden interactuar con objetos autónomos, y cambiar sus agentes.

Redish y Wilson (1993) propusieron que los estudiantes debían resolver problemas físicos usando lenguajes de programación como Pascal. Fue así como crearon programas de ejemplo y con documentación que permitieran, aún a usuarios no programadores, aprender sobre el tema específico y empezar a construir sus propios programas sin un amplio entrenamiento. De esta manera concluyeron que su enfoque “abre muchas posibilidades para cambiar el plan de estudios. Los elementos pueden ser reorganizados en un orden más natural; las habilidades profesionales pueden ser introducidas en una etapa más temprana a la tradicional; temas contemporáneos tales como la teoría del caos y la cuántica pueden ser introducidos; y los estudiantes pueden empezar a investigar inmediatamente”.

Teodoro (2002) se refiere a otras herramientas como: *Science Workshop*, *VideoPoint*⁵, conocidas como Sistemas de laboratorio basado en computador, que han sido por décadas una herramienta de investigación experimental y que finalmente en los 90s llegó a los laboratorios de las escuelas. El rasgo más distintivo de estas herramientas es la capacidad de obtener una imagen de los datos en “tiempo real”. Existen muchos cursos que han sido creados utilizando estos sistemas de laboratorio, tales como *Workshop Physics* (Laws, 1997). Este curso hace énfasis en el proceso de investigación científica, reemplazando el método de lectura por la participación activa de los estudiantes en experimentos de laboratorio que incluyen predicción, observación cualitativa, explicación, derivación de ecuaciones, construcción de modelos matemáticos, experimentos cuantitativos y solución de problemas.

2.3 PROPUESTAS DE MODELADO Y SIMULACIÓN EN LA EDUCACIÓN

Esta propuesta asume como espacio particular el uso del modelado y la simulación en la educación señalando algunos enfoques que van desde la simulación de un fenómeno sin interactuar con el modelo, enfoques que ofrecen la posibilidad de modelar pero utilizando un lenguaje tradicional, hasta enfoques que se preocupan más por el proceso de modelado y de construcción de conocimiento, ofreciendo un lenguaje específico para modelar.

Boohan (1994a) hace una distinción entre lo que llama “simulación” - manipular modelos creados por otras personas, en los cuales la estructura del modelo está oculta - y el “modelado” – crear representaciones propias y poder modificar un modelo existente. Así

⁵ Software de análisis de video, creado por Luetzelschwab, Laws, Gile y Cooney (1997). Roseville, Ca:Lenox Softworks / Pasco Scientific. Utilizado tanto para análisis de movimiento como para otro tipo de experimentos; ayuda a los estudiantes a hacer un enlace cognitivo entre el evento físico y la representación gráfica matemática. Disponible en <http://www.lsw.com/videopoint/>

mismo asegura que la utilización de una simulación puede ayudar a los niños a entender cómo se comporta un sistema particular, pero sólo por el modelado pueden darse cuenta de los mecanismos subyacentes y la naturaleza de los modelos computacionales.

De Jong (1992) asegura que el uso de la simulación en la educación presupone cuatro características:

- Presencia de un modelo formalizado y manipulable
- Presencia de metas de aprendizaje, tales como conocimiento conceptual o conocimiento procedimental
- Proceso de aprendizaje específico, características de aprendizaje exploratorio, tales como generación de hipótesis, predicción y exploración del modelo
- El aprendiz debe manipular variables de entrada y parámetros, colección de datos, presentación de conjuntos de datos, etc.

Con respecto al uso de estas herramientas en la educación, Carvalho (1994) asegura que los simuladores son muy utilizados en la enseñanza de la Física.

En este mismo tema, Law y Tam (1998) afirman que una característica importante de las simulaciones es que los modelos que están detrás de las simulaciones, en ocasiones, se encuentran ocultos para el usuario. No hay ninguna manera para que el usuario pueda inspeccionar o modificar realmente el modelo en una simulación. El usuario puede intentar hacer hipótesis acerca del modelo usado, pero no es posible una verificación definitiva, así como no es posible averiguar si la teoría acerca de ciertos fenómenos naturales es la correcta.

Teodoro (2002) asegura que ha habido un interés en las simulaciones basadas en realidad virtual⁶, tales como las desarrolladas por el proyecto ScienceSpace en el Centro Jonson Space de la NASA y la Universidad George Mason⁷. Este proyecto permite diseñar una serie de micromundos de realidad virtual para enseñar los conceptos de ciencia abstracta y las habilidades con las que, típicamente, los estudiantes tienen dificultades. Las características más importantes de estas simulaciones son la inmersión en ambientes 3D.

Boohan (1992) afirma que el modelado computacional es visto como una valiosa actividad educativa y que su valor para los estudiantes es que éste les permite expresar y poner a prueba sus teorías acerca del mundo. Siendo más simples que el mundo real, los modelos pueden ayudar a los estudiantes a obtener una visión del mismo, hacer conexiones y ver similitudes entre fenómenos aparentemente diferentes. Muchos modelos computacionales involucran la investigación de sistemas dinámicos teniendo en cuenta la evolución de un sistema en el tiempo.

Ogborn (1990) asegura que “crear un modelo en el computador es crear un mundo pero un mundo el cual evoluciona o cambia frente a nuestros ojos. Es un mundo imaginario el cual puede o no reflejar algo acerca del mundo real”.

⁶ Este concepto será tratado más adelante en el numeral 3.5.3

⁷ <http://www.vetl.uh.edu/sciencespace>

Para Law y Tam (1998) una herramienta de modelado es aquella que permite al usuario crear, modificar e interactuar con sus propias simulaciones. Varios grupos han desarrollado trabajos en esta área, específicamente en el desarrollo de diferentes clases de herramientas de modelado para niños en edad escolar (Mellar et al., 1994).

Teniendo en cuenta que la dinámica de los fenómenos se puede representar en términos de ecuaciones y en términos de reglas, algunos autores señalan dos enfoques de modelado que se detallan a continuación.

2.3.1 Modelado con ecuaciones.

Existen algunas herramientas software las cuales son capaces de modelar sistemas dinámicos y que se derivan de un enfoque que describe los sistemas en términos de variables y de relaciones entre ellas. Ejemplos de estos programas incluyen:

- DMS - Dynamic Modelling System, uno de los primeros sistemas de modelado para la enseñanza de la Física en secundaria (Ogborn, 1985).
- CMS – Cellular Modelling System (Holland y Ogborn, 1987), software que sustituyó al DMS. Esta herramienta usa una metáfora de “celdas” para crear modelos. Una celda puede ser una variable o una constante, una ecuación explícita, una iteración o una gráfica. Crear un modelo con CMS significa manipular ecuaciones.
- STELLA, PowerSim y Vensim, software para modelado y simulación con Dinámica de Sistemas (DS).
- Modellus⁸, herramienta software para crear y explorar múltiples representaciones de modelos matemáticos (Teodoro, 2002).
- EJS – Easy Java Simulations⁹, herramienta software diseñada para la creación de simulaciones en computador, reproduciendo un fenómeno natural a través de la visualización de los diferentes estados que éste puede presentar (Esquembre y Hwang, 2003).
- Evolución¹⁰, herramienta software para el modelado y simulación con DS, en español, que ha venido desarrollando el grupo SIMON en los últimos quince años y que tiene licencia gratuita para uso académico (Cuellar y Lince, 2003).

En el campo del modelado y la simulación con DS en la educación existen varias experiencias tanto a nivel nacional (lideradas por el grupo SIMON de investigaciones) como internacional. Navas (2006) señala que uno de los pioneros en llevar la DS a la educación es Jay W. Forrester¹¹, uno de los primeros en asumir la transformación de la educación de preescolar a doceavo grado (K-12) a través de la DS. Además, se ha encargado de involucrar a otros profesionales de la DS y a partidarios para apoyar el trabajo que los maestros están haciendo en las aulas. De igual forma, Navas afirma que la fundación Waters¹², conformada por mentores en DS, apoya la educación en DS en varios distritos de los Estados Unidos, enfocándose en solidificar las prácticas y mejorar las lecciones para hacerlas accesibles a los profesores y a las escuelas. Otra

⁸ Modellus Interactive Modelling with Mathematics. Disponible en <http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus>

⁹ Disponible en <http://fem.um.es/Ejs/>

¹⁰ Se encuentra a disposición del público en <http://simon.uis.edu.co>

¹¹ Fundador de la Dinámica de Sistemas. Norteamericano, Ingeniero Electricista, doctor en Automática y Control del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT).

¹² Creada por Jim y Faith Waters.

organización que promueve y soporta el uso de la DS en la educación es el Creative Learning Exchange (CLE)¹³, que además se encarga de recoger y distribuir materiales del plan de estudios de DS desarrollados por profesores para profesores.

En Colombia el grupo SIMON de investigaciones ha venido trabajando, desde el año 1995, en la aplicación de la DS en la educación. A través de estos años ha desarrollado una propuesta teórica y conceptual que ha motivado la construcción de herramientas informáticas, que se sintetiza en una tesis de maestría que consiste en una propuesta de difusión de la DS en la educación preescolar, básica y media colombiana, sustentada, principalmente, en la revisión de experiencias internacionales, la reflexión sobre la experiencia del grupo SIMON, los fundamentos teóricos, las experiencias de campo orientadas por dicha tesis 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 DS (MADS) (Navas, 2006).

2.3.2 Modelado con objetos y reglas.

Boohan (1992) señala que una alternativa es modelar un sistema creando un conjunto de entidades que interactúan. Este enfoque, que incluye autómatas celulares, fue propuesto por Toffoli¹⁴ y Margolus¹⁵ (1987), quienes proponen modelos de autómatas celulares para reemplazar los modelos basados en ecuaciones diferenciales. En los modelos de autómatas, se considera un conjunto de celdas, donde cada una contiene unos pocos bits de datos (objetos), los cuales avanzan en pasos discretos. Cada celda determina su nuevo estado a partir del estado de sus vecinos en cada paso de tiempo, siguiendo reglas de transición simples.

Este mismo enfoque fue utilizado en el software The Picture Simulator¹⁶ (Camara et al., 1991) basado en autómatas celulares con un enfoque orientado a objetos, cuya metodología provee una propuesta diferente para la simulación de la dinámica de los fenómenos, apropiada para sistemas naturales. Los autores ilustraron su propuesta con el modelo conocido como depredador – presa, mostrando las ventajas sobre los modelos estrictamente numéricos y destacando la utilización de reglas de transición intuitivas en vez de formulaciones algebraicas.

Como una extensión del concepto de un autómata celular aparece WorldMaker¹⁷ (Boohan, 1994b), un sistema de modelado en el que los modelos son creados desde objetos que interactúan con otros, de acuerdo al comportamiento definido por sus reglas. En esta herramienta los modelos son construidos a partir de “fondos” (por ejemplo, lugares) y “objetos” (por ejemplo, cosas que se pueden mover en estos lugares), los cuales son ubicados en un conjunto de celdas (grilla). Además, también contienen un conjunto de

¹³ Creada por John Bemis, en 1991, en Massachussets.

¹⁴ Tommaso Toffoli, PhD. en Ciencia de la Comunicación y Computación de la Universidad de Michigan. Trabajó para el laboratorio de Ciencias de la Computación del MIT.

¹⁵ Norman Margolus, investigador del Laboratorio de Ciencias de la Computación y de Inteligencia Artificial del MIT.

¹⁶ Producto software del proyecto “Pictorial modeling of dynamic systems” por Antonio Camara et al., publicado en System Dynamic Review, Vol 10 No. 4, pág. 361 – 373. Winter 1994.

¹⁷ Diseñado por Richard Boohan, Jon Ogborn y Simon Wright del Instituto de Educación de la Universidad de Londres. Esta idea fue retomada por la Universidad de Hong Kong para desarrollar la herramienta WorldMaker (HK), bajo la dirección de Nancy Law y Sandy Li. Disponible en <http://worldmaker.cite.hku.hk>

reglas que definen el comportamiento de los objetos y fondos. Boohan (1997) destaca que WorldMaker permite a los niños crear sus modelos en el computador, permitiéndoles inventar sus propios objetos y reglas. Así mismo afirma que las herramientas cualitativas como ésta son, potencialmente, más accesibles que las herramientas cuantitativas, debido a que los niños tienden a ver el mundo en términos de objetos y no de variables.

En las investigaciones lideradas por Boohan sobre el uso de esta herramienta, se ha encontrado que los niños de 9 años son capaces de usar y dar sentido a los modelos de WorldMaker y que se pueden diseñar actividades para estudiantes en todos los niveles de la escuela hasta la edad de 18 años. Además, asegura que los niños de escuela primaria son capaces de construir modelos creando reglas completamente nuevas y que ellos parecen crearlas más fácilmente que seleccionándolas de un conjunto de reglas pre – existentes y entender los comportamientos dados.

El enfoque de modelado con WorldMaker ha sido utilizado en áreas del plan de estudios, en donde ha contribuido potencialmente, tales como Ciencias, Geografía y Matemáticas. Los temas incluyen: estudio de poblaciones, comportamiento de organismos, difusión, cristalización, erosión costera, volcanes, lluvia, modelos numéricos, representaciones algebraicas de series, representación gráfica de cambios en el tiempo y probabilidad. La aplicación de este enfoque en la educación ha sido liderado en países como Inglaterra, por:

- El Instituto de Educación en la Universidad de Londres
- La Universidad de Reading
- STTIS (Science Teacher Training in an Information Society), proyecto¹⁸ que tiene como objetivo investigar las transformaciones de las innovaciones educativas de los profesores de Ciencias, además cada país participante ha producido el material para los talleres que dan soporte al entrenamiento de los profesores en el uso de innovaciones (uno de los temas producidos por Inglaterra es el de la enseñanza con modelos computacionales);

En China, por:

- CITE (Centre for Information Technology in School and Teacher Education) de la Facultad de Educación de la Universidad de Hong Kong, con el proyecto¹⁹ que propone el uso de esta herramienta de modelado para soportar la enseñanza y el aprendizaje en el plan de estudios de Ciencias. Así mismo señala a WorldMaker como un ambiente amigable para el usuario que permite, aún a los niños, crear sus propias simulaciones, expresar sus propias representaciones del mundo y explorar las ideas de otras personas. Los profesores pueden usarlo para crear y adaptar simulaciones de fenómenos científicos para hacer el aprendizaje de conceptos abstractos accesible y explorable a un amplio rango de temas encontrados en el plan de estudios de la escuela.

¹⁸ Desarrollado en Inglaterra con la participación de países como Francia, Italia, Noruega, España e Inglaterra durante el período comprendido entre diciembre de 1997 y Febrero de 2001; coordinado por Jon Ogborn en Inglaterra, Fani Stylianidou del Instituto de Educación de la Universidad de Sussex (UK). Richard Boohan actuó como consultor en la escritura del material para los talleres. Ver <http://www.sussex.ac.uk/education/1-4-25-1.html>

¹⁹ Proyecto en el que participan la Dra. Nancy Law y la Dra. Sandy Li (Universidad de Hong Kong), como codirectoras y el Profesor Jon Ogborn (Universidad de Londres), como consultor. Ver <http://worldmaker.cite.hku.hk>

- Shum (1997), de la Universidad de Hong Kong, encontró el uso de WorldMaker en la enseñanza de las Ciencias como un aporte valioso para ayudar a los estudiantes a exteriorizar su pensamiento. Muchos profesores también mostraron resistencia a introducir actividades de modelado en sus salones de clase. Sin embargo, pruebas realizadas con estudiantes de secundaria mostraron que WorldMaker es una herramienta útil para la enseñanza de temas complicados y difíciles de demostrar. Una de las pruebas fue hecha con un grupo de estudiantes de grado sexto (12 años) con el tema de radioactividad. Otro tema tratado fue la construcción por parte de los estudiantes de un sistema ecológico estable.

Basados en el juego Wa-tor²⁰ (Dewdney, 1984), que utiliza la teoría de autómatas celulares donde los depredadores son los tiburones y las presas son los peces, y siguiendo la metodología usada por Camara con el software Picture Simulator, Duarte y Lozano (1998), miembros del grupo SIMON de investigaciones, proponen la herramienta de modelado y simulación Homos 1.0 y la metodología MBOR, que se soporta en la aplicación de la teoría de autómatas celulares con una visión orientada a objetos, donde los seres representados por objetos interactúan de acuerdo con reglas de comportamiento e interacción, las cuales determinan su evolución en el tiempo y en el espacio. Tanto la metodología como la herramienta de modelado se desarrollaron en el contexto del modelo educativo propuesto por Andrade y Parra (1998), que constituye una opción para pasar de un modelo centrado en la instrucción a uno centrado en los procesos del pensamiento y que integra elementos del PS, el Enfoque Pedagógico Constructivista de la psicología cognitiva (E.P.C), un Lenguaje para la Representación Dinámica de fenómenos (L.R.D), que en este caso corresponde al lenguaje de objetos y reglas, e instrumentado además con útiles informáticos de modelado y simulación para recrear las situaciones de aprendizaje; la integración de estos componentes se da en el escenario de la Práctica Educativa Sistémica (P.E.S). Al combinar el paradigma del PS con el enfoque constructivista se logra orientar la educación hacia el desarrollo de procesos de pensamiento y de aprendizaje, motivando en los estudiantes el deseo de entender cómo funciona realmente un fenómeno (cuestionarse acerca de la naturaleza del mismo), y cómo puede cambiar con el tiempo como consecuencia de sus relaciones dinámicas.

Retomando estos planteamientos, con el ánimo de implementar el modelo educativo planteado y de poner al alcance de los niños a Homos 1.0, Cabarcas y Díaz (2000) desarrollan MICRHO 1.0: Micromundo para el desarrollo del PS soportado en el Modelamiento Basado en Objetos y Reglas. Entre las experiencias desarrolladas con este ambiente informático se destaca una prueba piloto que se realizó con niños de cuarto y quinto grado de dos colegios²¹, así como sus profesores, buscando detectar facilidades y dificultades para operar con el software y la comprensión de los contenidos del mismo. Algunas de las conclusiones, que se obtuvieron como resultado de la prueba realizada, destacan que los modelos del micromundo (elaborados en Homos) se pueden utilizar para enseñar conceptos relacionados con el área de las Ciencias Naturales permitiendo, también, incluir modelos con otras temáticas de estudio. Además, las simulaciones de modelos resultan interesantes para los niños y despiertan su curiosidad por conocer más profundamente los fenómenos y los conceptos involucrados en el modelo.

²⁰ Idea original por A.K. Dewdney en diciembre de 1984. Implementado por Dr. Warren L. Kovach en 1993. Disponible en <http://www.kovcomp.co.uk/wator/index.html>.

²¹ Colegio del Rosario y Colegio Infantas de la ciudad de Barrancabermeja, Colombia.

2.4 ORGANIZACIONES INTERNACIONALES QUE DIFUNDEN EL MODELADO Y LA SIMULACIÓN EN LA EDUCACIÓN

Parte de la difusión del modelado y la simulación en la educación ha estado a cargo de algunas organizaciones a nivel internacional, que han concentrado sus esfuerzos en ayudar a los docentes y estudiantes a comprender y usar las TI, efectivamente, en la educación en áreas como Matemáticas y Ciencias. A continuación se destacan algunas de ellas.

2.4.1 The Shodor Education Foundation²² (Durham, Carolina del Norte – Estados Unidos).

La Fundación para la Educación Shodor es una corporación de educación e investigación, sin ánimo de lucro, creada en 1994 y dedicada a la reforma y mejoramiento de las Matemáticas y la educación en Ciencias a través de la incorporación apropiada de tecnologías computacionales y de comunicación. Hace énfasis en permitir exploraciones auténticas en Ciencia y Matemática a todos los niveles educacionales, desarrollando modelos numéricos y simulaciones integradas con el plan de estudios, el desarrollo profesional, y el acceso a redes para dar soporte a su uso en ambientes de aprendizaje interactivos auténticos que están centrados en el estudiante, orientado a grupos y basados en el descubrimiento.

Esta fundación diseña e implementa seminarios innovadores y talleres, para familiarizar a estudiantes de universidad y profesores de K-12 (preescolar – doceavo grado), con las tecnologías de Internet y métodos computacionales en Ciencia y Matemáticas, asistiéndolos en la incorporación de esas tecnologías en las actividades profesionales. Dentro de las herramientas desarrolladas por el personal de la fundación se destaca MASTER (Modeling And Simulation Tools for Education Reform). Las herramientas de modelado y simulación para la mejora de la educación, son el resultado de colaboraciones continuas con NCSA (National Center for Supercomputing Applications), la Universidad George Mason y otras organizaciones educativas. Están diseñadas para ser herramientas interactivas y ambientes de simulación que permiten y promueven la exploración y el descubrimiento a través de la observación, la suposición y las actividades de modelado. Todas las herramientas, simulaciones y materiales de soporte para el plan de estudios son diseñados de acuerdo con los estándares nacionales de educación en Ciencia y los estándares nacionales de educación en Matemáticas. MASTER incluye una colección de modelos y lecciones en temas como: galaxia (órbita de la tierra, sistema solar), modelos ambientales, el péndulo, modelado biomédico, entre otros.

Uno de los objetivos de esta fundación es extender sus recursos y oportunidades educativas, tan lejos como sea posible, razón por la cual la fundación colombiana Gabriel Piedrahita Uribe (Eduteka²³) llevó a cabo la traducción al español, con la aprobación de Shodor, de “Project Interactive” a “Matemática Interactiva²⁴”, que es un conjunto de materiales web gratuitos en Ciencias y Matemáticas, compuesto por más de 50 actividades acompañadas de propuestas de lecciones de clase y discusiones sobre diversos temas relacionados.

²² <http://www.shodor.org>

²³ <http://www.eduteka.org>

²⁴ <http://www.eduteka.org/MI/master/interactivate/>

La fundación Shodor cuenta, así mismo, con The Shodor Computational Science Institute²⁵ (SCSI) que colabora en el desarrollo del plan de estudios de Shodor. Su objetivo es el desarrollo, recolección y mantenimiento de recursos de aprendizaje en Informática y estudios interdisciplinarios. Un enfoque especial del proyecto de SCSI es la formación y el soporte a los docentes de las escuelas en el empleo del modelado matemático y los instrumentos de informática en sus aulas de clase.

2.4.2 STTIS - Science Teacher Training in an Information Society²⁶ (Inglaterra).

Su principal objetivo es investigar acerca de las innovaciones en educación para los profesores. Estudios intensivos en los países participantes (Francia, Italia, Noruega, España e Inglaterra) han sido útiles en la elaboración de algunas reglas de transformación de la innovación y en el desarrollo de materiales para el entrenamiento de los profesores. La investigación de STTIS ha girado en torno a tres áreas relacionadas que son:

- Uso de herramientas informáticas: Utilización de herramientas de modelado y simulación por parte de los profesores de Ciencias .
- Lectura de gráficas: Las dificultades que implican la enseñanza y el aprendizaje de representaciones gráficas.
- Implementación de innovaciones en el plan de estudios: Las transformaciones que ocurren cuando los profesores implementan estrategias de enseñanza innovadoras.

Como parte de esta investigación, cada uno de los países participantes ha producido materiales para soportar el entrenamiento de los profesores en el uso de estas innovaciones. Para Inglaterra se desarrolló un taller de enseñanza con modelos computacionales liderado por el profesor Jon Ogborn (Coordinador de STTIS en Inglaterra) y Fani Stylianidou (investigadora) y la escuela de Educación de la Universidad de Sussex. Así mismo, contaron con la colaboración de Richard Booahan (The Open University) quien actuó como consultor en la elaboración de los materiales.

2.4.3 EOT PACI - Education, Outreach and Training Partnership for Advanced Computational Infrastructure²⁷ (Alabama – Estados Unidos).

Fundada por la National Science Foundation (NSF), su misión es desarrollar recursos humanos a través del uso innovador de las tecnologías de información emergentes para entender y resolver los problemas. Además, hacer que estas tecnologías sean accesibles a estudiantes y profesores despertando el interés en la Ciencia, Matemática, Ingeniería y mejorando el desempeño en estos campos.

Dentro de los proyectos relacionados con la aplicación de herramientas informáticas en K-12 se destaca el proyecto ASPIRE²⁸ (Alabama Supercomputing Program to Inspire computational Research in Education) que provee desarrollo profesional para profesores de K-12 sobre la aplicación de un enfoque orientado a la solución de problemas del mundo real usando la Informática. Los profesores aprenden modelado matemático, simulación en computador, visualización científica y habilidades de comunicación, lo que

²⁵ <http://www.shodor.org/scsi/>

²⁶ <http://www.sussex.ac.uk/education/1-4-25-1.html>

²⁷ <http://www.eot.org>

²⁸ <http://www.aspire.cs.uah.edu/>

luego enseñan a sus estudiantes. Los talleres están abiertos a profesores en todos los niveles y se les brinda ayuda para desarrollar los materiales del plan de estudios y los modelos apropiados a su área y grado. ASPIRE requiere un comité de cada escuela participante que garantice la implementación de estas técnicas en su plan de estudios con la aprobación del director.

2.4.4 CITE - Centre for Information Technology in School and Teacher Education²⁹ (Hong Kong - China).

Fue creado en junio de 1998 para dar soporte a la comunidad educativa de Hong Kong en la promoción del uso de las tecnologías de información en la educación. CITE da soporte a varios programas académicos coordinados por la División de Información y Tecnología de la facultad de Educación de la Universidad de Hong Kong. Estos programas son ofrecidos a profesores y profesionales relacionados con la educación con el fin de unir sus intereses y necesidades crecientes en fomentar sus estudios, y equiparlos con los conocimientos académicos y profesionales necesarios acerca de las tecnologías de información en la educación.

Uno de los proyectos promovidos por CITE consiste en el uso de herramientas de modelado para soportar la enseñanza y el aprendizaje en el plan de estudios de Ciencias. Una de estas herramientas es WorlMaker (explicada ampliamente en el numeral 2.3.2), la cual es utilizada como una herramienta cognitiva para soportar la enseñanza de diversos conceptos de esta área.

2.4.5 NCSI - National Computational Science Institute³⁰ (Estados Unidos).

Creada por la Fundación para la Educación Shodor. NCSI amplía los talleres regionales ya populares conocidos como SCSI (Shodor Computational Science Institute). En más de dieciocho ciudades del país, NCSI introduce el empleo de la Informática, de los modelos numéricos e instrumentos de visualización de datos a través del plan de estudios. Los talleres, desarrollados durante una semana de trabajo intenso, motivan a los profesores a formular el plan de estudios en Informática. Los participantes analizan el uso del modelado y las herramientas de visualización en cursos existentes, mientras estimulan la creación de nuevos cursos y promueven nuevos modos de investigación.

Entre los socios con los que opera NCSI se encuentran EOT-PACI, NCSA, la Universidad de Illinois de Urbana-Champaign, la Universidad de Clemson, NCSEC (National Computational Science Education Consortium) y más de dos docenas de instituciones académicas y centros de cómputo de alto rendimiento.

2.4.6 The CLE - Creative Learning Exchange³¹ (Massachusets – Estados Unidos).

Es una organización sin ánimo de lucro dedicada a promover el aprendizaje centrado en el aprendiz y la DS en la educación K-12, que desafía las ideas preconcebidas, profundizando el entendimiento de conceptos, solucionando problemas del mundo real a través del dominio del Pensamiento Sistémico y el modelado con DS.

²⁹ <http://www.cite.hku.hk>

³⁰ <http://www.computationalscience.org/index.html>

³¹ <http://www.clexchange.org>

CLE publica y propaga materiales para el plan de estudios desarrollados por profesores, distribuye un boletín de noticias trimestral, ofrece conferencias para profesores, patrocina una exposición anual de estudiantes, mantiene un servidor, y provee materiales de entrenamiento en DS para profesores. De igual forma, facilita la comunicación entre profesores e instituciones educativas para ayudar a crear una red de escuelas que ofrecen educación en sistemas y solicita materiales de enseñanza e ideas de los profesores participantes y los pone a disposición de otros educadores.

2.4.7 The Waters Foundation³² (Estados Unidos).

Esta fundación brinda beneficios académicos a estudiantes a través del uso efectivo y la aplicación de conceptos del Pensamiento Sistémico, hábitos y herramientas en el salón de clase y para el mejoramiento de la escuela. Además, desarrolla y distribuye materiales del plan de estudios, conduce acciones de investigación y provee oportunidades de entrenamiento para profesores.

Algunas de las estrategias en las que se basa la fundación para alcanzar sus objetivos son: capacitar a los profesores acerca de lo que es Pensamiento Sistémico, su pertinencia y cómo puede ser puesto en práctica en la educación K-12; proporcionar información, ejemplos y recursos para los profesores y otras entidades interesadas a través de la página web de la fundación; facilitar un proceso de colaboración para publicar y distribuir trabajos como planes de lección, resúmenes de actividad y resultados del aprendizaje.

³² <http://www.watersfoundation.org/>

2.5 REFERENCIAS

ANDRADE, Hugo 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.

BOOHAN, Richard. (1997). Computer modelling and dynamic processes in science education. The New Bulmershe Papers, p. 126 – 144. University of Reading. Londres.

_____ (1992). WorldMaker: an object-based approach to computer modelling. Memorias de la Conferencia Europea acerca de la tecnología de información en la educación. Universidad de Barcelona, España.

_____ (1994a). WorldMaker: computer modelling and systems thinking for children. Memorias de la Conferencia Internacional de Educación en Ciencias. Budapest: Eötvös Physical Society, Hungría.

_____ (1994b). WorldMaker: Software and Teachers' Guide. Londres: Falmer Press, 171-179.

CABARCAS, Amaury y DÍAZ, Nestor. (2000). Micromundo para el desarrollo del Pensamiento Sistémico soportado en el Modelamiento Basado en Objetos y Reglas. Tesis de Pregrado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

CAMARA, Antonio, FERREIRA, Francisco, NOBRE Edmundo y FIALHO, Jose. (1991). The Picture Simulator. Uninova, Portugal: Newsoft Group.

CARVALHO, M. (1994). Estudio de la utilización del computador de los profesores de Física. Tesis de maestría. Universidad de Minho. Braga.

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.

DE JONG, T. (1992). Learning and instruction with computer simulations: learning process involved. Berlin.

DEWDNEY, Alexander. (1984). Sharks and fish wage an ecological war on the toroidal planet Wa-Tor. Scientific American.

DISESSA, A. A. (1997). Twenty reasons why you should use Boxer (instead of Logo). Artículo presentado en la Sexta Conferencia Europea de Logo: Aprendizaje y Exploración con Logo, Budapest.

DUARTE, Carmen y LOZANO, Oscar. (1998). HOMOS 1.0 Herramienta software para el modelamiento y simulación basado en objetos y reglas. Tesis de Pregrado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

ESQUEMBRE, Francisco y HWANG, Fu-Kwun. (2003). Easy Java Simulations: An Interactive Science Learning Tool. The Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning, Vol 5, Número 2. Wake Forest University. Carolina del Norte, Estados Unidos.

GRANT, Carlos y ANTUENO, Eduardo. (1997). Graphic Logo (Versión 4.4). Buenos Aires: Funda Austral. <http://www.nuevaalejandria.com/fundaaustral/logo.htm>

HOLLAND, D. y OGBORN, J. (1987). Cellular Modelling System. Harlow, England: Longman Micro-Software.

LAW, Nancy y TAM, E.W.C. (1998). WorldMaker (HK) - an Iconic Modelling Tool for children to Explore Complex Behaviour. Artículo presentado en "International Conference on Computers in Education", Chiba, Japón.

LAWS, P. W. (1997). Workshop physics. New York: Wiley.

MELLAR, H., BLISS, J., BOOHAN, R., OGBORN, J. y TOMPSETT, C. (1994). Learning with Artificial Worlds: Computer Based Modeling in the Curriculum. London: The Falmer Press.

NAVAS, Ximena Marcela. (2006). Propuesta informática para la educación en el cambio, basada en ambientes de modelado y simulación. Un enfoque sistémico. Tesis de Maestría en Ingeniería. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

OGBORN, Jon. (1990). A future for modeling in science education. Journal of Computer-Assisted Learning, 6(1), 103-112.

_____ (1985). Dynamic Modelling System. Harlow, England: Longman Micro-Software.

PAPERT, Seymour (1980). Mindstorms: children, computers and powerful ideas. Basic Books, New York.

REDISH, E.F. y WILSON, J.M. (1993). Student programming in the introductory physics course: M.U.E.P.P.E.T. American Journal of Physics, 61, p. 222-232.

SHUM, P. (1997). The Effect of Engaging in Iconic Modelling on the learning of science. Unpublished MEd dissertation, Universidad de Hong Kong.

TEMPEL, Michael. (1998). The state of the turtle. *Logo Update*, 6.

TEODORO, Vitor D. (2002). Modellus: Learning Physics with Mathematical Modelling. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias y Tecnología. Universidad de Nova, Lisboa.

TOFFOLI, Tommaso y MARGOLUS, Norman. (1987). Cellular Automata Machines: A new environment for modelling. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

TRIVERS, M. (1996). Programming with Agents: New metaphors of thinking about computation. Tesis Doctoral. Instituto Tecnológico de Massachussetts, Cambridge.
<http://alumni.media.mit.edu/~mt/diss/prog-w-agents.pdf>

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 INTRODUCCIÓN

Para presentar el contexto teórico en donde se ubica el tema de esta propuesta, es necesario plantear los elementos fundamentales que la sustentan, desde el punto de vista del modelado y la simulación, así como aspectos educativos.

3.2 CONCEPTO DE MODELO

Aracil (1986) define el concepto de modelo como: “una representación de un determinado aspecto de la realidad, en un lenguaje específico, que se construye de modo que permita comprenderla”. No existe ningún modelo que pretenda ser perfectamente fiel a la realidad que modela, sin embargo, conserva las principales características del problema real. Los modelos, por ser un mecanismo de abstracción, deben ser lo suficientemente poderosos como para ayudar en la comprensión de los objetos del mundo y las relaciones entre ellos. La definición más simple de modelo, enunciada por Aracil, se presenta a continuación: “un objeto M es un modelo de X, para un observador O, si O puede emplear M para responder a cuestiones que le interesan a cerca de X” (ver Figura 1). En esta definición se considera a X como un objeto real y el observador O decide aquellas propiedades o manifestaciones de X, que son relevantes y deben figurar en el modelo M.

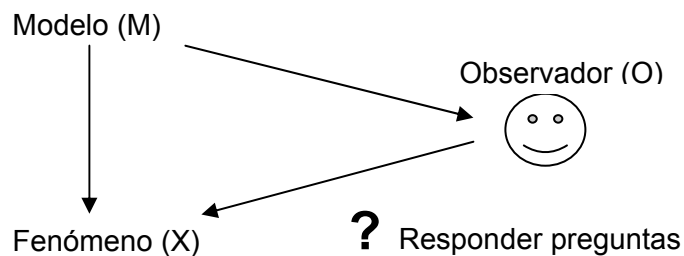


Figura 1. Concepto de modelo

En algunos casos los modelos se emplean para explicar y predecir cuestiones relativas a la realidad; en otros, para sugerir respuesta a cuestiones complejas, empleándose como elementos auxiliares para el análisis del problema. En los modelos de comportamiento dinámico se trata de conseguir que la evolución que experimentan en el tiempo las magnitudes que los forman reproduzca, imite o simule las del sistema real que se está estudiando. Con ellos se pretende hacer patente la relación entre estructura y comportamiento, convirtiéndose en útiles inestimables para el estudio de sistemas reales complejos. Este tipo de modelo recibe el nombre de modelo analógico o de simulación.

Para construir un modelo es necesario especificar los elementos que lo componen (variables) y las relaciones entre ellos, de manera que se pueda caracterizar y describir el sistema real bajo estudio. En la práctica, la forma matemática de estas relaciones se

representa, en unas aplicaciones, por medio de un sistema de ecuaciones diferenciales, en otras, se emplean matemáticas discretas, mediante la teoría de autómatas (caso particular de esta investigación).

Para Mosterín (1987) el *servir de modelo* es algo distinto de (pero reducible a) *ser modelo de*. Es así como afirma que el sistema A sirve de modelo del sistema B a un científico si:

- A es más simple o resulta más conocido para el científico que B
- A partir de A el científico desarrolla la teoría T, de la que A es un modelo
- B es también un modelo de T.

Flórez³³ (2001) asegura que todo conocimiento es, en cierta forma, una creación y que por lo tanto, los modelos son construcciones mentales, ya que la actividad esencial del pensamiento humano a través de su historia ha sido la modelación. Así, define modelo como “la imagen o representación del conjunto de relaciones que definen un fenómeno, con miras a su mejor entendimiento”.

3.2.1 Enfoques de Modelado

El modelamiento matemático es orientado por dos enfoques:

- Enfoque conductual: Intenta describir y explicar el comportamiento en función del comportamiento mismo.
- Enfoque estructural: Asume una postura sistémica para describir y explicar el comportamiento de la realidad en función de la estructura de relaciones causales que conforman el sistema-modelo. Estas relaciones se describen en términos de ecuaciones o en términos de reglas, dependiendo del enfoque de modelado (Andrade y Navas, 2002).

Este último enfoque es asumido por el lenguaje y la metodología de Modelado Basado en Objetos y Reglas (MBOR), lenguaje y metodología sistémica que orienta el proceso de construcción de un modelo estructural de un fenómeno y permite simular su comportamiento dinámico en el tiempo. Esta metodología ha sido empleada por el grupo SIMON en el campo de la educación, en procura de obtener aportes para el desarrollo de diferentes modelos y habilidades del pensamiento, a través de los micromundos de simulación.

3.3 AUTÓMATAS CELULARES

Un Autómata Celular (AC) es un modelo formal de un espacio, dividido en células o celdas, que pueden ser de diversas formas, generalmente simétricas, y estar ubicadas en una, dos o tres dimensiones, donde cada celda puede contener “información”, como un objeto o un estado de éste o simplemente estar vacía. Cada célula es susceptible de cambiar con el tiempo el cual se asume, para efectos de simulación, que transcurre en pasos discretos, y además el estado siguiente depende principalmente del estado de las celdas vecinas (Margolus y Toffoli, 1987).

³³ Rafael Flórez Ochoa es profesor titular de la Universidad de Antioquia, Colombia.

Al interior del AC las celdas se definen por la vecindad específica establecida para el mismo; por tanto la transición a un nuevo estado queda definida por la vecindad aplicable a la celda y por una regla que toma por parámetros todos los estados actuales de las células pertenecientes a dicha vecindad, siendo por tanto una regla de transición local. A partir de la interacción que se produce entre todas las células pertenecientes al AC, se genera el comportamiento como sistema y la dinámica propia del mismo. El AC se constituye en un sistema complejo que no podría ser estudiado sin herramientas de simulación, debido a la cantidad de elementos que puede contener y a su evolución sincrónica. Dentro de las propiedades básicas de un AC se encuentran:

- **Objetos o entidades:** Se necesita saber su cantidad inicial, el tipo de ubicación y distribución geográfica.
- **Vecindad:** Es necesario definir qué elementos van a ser tomados en cuenta para que el AC evolucione al siguiente estado. Las vecindades más comunes para AC en 2 dimensiones (2D) son las de Von Newmann y de Moore. La vecindad de Von Newmann se define como las cuatro celdas más próximas y geográficamente corresponde a las celdas ubicadas al norte, sur, este y oeste, como se representa en la figura 2(a). La vecindad de Moore corresponde a las celdas norte, noreste, este, sureste, sur, suroeste, oeste y noroeste. (Ver figura 2(b)).

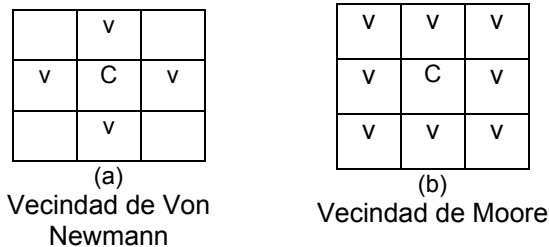


Figura 2. Vecindad de un Autómata Celular

- **Estados:** En cada instante (paso de tiempo) cada una de las celdas del AC debe encontrarse en un determinado estado dentro de los definidos. Los estados definidos para las celdas y objetos del AC pueden ser desde un único estado (no hay ningún cambio), hasta todo un vector de estados para un solo tipo de elemento.
- **Regla de transición local:** Esta es quien define propiamente la dinámica del sistema al permitir determinar cuál es el siguiente estado que va a tomar cada uno de los elementos del AC y es local porque aplica sobre la vecindad de un elemento y sobre él mismo, estableciendo de esta forma la dinámica del AC como sistema. Las reglas bien pueden ser deterministas o probabilísticas y no tienen que ser las mismas para todos los elementos.
- **Límites:** Los límites establecen las vecindades en el borde del espacio geográfico del AC. Generalmente se consideran tres casos:
 - **Límite finito:** Las células de los bordes no tienen vecinas más allá del borde.

- Límite infinito: Los elementos que traspasan el borde “desaparecen” o simplemente ya no se tienen en cuenta.
- Límite cíclico: Las células de los bordes se consideran en la vecindad de su opuesto.

Dentro de los beneficios del modelamiento usando autómatas celulares se pueden mencionar:

- Cálculos sin redondeo o truncamiento.
- La representación multidimensional que se puede hacer de ellos
- No hace uso de técnicas de solución numéricas, sino que se vale de mecanismos espaciales de simulación (Camara y Ferreira, 1996).

3.4 CONCEPTOS DE PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS

La Tecnología Orientada a Objetos brinda las herramientas necesarias para modelar y simular el mundo de manera más aproximada a la realidad, teniendo en cuenta que todo lo que se encuentra en el universo son objetos que presentan un comportamiento, cambian de estado e interactúan con otros objetos. Algunos de los conceptos básicos de la programación orientada a objetos incluyen:

- Objeto: Es un elemento tangible o intangible del cual se puede dar un concepto, tiene unas propiedades y presta servicios. Además, durante su existencia puede pasar por diferentes estados, dependiendo de su comportamiento.
- Clase: Es la agrupación de objetos que comparten el mismo conjunto de propiedades, posibles estados y servicios. Pueden ser abstractas (que no se pueden obtener objetos o instancias de ellas) o clases-objeto (pueden obtener objetos que pertenecen a esta clase).
- Propiedad: Variable que define una característica específica de una clase. La clase sólo define la existencia de la propiedad y los objetos le asignan un valor que los diferencia de los demás objetos de la misma clase.
- Servicio: Acción que realizan los objetos para satisfacer un requerimiento propio o de otros objetos.
- Método: Secuencia de pasos que se ejecutan para prestar un servicio.
- Mensaje: Solicitud que se envía a un objeto para que ejecute un servicio específico.
- Estado: Una de las posibles condiciones en las que puede estar un objeto.
- Evento: Suceso que se presenta en un momento dado.
- Encapsulación: Mecanismo que oculta al usuario los detalles de implementación de un objeto, presentándolo como un paquete de propiedades y servicios.

- Herencia: Es el mecanismo que permite compartir automáticamente propiedades y servicios entre clase y subclase (especialización de una clase).
- Polimorfismo: Característica que permite implementar múltiples métodos para un mismo servicio, dependiendo de la clase sobre la que se realice la implementación.
- Composición: Mecanismo que permite la formación de un objeto a partir de la unión de sus componentes (Martin y Odell, 1994).

3.5 METODOLOGÍA DE MODELADO BASADO EN OBJETOS Y REGLAS (MBOR)

El modelamiento basado en objetos y reglas es una metodología que guía la representación de fenómenos de diversa naturaleza, mediante la simulación soportada en modelos de enfoque sistémico. Esta simulación contempla la evolución espacial y temporal de los objetos que intervienen en la dinámica del fenómeno, mediante un modelo que se desarrolla en un proceso de identificación de los objetos del sistema, sus comportamientos e interacciones expresados por reglas, junto con el espacio en el cual se da la dinámica y la distribución de los objetos. Este modelamiento se soporta en la aplicación de la teoría de autómatas celulares, para el manejo simultáneo del espacio y el tiempo, y en una visión orientada a objetos, que permite que los objetos de una misma clase se comporten e interactúen siguiendo las mismas reglas (Andrade, et al., 2000).

Entre los elementos más importantes se encuentran:

- Ambiente: Lugar en el cual están ubicados los objetos y donde se presenta la dinámica del fenómeno. Su forma es la de una matriz de celdas y sus límites pueden ser cíclicos, finitos o infinitos, en concordancia con la teoría de autómatas celulares.
- Clase-Objeto: Agrupación de objetos que tienen las mismas características y comportamientos. Se les representa con una imagen y color distintivos para diferenciar los objetos que pertenecen a determinada clase.
- Objeto: Instancia de una clase-objeto dentro del ambiente. Todos los objetos que existen en el ambiente pertenecen a alguna de las clases-objeto definidas en el modelo.
- Vecindad: Conjunto finito de celdas que son usadas para determinar el siguiente estado de la celda en evaluación. En Homos se usa una vecindad de 9 celdas o de Von Newman, siendo la celda central la que va a ser evaluada con respecto a sí misma y las que la rodean.
- Reglas de transición: Determinan el comportamiento temporal y espacial de las clases-objeto y están caracterizadas por parámetros. Equivalen a los métodos en la tecnología orientada a objetos. Toda regla incluye: nombre y descripción, clase-objeto que la usa, probabilidad de aplicación (valor dado en porcentaje que determina su tasa de ocurrencia en el tiempo) y la prioridad de aplicación (encargada de establecer el orden de importancia con el que se aplica una regla en caso de que varias de ellas

sean aplicables simultáneamente). Homos implementa nueve reglas de transición de origen biológico, que se describen a continuación (Duarte y Lozano, 1998):

- Alteración: Cuando dos objetos se encuentran, uno de los dos cambia y se convierte en otro
- Decadencia: Determina la muerte (desaparición) de un objeto
- Eliminación: Cuando dos objetos se encuentran, uno de ellos es eliminado por el otro
- Expansión: Los objetos aumentan ocupando las celdas contiguas
- Movimiento: El objeto cambia de posición, desplazándose a otra celda del ambiente
- Neutralización: Determina la muerte (desaparición) de dos objetos al encontrarse en la misma vecindad
- Reproducción: Permite la creación de un tercer objeto a partir del encuentro de dos objetos en la vecindad
- Retracción: Los objetos disminuyen dejando de ocupar celdas contiguas
- Transformación: Cambio de un objeto por otro en una misma celda.

3.5.1 Construcción de modelos

MBOR describe cuatro acciones para modelar un fenómeno y obtener su representación en términos de objetos y reglas (ver figura 3), y puede ser extendida a cualquier sistema donde la identificación de los objetos, sus comportamientos e interacciones sea intuitiva.

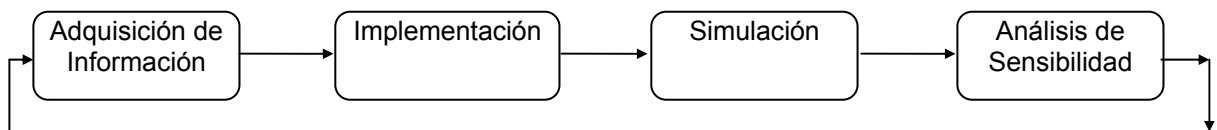


Figura 3. Etapas del modelado basado en objetos y reglas

- **Adquisición de Información:** Se lleva a cabo la observación del fenómeno y su comportamiento como sistema para identificar los elementos fundamentales que en él intervienen.
- **Implementación:** Esta etapa incluye a su vez:
 - Descripción del fenómeno en el lenguaje en prosa (enunciado), determinando su ambiente, los elementos que intervienen, las acciones de los elementos, sus alcances y limitaciones.
 - Descripción de los objetos y sus acciones.
 - Definición de las clases-objeto a partir de los objetos encontrados, y de las reglas de transición a partir de las acciones que desarrollan los objetos.
 - Construcción del modelo en la herramienta software Homos.
- **Simulación:** Facilita observar el comportamiento de la totalidad del sistema, como resultado de la dinámica de cada objeto regido por sus reglas, dentro del ambiente que define el espacio del fenómeno.

- **Análisis de sensibilidad:** Permite validar y evaluar el modelo, y apreciar la sensibilidad del comportamiento frente a variaciones de los parámetros o de las condiciones iniciales, lo cual reportará información para guiar posibles cambios en el modelo.

3.6 MODELO EDUCATIVO

El modelo educativo que promueve esta propuesta integra elementos del Pensamiento Sistémico (PS), el Enfoque Pedagógico Constructivista (EPC), y el Lenguaje Basado en Objetos y Reglas (LBOR) como metodología de modelado y simulación para recrear las situaciones de aprendizaje. La integración de estos componentes se da en el escenario de la Práctica Educativa Sistémica (PES) (ver figura 4). Al combinar el paradigma del PS con el enfoque constructivista se logra orientar la educación hacia el desarrollo de procesos de pensamiento y de aprendizaje, motivando en los estudiantes el deseo de entender cómo funciona realmente un fenómeno (cuestionarse acerca de la naturaleza del mismo), y cómo puede cambiar con el tiempo como consecuencia de sus relaciones dinámicas (Andrade y Parra, 1998).

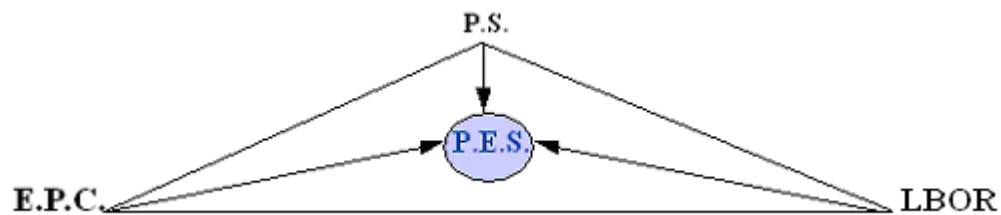


Figura 4. Esquema del modelo educativo sistémico

3.6.1 Pensamiento Sistémico

A lo largo de los años el PS se ha ampliado a muchas áreas, entre ellas la educación, en donde se ha aplicado en diferentes niveles; desde las herramientas del plan de estudios específicas hasta el propósito más amplio: la administración y filosofía de la educación.

Para introducir el PS en la educación como componente guía y objetivo del proceso educativo mismo, se asumen siete formas llamadas formas del pensamiento crítico (Richmond, 1993) de la siguiente manera:

- **Pensamiento dinámico:** Es la habilidad para ver y deducir patrones de comportamiento en lugar de concentrarse en buscar y predecir eventos. Un buen ejercicio para desarrollar las habilidades de los estudiantes para pensar dinámicamente es que piensen en eventos cotidianos o historias del periódico en términos de gráficas en el tiempo. También puede ser útil el uso de modelos simples en tiempo real en los cuales el estudiante deba preguntarse y hacer hipótesis acerca de qué patrones de comportamiento resultarían cuando un sistema particular es modificado de una manera específica.
- **Pensamiento cíclico:** Esta muy ligado al pensamiento dinámico. Identifica la relación entre la estructura del modelo y el comportamiento observado en el fenómeno. Los

estudiantes que deducen la relación estructura-comportamiento, son capaces de determinar que las fuerzas que generan el comportamiento están dentro del sistema.

- **Pensamiento genérico:** Identifica similitudes y analogías entre fenómenos de naturaleza diferente. Esta habilidad puede practicarse cuando las personas tienen suficiente experiencia en deducir la dinámica de varios sistemas de modo que puedan reconocer patrones recurrentes en eventos por medio de diagramas causales y estructurales.
- **Pensamiento estructural:** Reconoce la causalidad entre los diversos elementos de un fenómeno. Es una de las habilidades más naturales debido a que fácilmente los niños pueden reconocer “qué afecta a qué”, excepto en los sistemas más complejos. Las personas deben pensar en términos de unidades de medida, o dimensiones.
- **Pensamiento operacional:** Va de la mano con el pensamiento estructural. Significa pensar en términos de cómo trabajan realmente las cosas y no cómo teóricamente lo hacen. Este tipo de pensamiento es apropiado aplicarlo cuando las personas empiezan a hacer modelos de fenómenos más complejos.
- **Pensamiento continuo:** Este pensamiento se nutre principalmente por el trabajo con modelos de simulación que han sido construidos usando un enfoque de modelado continuo. Es decir, aprecia y explica los fenómenos como resultado de interdependencias continuas y no como hechos aislados.
- **Pensamiento científico:** Pensar científicamente significa ser riguroso acerca de la prueba de hipótesis. Este proceso empieza siempre asegurando que los estudiantes tienen una hipótesis para probar. Se caracteriza porque se manipulan modelos preconstruidos y se prueban modelos propios.

3.6.2 Enfoque Pedagógico Constructivista

“El constructivismo pedagógico plantea que el verdadero aprendizaje humano es una construcción de cada alumno que logra modificar su estructura mental, y alcanzar un mayor nivel de diversidad, de complejidad y de integración. Es decir, el verdadero aprendizaje es aquel que contribuye al desarrollo de la persona“ (Flórez, 2001). A continuación se presentan cuatro características esenciales de la acción constructivista que el profesor Flórez destaca:

- Se apoya en la estructura conceptual de cada alumno, parte de las ideas y preconceptos que el alumno trae sobre el tema de la clase.
- Prevé el cambio conceptual que se espera de la construcción activa del nuevo concepto y su repercusión en la estructura mental.
- Confronta las ideas y preconceptos afines al tema de enseñanza, con el nuevo concepto científico que se enseña.
- Aplica el nuevo concepto a situaciones concretas (y lo relaciona con otros conceptos de la estructura cognitiva).

De igual manera Flórez propone algunas recomendaciones útiles para el profesor constructivista entre las cuales se encuentran:

- Estimular las preguntas ya que son importantes, sin aferrarse prematuramente a una respuesta.
- Ayudar a que el estudiante utilice intensamente la información conocida, lo que ya se sabe sobre el tema.
- Antes de buscar solucionar un problema, el alumno debe poder representárselo de la manera más completa. Esta representación puede ser mediante el uso de modelos: verbal, gráfico, matemático (mejor si aprende a diseñar mapas conceptuales).
- A medida que se avanza en la discusión, es importante repetir la pregunta inicial para precisar mejor su sentido.

En este mismo aspecto Porlán (1993) sugiere que los profesores deben abordar didácticamente las concepciones de los alumnos, asumiendo el papel de facilitadores, a la vez que investigar su propia actividad profesional.

La enseñanza constructivista ostenta como principio partir de la estructura mental del alumno, y ello implica reconocer no sólo sus ideas y prejuicios sobre el tema de la clase, sino también el nivel de pensamiento lógico que posee el alumno para propiciarle experiencias que promuevan sus habilidades de pensamiento en el campo de los fenómenos objeto de la ciencia particular de enseñanza. Habilidades de observación, de análisis, de síntesis, de evaluación y crítica de hipótesis en un campo particular del saber son consecuencia de las operaciones mentales básicas que enriquecerán con estrategias específicas al futuro científico (Flórez, 2002).

En este mismo campo, Gil Pérez, et al (1999) señalan que la estrategia de enseñanza más coherente con la orientación constructivista es la que plantea el aprendizaje como “tratamiento de situaciones problemáticas abiertas que los alumnos puedan considerar de interés”, que sea debidamente orientado por el profesor y que, entre otros, incluya:

- La consideración del posible interés y relevancia de las situaciones propuestas que dé sentido a su estudio y evite que los alumnos se vean sumergidos en el tratamiento de una situación sin haber podido siquiera formarse una primera idea motivadora.
- La invención de conceptos y emisión de hipótesis (oportunidad para que las ideas previas sean utilizadas para hacer predicciones susceptibles de ser sometidas a prueba).
- La elaboración de estrategias de resolución (incluyendo diseños experimentales) para someter a prueba las hipótesis, a la luz del cuerpo de conocimientos de que se dispone.
- La resolución y el análisis de los resultados, cotejándolos con los obtenidos por otros grupos de estudiantes y por la comunidad científica.

- El manejo reiterado de los nuevos conocimientos en una variedad de situaciones, favoreciendo actividades de síntesis (esquemas, mapas conceptuales), elaboración de productos y la concepción de nuevos problemas.

De la misma forma aseguran que el aprendizaje es concebido como “un proceso de investigación orientada que permite a los alumnos participar en la re-construcción de los conocimientos científicos (que habitualmente la enseñanza transmite ya elaborados), lo cual favorece un aprendizaje más eficiente y significativo”.

Gil (1993) y Furió (1994) señalan tres elementos esenciales de una orientación del aprendizaje de las ciencias, que denominan constructivista radical, los cuales son: las situaciones problemáticas abiertas, el trabajo científico en equipo y la interacción entre equipos. Los autores se refieren a la denominación de una orientación radicalmente constructivista como una propuesta que contempla la participación activa de los estudiantes en la construcción de los conocimientos y no la simple reconstrucción personal de los conocimientos proporcionados, ya elaborados, por el profesor o el texto.

- **Principios pedagógicos constructivistas**

El uso de estrategias didácticas que permiten a los alumnos experiencias de conocimiento más naturales y dinámicas los convierten en verdaderos gestores, participantes y creadores de sus propios conocimientos. Estos beneficios se pueden lograr si las estrategias se acompañan de la aplicación de importantes principios pedagógicos constructivistas como los siguientes (Flórez, 2002):

- La enseñanza se centra en el alumno
- El aprendizaje se potencia y se afianza multisensorialmente
- El alumno aprende y se forma construyendo sus aprendizajes desde su propia actividad
- El alumno aprende interactuando, comunicándose y trabajando en equipo
- La individualización de la enseñanza es una exigencia de la pedagogía contemporánea
- La integración de la enseñanza con la multiplicidad de intereses vitales de los alumnos y con la diversidad de perspectivas disciplinares sobre un mismo fenómeno real. Este principio muestra toda su riqueza formativa a través de las nuevas tecnologías que permiten simular experiencias y entornos de aprendizaje llamados micromundos, en los que intervienen las diferentes disciplinas involucradas en la explicación de algún fenómeno natural.

3.6.3 Aprendizaje basado en ambientes virtuales

Teniendo en cuenta que la propuesta plantea el desarrollo y uso de realidades virtuales basadas en modelos matemáticos de simulación, desde una perspectiva sistémica y con el lenguaje de objetos y reglas, es necesario describir algunos fundamentos para comprender dicho enfoque.

- **Modelo Mental**

Andrade y Sotaquirá (1997) se refieren al concepto de modelo mental como aquel que “engloba todas aquellas nociones que un individuo puede tener sobre sus objetivos o intereses y sobre la red de causas y efectos de la realidad, entendida como el fenómeno o

asunto que se explica. Es decir, el modelo mental se corresponde con un punto de vista individual frente a la realidad”.

El concepto de modelo mental, que se describió anteriormente, se complementa con la idea de modelo formal planteada por Andrade y Navas (2002) como una explicación e interpretación de los fenómenos mediante postulados estructurados en un todo definido claramente y compartible por una comunidad. Es decir, en el proceso de aprendizaje el aprendiz sufre un proceso de transformación de sus modelos mentales que a su vez le orientan la comprensión y uso apropiado de los modelos formales.

– **Realidad virtual**

Cuando mediante el uso de los modelos formales, es posible representar la realidad descrita o, más explícitamente, describir el comportamiento del fenómeno modelado, bajo diferentes condiciones; se dice que el modelo puede simular el fenómeno y a esta representación, con la ayuda del computador, se le denomina realidad virtual (Andrade y Navas, 2002).

Esta propuesta considera la idea de realidad virtual en los ambientes informáticos que muestran el comportamiento simulado de un fenómeno, que se deriva de un modelo matemático (para este caso se entiende como un sistema que se define en términos de objetos y reglas que determinan la dinámica en términos del devenir independiente del objeto y sus interacciones con los demás).

3.6.4 El modelado y su relación con la construcción de explicaciones científicas

El modelado, en el contexto de esta propuesta, se refiere al diseño, exploración y evaluación de modelos de situaciones o fenómenos. Einstein e Infeld (1938)³⁴ dieron una breve descripción de la importancia de la construcción de modelos como una actividad científica: “la ciencia no es sólo una colección de leyes, un catálogo de hechos, es una creación de la mente humana con sus ideas libremente inventadas y conceptos. Las teorías físicas intentan formar un cuadro de la realidad y establecer sus conexiones con el amplio mundo de impresiones de los sentidos”. Sin embargo, no es fácil para los estudiantes desarrollar tal entendimiento a menos que tengan la oportunidad para explorar las consecuencias de los diferentes fenómenos en la realidad. Las Tecnologías de Información (TI) proveen una plataforma versátil y eficaz para soportar la creación y/o exploración de modelos por parte del aprendiz.

– **Explicación científica**

Concari³⁵ (2001) afirma que explicar es una de las operaciones esenciales de las que se ocupa la ciencia. Así, la explicación científica intenta dar razones por las que un hecho, descrito por un enunciado verdadero, se ha producido así y no de otra manera. Para Maturana (1995) las explicaciones son proposiciones presentadas como reformulaciones de experiencias que son aceptadas como tales por un oyente con respecto a una pregunta que exige una explicación. A esta definición de explicación agrega que el uso de las explicaciones científicas para dar validez a una afirmación, es lo que hace que esa afirmación sea una afirmación científica.

³⁴ Citado por Law y Tam (1998)

³⁵ Sonia Beatriz Concari es profesora titular del Departamento de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina.

Para Maturana y Nisis (2002) existen cuatro condiciones que constituyen el criterio de validación de una explicación científica (ver figura 5), las cuales se describen a continuación:

1. Descripción de la experiencia a explicar, en términos de lo que un observador debe hacer para tenerla.
2. Proposición de un mecanismo generativo o proceso generativo, que si se deja operar, da por resultado la experiencia a explicar en el dominio del observador.
3. Deducción de otras experiencias posibles y de lo que el observador debe hacer para tenerlas a partir de todas las coherencias implícitas en el punto 2.
4. Realización de lo deducido en el punto 3. Si pasa, entonces el punto 2 es una explicación científica.

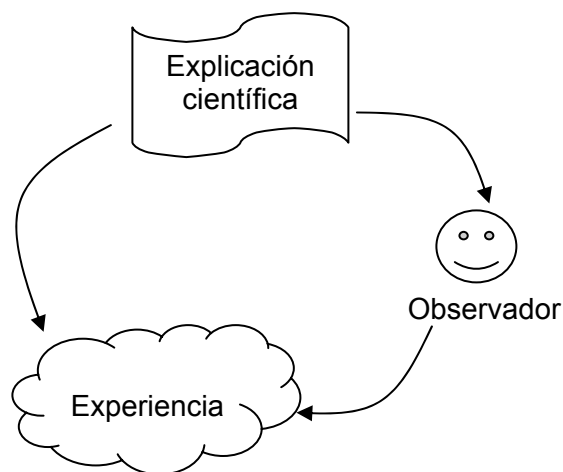


Figura 5. Explicación científica

De igual forma los autores plantean que las explicaciones científicas no explican un mundo independiente del observador, explican el vivir experiencial del observador; por lo que el explicar científico tiene que ver con la vida cotidiana y no con un explicar especial.

3.7 APRENDIZAJE BASADO EN COMPETENCIAS

Una de las tendencias de la educación en el último siglo ha sido otorgarle cada vez mayor protagonismo al estudiante en su proceso de formación. Por esto el hecho de pretender que el estudiante conozca el medio, se conozca a sí mismo, conozca los conocimientos y la manera más adecuada de llegar a ellos; implica todo un proceso de aprendizaje autónomo en el que él aprenda a aprender, siendo éste un requisito para la formación por competencias (Salas, 2005).

3.7.1 Proceso de aprendizaje

Es el proceso por el cual el estudiante procesa la información de manera sistemática y organizada, no sólo memorísticamente, sino que construye conocimiento (Díaz y

Hernández, 1998). Según lafrancesco (2004), en este proceso se pueden identificar claramente tres factores determinantes que son:

- La actitud, que es una predisposición afectiva y motivacional requerida para el desarrollo de una determinada acción, además posee un componente cognitivo y uno comportamental. Lo fundamental aquí es generar expectativa para que el estudiante se interese y motive en su proceso de aprendizaje.
- La aptitud que, según las investigaciones de Piaget, toma dos orientaciones:
 - Aptitud intelectual: Corresponde a las habilidades mentales que determinan el potencial de aprendizaje. Se define también como la capacidad para pensar y saber.
 - Aptitud procedimental: Se define como la capacidad para actuar y hacer. Está relacionada con los métodos, técnicas, procesos y estrategias empleadas en el desempeño.
- Los contenidos, que corresponden a toda la estructura conceptual susceptible de ser aprendida. En la medida en que exista más coherencia entre ellos, los estudiantes encontrarán las relaciones que hay entre los mismos, lo que aumentará su nivel de comprensión. De esta forma, la comprensión de los conceptos determina el aprendizaje, pero no el aprendizaje significativo; por lo que lafrancesco afirma que quien sabe actuar, y lo hace bien, porque además del dominio conceptual, comprende cómo funciona su pensamiento y cómo se interrelacionan los conceptos en ese proceso de aprendizaje, ha desarrollado la competencia.

El desarrollo de cada una de las actitudes, aptitudes intelectivas, aptitudes procedimentales y los contenidos tiene correspondencia con la formación en el ser, en el pensar, el hacer y el saber, respectivamente; y el aprendizaje logrado por medio de la convergencia de estas cuatro dimensiones da lugar al aprendizaje significativo, en el cual el estudiante reconfigura la información nueva con la experiencia, permitiéndole así integrar grandes cuerpos de conocimiento con sentido. De esa integración entre conocimiento con sentido y experiencia resulta el desarrollo de la competencia (Ibíd.) (ver figura 6).

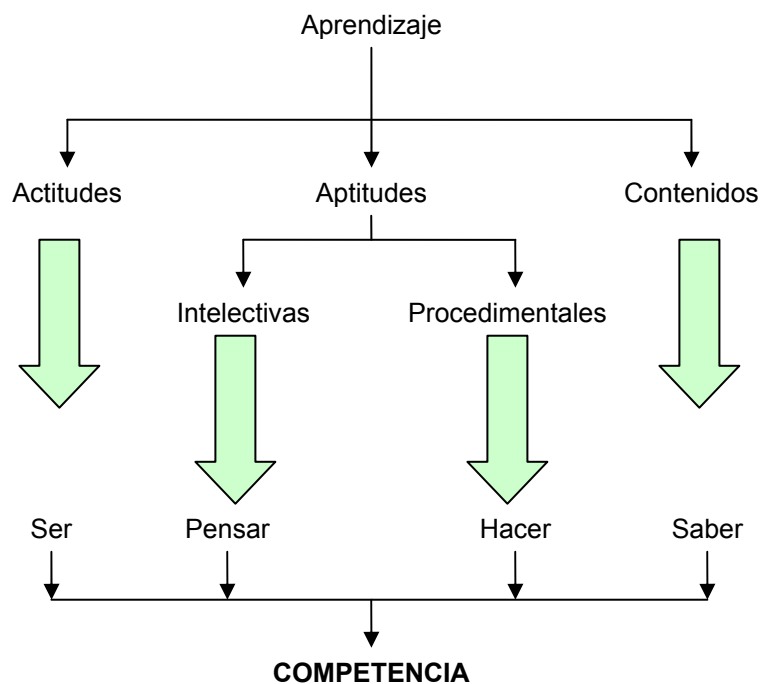


Figura 6. Factores que intervienen en el aprendizaje (Tomada de Salas, 2005)

3.7.2 Competencias

Hacer referencia a una sola definición de competencias es casi imposible teniendo en cuenta la diversidad de conceptos que existen alrededor de este tema. Sin pretender incluirlas todas, se mencionan a continuación algunas de las más acordes con el contexto en el que se enmarca esta propuesta.

Chavez (1998)³⁶ define competencia como “el resultado de un proceso de integración de habilidades y conocimientos; saber, saber – hacer, saber – ser, saber – emprender”. De igual forma, Bogoya et al. (2000) la define como “actuación idónea que emerge de una tarea concreta, en un contexto con sentido”, por lo que exige del estudiante la suficiente apropiación de un conocimiento para la resolución de problemas con diversas soluciones y de manera pertinente, de manera que la competencia se desarrolla en una situación o contexto determinado. Marín (2002) la define como “un saber hacer en un contexto dinámico de un sujeto con capacidad de creatividad, adaptación y asimilación de lo nuevo, en situaciones concretas”.

Así como es posible encontrar varias definiciones de competencia, también su clasificación es muy diversa. Sin embargo, el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES³⁷, menciona las siguientes tres competencias como las más importantes a ser desarrolladas en la educación básica y media (ver tabla 1):

³⁶ Citado por Salas (2005)

³⁷ www.icfes.gov.co

- **Competencia Interpretativa:** Son las acciones orientadas a encontrar el sentido de un texto, de una proposición, de un problema, de una gráfica, de un mapa, un esquema, un modelo o argumentos a favor y en contra de una teoría o de una propuesta, entre otras. En este nivel los estudiantes solucionan problemas rutinarios que requieren interpretaciones, traducciones y/o identificación de simbología propia del lenguaje matemático para resolver una situación.
- **Competencia Argumentativa:** Son las acciones que tienen como fin dar razón de una afirmación y que se expresan en el por qué de una proposición, en la articulación de conceptos y teorías, en la demostración matemática, en la organización de premisas para sustentar una conclusión, en el establecimiento de relaciones causales, entre otras. En este nivel los estudiantes enfrentan situaciones que exigen argumentos fundamentados, deben ser capaces de abordar situaciones problemáticas que impliquen el reconocimiento de estrategias, explicaciones y justificaciones, que pueden considerarse usuales, con las cuales puede ser modelada y explicada una situación.
- **Competencia Propositiva:** Son las acciones que implican la generación de hipótesis, la resolución de problemas, la construcción de mundos posibles, el establecimiento de regularidades y generalizaciones, la propuesta de alternativas de solución a conflictos sociales, la elaboración de alternativas de explicación a un evento o a un conjunto de ellos. En este nivel los estudiantes pueden enfrentar situaciones en las cuales se exige proponer lo que sucedería en una situación dada, si alguna de sus condiciones iniciales fueran modificadas de determinada manera (generar hipótesis). También pueden abordar situaciones problemáticas que implican el reconocimiento de ciertas proyecciones para reconocer y predecir cómo deberían ser modificadas las condiciones de la situación inicial (modelo, escenario, comportamiento), para poder garantizar que cierto hecho se produzca en el futuro.

Tabla 1. Resumen de tipos de competencias (Tomado de Segura y Bejarano, 2003)

Tipos	Descripción	Acciones específicas
Interpretativas	Comprensión de información en cualquier sistema de símbolos o formas de representación.	<ul style="list-style-type: none"> - Interpretar textos - Comprender proposiciones y párrafos - Identificar argumentos, ejemplos, contraejemplos y demostraciones - Comprender problemas - Interpretar cuadros, tablas, gráficos, diagramas, dibujos y esquemas - Interpretar mapas, planos y modelos
Argumentativas	Explicación y justificación de enunciados y acciones	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar el por qué, cómo y para qué - Demostrar hipótesis - Comprobar hechos - Presentar ejemplos y contraejemplos - Articular conceptos - Sustentar conclusiones
Propositivas	Producción y creación	<ul style="list-style-type: none"> - Plantear y resolver problemas - Formular proyectos

		<ul style="list-style-type: none">- Generar hipótesis- Descubrir regularidades- Hacer generalizaciones- Construir modelos
--	--	--

3.8 REFERENCIAS

ANDRADE, Hugo; DUARTE, Carmen y LOZANO, Oscar. (2000). Paisajes Dinámicos con Homos 1.0. En: CADIE Revista de enseñanza y tecnología. No. 17. p. 5–15. España.

_____ y NAVAS, Ximena. (2002). Ingeniería de Sistemas – Realidad Virtual y Aprendizaje. En: Revista Ingenierías UIS. Vol. 1, No. 1, ISSN 1657 – 4583. Bucaramanga, Colombia.

_____ 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..

_____ y SOTAQUIRÁ, Ricardo. (1997). Una revisión crítica del aprendizaje organizacional con Dinámica de Sistemas. Grupo SIMON de Investigación.

ARACIL, Javier. (1986). Máquinas, sistemas y modelos: Un ensayo sobre sistémica. Madrid: Editorial Tecnos. p. 121-131.

BOGOYA, D. y TORRADO, Maria C. (2000). Competencias y proyectos pedagógicos. Capítulo: Educar para el desarrollo de las competencias: Una propuesta para reflexionar. Universidad Nacional de Colombia, Santa Fe de Bogotá, Colombia.

CAMARA, Antonio y FERREIRA, Francisco. (1996). Spatial Simulation Modeling. Environmental Systems Analysis Group, New University of Lisbon. Portugal.

CONCARI, Sonia B. (2001). Las teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias. En: Ciencia y Educación. Vol. 7, No. 1, p. 85-94. Brasil.

DÍAZ, F. y HERNÁNDEZ, G. (1998). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. México: Mc Graw Hill.

DUARTE, Carmen y LOZANO, Oscar. (1998). HOMOS 1.0 Herramienta software para el modelamiento y simulación basado en objetos y reglas. Tesis de Pregrado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

FLÓREZ, Rafael. (2001). Hacia una pedagogía del conocimiento. Bogotá: Mc Graw Hill. 311 p.

_____.(2002). Pedagogía del conocimiento. Bogotá: Mc Graw Hill. 350 p.

FURIÓ, C. (1994). La enseñanza de las ciencias como investigación: un modelo emergente, en Proceedings of the International Conference «Science and Mathematics Education for the 21st Century: towards innovatory approaches», I, p. 158-159.

GIL PÉREZ, Daniel; CARRASCOSA, Jaime; DUMAS-CARRÉ, Andrée, FURIÓ MAS; Carles, GALLEGO, Rómulo; GENÉ DUCH, Anna; GONZÁLEZ, Eduardo; GUISÁOSLA, Jenaro; MARTÍN EZ-TORREGROSA, Joaquín; PESSOA DE CARVALHO, Anna;

SALINAS, Julia; TRICÁRICO, Hugo y VALDÉS, Pablo. (1999). ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica?. Debates. Enseñanza de las Ciencias. p. 503 – 512.

GIL PÉREZ, D. (1993). Contribución de la historia y filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. Enseñanza de las Ciencias, 11(2), pp. 197-212.

IAFRANCESCO V., Giovanni. (2004). Evaluación integral de aprendizajes. Taller. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

LAW, Nancy y TAM, E.W.C. (1998). WorldMaker (HK) - an Iconic Modelling Tool for children to Explore Complex Behaviour. Artículo presentado en "International Conference on Computers in Education", Chiba, Japón.

MARGOLUS, Norman y TOFFOLI, Tommaso. (1987). Cellular Automata: a new environment for modeling. MIT Press. Cambridge, Massachusetts.

MARÍN A., Luis. (2002). Competencias: "Saber hacer", ¿en cuál contexto?. Capítulo del libro: El concepto de competencia II. Una mirada interdisciplinar. Bogotá: Sociedad Colombiana de Pedagogía.

MARTIN, James y ODELL, James. (1994). Análisis y diseño orientado a objetos. Prentice Hall - Hispanoamericana S.A.

MATURANA, Humberto. (1995). La realidad, objetiva o construida. I. Fundamentos biológicos de la realidad. Universidad Iberoamericana – ITESO. Barcelona: Anthrops.

_____ y NISIS, Sima. (2002). Formación humana y capacitación. 4 ed. Santiago de Chile: Dolmen Ediciones. p. 85-88.

MOSTERÍN, Jesús. (1987). Conceptos y teorías en la ciencia. Madrid: Alianza Editorial. p. 147-157.

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.

PORLÁN, Rafael. (1993). Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación. Sevilla: Díada editora. 194p.

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

SALAS, Walter. (2005). Formación por competencias en educación superior. Una aproximación conceptual a propósito del caso colombiano. En: Revista Iberoamericana de Educación, una publicación de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación. ISSN: 1681-5653. Madrid, España.

SEGURA, S. y BEJARANO, A. (2003). Modelo pedagógico de la educación a distancia apoyada en las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Corporación Universitaria Autónoma de Occidente. Memorias: Encuentro educación a distancia y entornos virtuales en la educación superior calidad, acreditación, experiencias y retos. Cali, Colombia.

4. ESTRATEGIA PARA LLEVAR EL MODELADO Y LA SIMULACIÓN CON OBJETOS Y REGLAS A LA EDUCACIÓN

4.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo presenta la estrategia de la propuesta informática para la educación, soportada en el modelado basado en objetos y reglas, cuyos fundamentos teóricos fueron presentados en el capítulo anterior. Apoyados en estos planteamientos se puede presentar el modelado y la simulación basado en objetos y reglas como un recurso didáctico en el ambiente escolar que facilita el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias, en la medida que promueve la convergencia práctica de las cuatro dimensiones: formación en el ser, el pensar, el hacer y el saber. De igual forma, se presenta MBOR como un medio para promover la construcción de conocimiento y el desarrollo de las formas de pensamiento en el marco de la construcción de explicaciones científicas.

El planteamiento de esta estrategia se inicia con los aportes que los fundamentos teóricos hacen a la propuesta, continúa con la definición de las orientaciones metodológicas, señalando los roles del docente, del estudiante y las características de los contenidos de las lecciones diseñadas con MBOR. Se presenta además, la actividad integrada con MBOR como recurso para llevar la propuesta a la escuela. Finaliza con la descripción de los instrumentos utilizados para medir la aceptación de la propuesta, los resultados de este preguntar-haciendo que aportan en la definición de las posibilidades y limitaciones al llevar el MBOR a la escuela colombiana.

4.2 FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS Y EDUCATIVOS

A continuación se señalan los aportes que los fundamentos teóricos, descritos en el capítulo 3, hacen a esta propuesta desde el punto de vista conceptual y metodológico.

4.2.1 Pensamiento Sistémico

El PS hace su aporte de varias formas: en el modelo educativo, en el cual se basa la propuesta; un segundo aporte lo constituye la metodología MBOR, como una nueva manera de concebir el aprendizaje y de estructurar las ideas acerca del mundo y sus fenómenos. De igual forma, aporta en el diseño de los ambientes informáticos, promoviendo formas de pensamiento a través de la creación de ambientes de aprendizaje y la apreciación de ideas formales y conceptos.

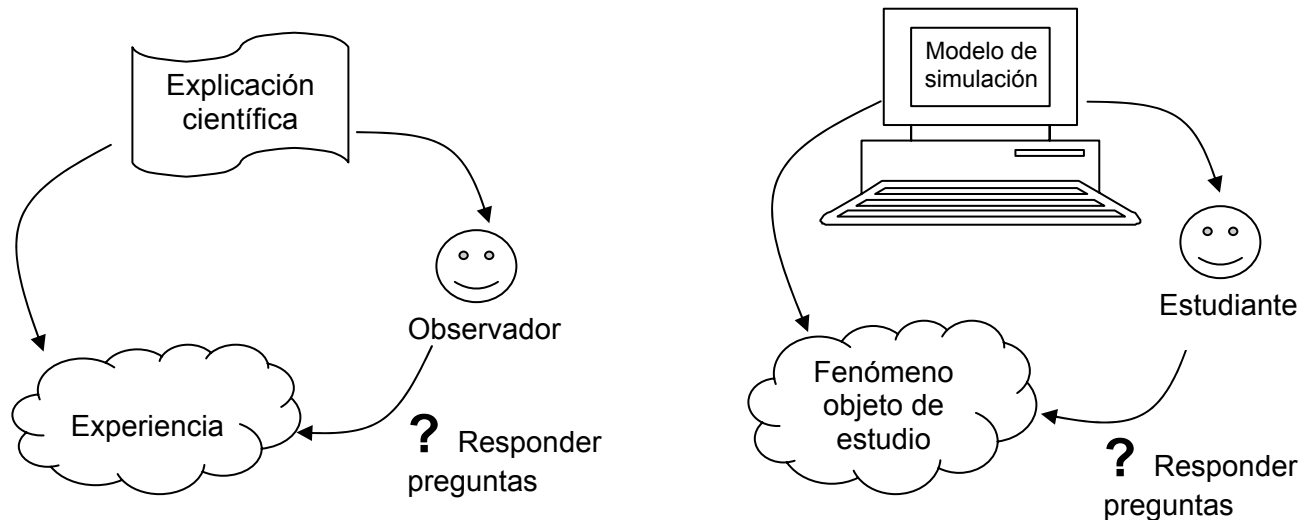
4.2.2 Enfoque Pedagógico Constructivista

Las actividades escolares con MBOR se proponen para que sean desarrolladas con un enfoque pedagógico constructivista en la medida que, en su relación con el modelado y la simulación, el profesor y el estudiante asumen los principios de la práctica pedagógica señalada por Flórez (2001) y las orientaciones constructivistas dadas por Gil Pérez, et al (1999). A continuación se señalan algunos puntos en común entre este enfoque pedagógico y la propuesta:

- En ambos casos se parte de las ideas y preconceptos que el alumno trae sobre la realidad que observa (ideas previas – modelo mental), lo que implica reconocer sus ideas y prejuicios sobre el tema de la clase.
- Al partir de las ideas del estudiante se puede promover el desarrollo de sus habilidades de pensamiento, en la medida que se propicien experiencias con el fenómeno de interés.
- Planteamiento de una pregunta inicial que será retomada durante todo el proceso de aprendizaje, tanto para precisar mejor el sentido de la misma como para ver los aportes que los diferentes recursos (fuentes de información, modelo, imágenes, entre otros) brindan al estudiante.
- Tratamiento de situaciones problemáticas abiertas que los alumnos puedan considerar de interés.
- El estudiante puede representar el fenómeno a través de un modelo gráfico (mapa conceptual) o matemático (utilizando en este caso MBOR).
- Se promueve la integración de diferentes disciplinas que están involucradas en la explicación de un fenómeno de interés. Así mismo, se destaca la importancia de las TI como herramientas que permiten simular experiencias con el fenómeno.
- El enfoque de modelado y simulación se constituye en un proceso de construcción de conocimiento y en una herramienta útil al enfoque pedagógico constructivista, y en un facilitador de la reconstrucción de los conocimientos en los estudiantes, favoreciendo un aprendizaje más eficiente y significativo.

4.2.3 El modelado como herramienta para la construcción de explicaciones científicas

Esta propuesta asume la idea de modelado como un elemento mediador en el proceso de formulación de explicaciones científicas. A su vez, el modelo de simulación se constituye en la síntesis de la explicación científica (ver figura 7a) que se quiere que el estudiante entienda, y se convierte en útil para que él pueda responder preguntas acerca del fenómeno objeto de estudio, plantearse y verificar hipótesis y deducir otras experiencias posibles a partir del modelo a través de la interacción con el mismo (ver figura 7b).



(a) Explicación científica

(b) Explicación científica en términos de un modelo

Figura 7. Relación entre explicación científica y la idea de modelado y simulación

La explicación científica es asumida como útil que permite responder preguntas sobre una experiencia o fenómeno de interés, y dicha explicación puede estar representada en términos de un modelo. Por consiguiente la idea de explicación científica es análoga a la idea de modelo presentada en el capítulo 3.

4.2.4 Aportes del modelado basado en objetos y reglas al desarrollo de competencias

A continuación se sustenta cómo el modelado y la simulación con objetos y reglas permite vivir experiencias de aprendizaje constructivista, en las cuales se facilitan o promueven las tres competencias fundamentales descritas en el numeral 3.7.2:

Tipos de Competencias	Aportes de MBOR
Interpretativas	<ul style="list-style-type: none"> - El estudiante comprende e interpreta el modelo, que representa el fenómeno objeto de estudio, a través de: <ul style="list-style-type: none"> o La identificación de los elementos que componen el modelo (los objetos y las reglas de interacción) y su relación o La experimentación con el modelo o El análisis del comportamiento del fenómeno
Argumentativas	El estudiante: <ul style="list-style-type: none"> - Explica el por qué del fenómeno, a través de la experimentación simulada con el modelo - Explica cómo funciona el modelo - Responde las preguntas experimentales para verificar las hipótesis planteadas acerca del fenómeno estudiado - Comprueba que los fundamentos teóricos del fenómeno sustentan el modelo planteado

	- Logra articular los conceptos que sustentan el fenómeno con la experimentación simulada
Propositivas	El estudiante: - Modifica el modelo (cambia las reglas, define otros objetos) para generar otras hipótesis alrededor del fenómeno en estudio - Construye modelos que le permiten representar un fenómeno

4.3 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA

Los elementos fundamentales de la propuesta para llevar el modelado y la simulación con objetos y reglas a la escuela se resumen en:

- Se desarrolla con un enfoque pedagógico constructivista, de aprendizaje autónomo y significativo, basado en la estrategia de solución de situaciones problemáticas.
- El llevar el modelado y la simulación con MBOR hace parte de la dinámica de integración de la TI en la escuela.
- Se integra a la escuela mediante dos estrategias: una de acercamiento, que aporta al mejoramiento de las prácticas escolares (ambientes de caja negra - aprendizaje basado en la experiencia simulada) y otra de innovación de dichas prácticas (caja transparente – aprendizaje basado en el conocimiento, conciencia del modelo).
- Se asume el PS y el modelado y la simulación con MBOR para aportar transversalmente a la estructura curricular, en el aprendizaje de cada área de manera individual y en proyectos interdisciplinarios; en el aprendizaje de fenómenos particulares y en el aprender el lenguaje de MBOR y su paradigma.
- Se identifican los aportes a la escuela en general, al profesor y al estudiante. Así mismo se formulan y reformulan los roles de los agentes en la dinámica escolar.

Esta propuesta se desarrolla en el escenario creado por el proyecto CPE en el marco de los convenios CPE – UIS 2005, 2006 y 2007, el cual, en su dinámica de llevar las TI a la escuela, ha despertado en las comunidades educativas un gran interés por vincular el uso creativo del computador a sus proyectos escolares. Es decir, un escenario en el cual ha llegado el computador a la escuela y se tiene una amplia disponibilidad para su uso, junto a grandes expectativas por sus aportes al mejoramiento y a la innovación en las prácticas académicas.

4.3.1 Orientaciones metodológicas para la aplicación de la propuesta

Teniendo en cuenta que la propuesta recibe aportes del EPC, el PS y la MBOR, y basados en las ideas constructivistas descritas anteriormente, la experiencia del grupo SIMON y las reflexiones que ha generado el llevar el modelado basado en objetos y reglas a la escuela, es necesario otorgar diversos roles a los docentes y estudiantes, así como definir las características de los contenidos de las lecciones diseñadas con MBOR.

- **Roles del docente**

- Debe partir de las ideas previas de cada estudiante sobre el tema de estudio, motivándolos para que expresen, discutan y confronten la pregunta de investigación.
- Estimular las preguntas y fomentar la libre expresión del estudiante, sin coacciones ni temor a equivocarse.
- Debe abordar didácticamente las concepciones de los alumnos, asumiendo el papel de facilitador.
- Proponer actividades que exijan a los estudiantes comunicarse y trabajar en grupo, fomentar la discusión y permitir la consideración de los puntos de vista de los demás.
- El docente debe suministrar la dosis de ayuda mínima necesaria a cada estudiante según el momento, nivel de desarrollo y grado de dificultad por el que atraviesa, para que este retome su propio camino de búsqueda y de autoaprendizaje y logre los niveles de desempeño esperados.
- Fomentar la confrontación de ideas y preconceptos afines al tema de enseñanza, con el nuevo concepto científico que se enseña.
- Diseñar actividades integradas con MBOR que permitan a los estudiantes construir sus propios conocimientos.
- Diseñar experimentos para motivar al estudiante a interactuar con el modelo, a responder las preguntas experimentales, como un aporte en la construcción de su conocimiento a cerca del fenómeno objeto de estudio.
- Motivar la consulta a diferentes fuentes de información (libros, artículos, páginas web, entre otras) para enriquecer su aprendizaje acerca del tema de estudio.
- Los docentes deben ser aprendices, constructores y reconstructores de conocimiento; al igual que los estudiantes, deben aprender de los problemas, los fenómenos y las disciplinas.
- El docente debe traducir el nuevo concepto científico al lenguaje y saber expresado por los estudiantes.

- **Roles del estudiante**

- Expresar, discutir y confrontar sus ideas acerca de la pregunta de investigación.
- Tener disponibilidad para trabajar en equipo, reconociendo el modelo mental del otro, así esté en desacuerdo.
- Experimentar conscientemente con el modelo para responder las preguntas experimentales de manera que pueda comprobar las hipótesis planteadas.

- Hacer lectura reflexiva de las fuentes de información para aportar a su proceso de construcción de conocimiento sobre el tema.
- Retomar la iniciativa y abordar directamente el nuevo aporte o concepto científico, buscando acuerdos en la solución de la pregunta inicial.

- **Características de los contenidos de las lecciones diseñadas con MBOR**

Existen algunos temas en el plan de estudios de la escuela que pueden ser mejor explorados y entendidos usando modelos creados con MBOR. Así mismo, existen otros que, aunque no hacen parte del plan de estudios, pueden ser tratados en el proceso de formación de los estudiantes. En este sentido Boohan (1995) señala que se deben tener en cuenta algunas consideraciones en la enseñanza de temas que involucren procesos de cambio: deben ser entendibles por los estudiantes, útiles a los profesores y científicamente consistentes.

Esta propuesta promueve el desarrollo de habilidades del pensamiento combinando el PS y el EPC en los estudiantes de primaria, desde el plan de estudios, promoviendo el aprender a aprender desde la comprensión de los fenómenos hasta las interacciones que los describen mediante sistemas dinámicos. Para lograr esto y de acuerdo con la estructura presentada por el MEN, algunas de las competencias que se forman en los estudiantes a través de su interacción con el modelado y la simulación con objetos y reglas, en cada uno de los grados pueden ser:

Preescolar

- Reconocer patrones de comportamiento
- Identificar cantidad
- Ubicación espacial
- Participar de simulaciones y juegos en el salón

Primero primaria

- Describir y comprender el comportamiento de un sistema con base en gráficos
- Representar un modelo básico en prosa
- Graficar los datos de una actividad
- Discutir las causas de un cambio

Segundo primaria

- Graficar desde cuentos infantiles o clásicos de la literatura el comportamiento de objetos

Tercero primaria

- Usar una simulación computacional simple con elementos gráficos
- Discutir el concepto de un modelo como representación del comportamiento de la realidad
- Usar gráficos del comportamiento
- Crear ciclos de comportamiento desde historias
- Analizar gráficos publicados en diarios
- Comprender la relación entre la gráfica de simulación y la realidad

Cuarto y quinto primaria

- Crear modelos básicos
- Hacer predicciones antes de simular
- Generar gráficos de comportamiento independientemente del fenómeno
- Distinguir patrones de crecimiento

Teniendo en cuenta que esta propuesta tiene como población objetivo estudiantes de primaria, se presentan a continuación algunas características de los contenidos susceptibles de modelar con MBOR:

- Conceptos con características dinámicas, contemplando la dinámica que puede permitir el llegar a cierto estado, por ejemplo: “abajo – arriba”, junto con la idea de “subiendo o bajando”; “grande – pequeño”, junto con la idea de “creciendo”. Lo anterior prepara al niño para concebir el cambio, mirar el mundo en su dinámica y no simplemente como estados que permanecen.
- Entre los temas en los cuales los estudiantes pueden ver procesos de cambio se encuentran:
 - o Mantenimiento de los ecosistemas
 - o Factores claves que afectan la extensión, control y prevención de incendios forestales
 - o Necesidad para proteger la bio-diversidad en un sistema ecológico y el posible desastre ecológico que puede surgir de la introducción de extranjeros a una ecología indígena.
 - o Estudio del comportamiento de una población
 - o Erosión costera
 - o Formación de un volcán
 - o Precipitación y permeabilidad de las rocas
 - o Ciclo del agua
 - o Sistemas predador – presa
 - o Forma como se propaga un perfume en una sala
 - o Los seres vivos y su movimiento
 - o Vida en un estanque
 - o Crecimiento de la hierba en un campo
 - o Comportamiento de las colas de compras en un supermercado
 - o Rebote de una pelota
 - o Comportamiento de una cosecha
 - o Propagación de una epidemia
 - o La metamorfosis
 - o Cambio de estado
 - o Reloj de arena
 - o Idea de la gravedad
- Es posible también que el niño experimente imaginando situaciones, en algunos casos absurdas (como ver la arena de un reloj, no sólo bajar sino también subir, por ejemplo), lo cual le permite distinguir entre lo coherente y lo absurdo.

- El ejercicio de modelar o simular conceptos de fenómenos o experiencias se propone que sea desarrollado con la orientación de la actividad integrada, que se describe en el siguiente numeral, con la idea de ir desarrollando en el estudiante la capacidad de construcción de explicaciones científicas.

4.3.2 Actividades con MBOR en la escuela

Según las investigaciones realizadas por Richard Booahan (1995) con el software WorldMaker, es importante analizar hasta qué punto el uso de un lenguaje de representación pictórica puede darle a los profesores la confianza necesaria y el entendimiento acerca del por qué cambian las cosas, de manera que ellos puedan incorporarlo en sus actividades de enseñanza. Así mismo reconocer la importancia del modelado y la simulación con MBOR en el salón de clase, como herramienta que ofrece a los estudiantes la posibilidad de poner a prueba sus ideas acerca del mundo.

Basados en la propuesta para llevar la DS a la educación (Navas, 2006), es posible determinar dos tipos de actividades a desarrollar en la escuela para el uso de MBOR: el primero que se orienta a apoyar procesos de aprendizaje y el segundo a incrementar el manejo de MBOR para fomentar la construcción de modelos utilizando esta metodología.

- **Actividades con MBOR como apoyo al proceso de aprendizaje**

Clases integradas con MBOR

Esta actividad le permite al estudiante leer e interactuar con una explicación dada, en términos del modelo, y experimentar en ciertos contextos y bajo ciertas hipótesis de escenarios, posibles o no, siendo consciente de la realidad recreada o de lo absurdo de la misma.

La idea de clase integrada que contempla esta propuesta se deriva de la que el grupo SIMON ha planteado para llevar la Informática a la escuela (Andrade y Gómez, 2006) integrando alguna disciplina con la Informática. La guía básica para planear y desarrollar una clase integrada con MBOR debe contemplar los siguientes puntos:

Definición: Incluye el nombre de la actividad, su objetivo y los logros de las áreas que se van a integrar.

Planeación: Se deben definir cada una de las actividades a desarrollar, incluyendo la presentación y ambientación de la clase. Es necesario detallar los elementos propios de una clase integrada, utilizando la metodología MBOR, los cuales pueden estar integrados en el software MICRHO o pueden ser asumidos independientemente por el profesor, quien se encargará de integrarlos. Estos elementos son:

- Fenómeno objeto de estudio
- Una pregunta de investigación relacionada con la temática del objeto de estudio
- Un modelo o un micromundo de simulación sobre el tema
- Preguntas experimentales
- Fuentes de información acerca del tema de estudio para enriquecer la experiencia con el modelo
- Ayudas multimediales (imágenes, videos, sonido)

- Disponer de un software como Homos o MICRHO.

Evaluación: Luego que la clase integrada se haya ejecutado es importante conocer el avance que ha tenido el estudiante en el tema que se ha tratado. Así mismo, se recomienda que el profesor haga una evaluación de la ejecución de la clase, de los logros y dificultades que notó en su desarrollo, de manera que pueda mejorar y reformularla, si es necesario.

Guía para diseñar una clase integrada con MBOR

A continuación se describen en detalle cada una de los elementos de la clase integrada con MBOR.

Fenómeno objeto de estudio

Para diseñar la clase integrada con MBOR se debe disponer del fenómeno que se va a estudiar.

Pregunta de Investigación

Corresponde a una pregunta que cubre la temática del objeto de estudio, busca conocer el modelo mental del estudiante y establecer un punto de partida en su proceso de aprendizaje sobre el fenómeno. Esta pregunta se plantea durante los diferentes momentos de la clase (experimentación simulada, lectura de las fuentes de información).

Pregunta de investigación:

Modelo o micromundo de simulación

El estudiante puede experimentar utilizando el modelo construido con la metodología MBOR, que representa la explicación científica del fenómeno objeto de estudio, y le permite observar su comportamiento bajo un escenario general, plantearse hipótesis y verificarlas. Así mismo, el modelo le aporta en la comprensión de los fundamentos teóricos del fenómeno. Es importante retomar la pregunta de investigación, planteada inicialmente, para determinar si la experimentación con el modelo le aportó al estudiante en la construcción de su conocimiento acerca del fenómeno de estudio.

Pregunta de investigación:

Como una forma de hacer modificaciones al escenario general anterior, se plantea el uso de preguntas experimentales que buscan motivar al estudiante para que interactúe con el modelo y modifique algunos parámetros relacionados con el mismo; de manera que pueda estudiar el comportamiento del fenómeno en situaciones específicas.

Preguntas experimentales:

Fuentes de información y ayudas multimediales

Como complemento a la experimentación con el modelo se plantea la consulta a diferentes fuentes de información como libros, artículos, páginas web, enciclopedias, entre

otras, para que a través de la lectura reflexiva, el estudiante pueda enriquecer su aprendizaje sobre el fenómeno. Además, se pueden utilizar ayudas como imágenes, videos y sonidos para fortalecer los conocimientos acerca de la temática de estudio. Se recomienda plantear nuevamente la pregunta de investigación inicial para que el estudiante complemente su respuesta. Así mismo, se sugiere plantear algunas preguntas opcionales para motivar el uso de las fuentes de información y las ayudas multimediales.

Pregunta de investigación:

Preguntas opcionales:

En el anexo V se presenta una propuesta pedagógica para el desarrollo de una actividad integrada con MBOR con los docentes, ilustrado con el tema del reloj de arena.

• **Actividades para promover la construcción de modelos con MBOR**

Se parte de la idea que la construcción de una explicación científica está directamente relacionada con la construcción de un modelo o la modificación del mismo para proponer otras experiencias.

Teniendo en cuenta que el lenguaje de objetos y reglas es nuevo para los docentes, es necesario realizar jornadas de formación para dar a conocer este lenguaje y brindar las bases para que los profesores puedan replicarlo a sus estudiantes. Además, es importante que el profesor encuentre en el PS y la MBOR aportes a su hacer como docente, que enriquecen y facilitan su labor.

Las jornadas de formación han ido cambiando a lo largo de los tres años de llevar MBOR a la escuela. Durante los primeros dos años la estrategia se inició llevando el lenguaje de la Dinámica de Sistemas y sólo a partir de las últimas jornadas de formación se incluyó el trabajo con MBOR (ver las agendas de formación durante el convenio 2006 en el anexo A). Como resultado de este proceso de investigación acción se planteó para el acompañamiento a las escuelas, como parte del convenio CPE-UIS 2007, una estrategia de formación en MBOR durante todas las jornadas y visitas de seguimiento que incluyen trabajo con docentes y estudiantes (ver las agendas de formación durante el convenio CPE – UIS 2007 en el anexo W). A continuación se resumen las actividades desarrolladas:

- Introducción al modelado basado en objetos y reglas, conceptos básicos de la MBOR.
- Trabajo con el micromundo basado en MBOR, MICRHO, incluyendo su instalación y exploración por parte del profesor, quien fácilmente relaciona los fenómenos incluidos en la herramienta con las temáticas del plan de estudios y el grado correspondiente. La exploración puede terminar con la selección de un fenómeno y la propuesta del relato en prosa del mismo.
- Trabajo con la herramienta de modelado y simulación basada en objetos y reglas, HOMOS, incluyendo su instalación y exploración por parte del profesor. En este punto se orienta la construcción de un modelo sencillo con la guía del tutor (puede ser el

modelo de la epidemia³⁸ propuesto por Andrade y Gómez (2007)). Es importante mencionar que el objetivo no es que los profesores se conviertan en expertos modeladores sino que conozcan el lenguaje para que puedan experimentar conscientemente con un modelo.

- Diseño de clases integradas con MBOR (utilizando el micromundo – Micrho o la herramienta de modelado - Homos) para que los profesores puedan ver cómo los modelos se aplican en su plan de estudios y les facilitan su labor.
- Ejecución de clases integradas por parte de los profesores.

Otro elemento esencial en el proceso de aprendizaje de MBOR es ¿cómo se debe promover el desarrollo de estas habilidades en los niños? Esta labor está a cargo de los docentes para lo cual necesitan tiempo y apoyo en la elaboración de estrategias de acompañamiento a sus estudiantes.

Para la construcción del modelo se recomienda partir de vivenciar o tener la experiencia lo más directamente posible por parte del estudiante, para luego recrear esta experiencia en términos de objetos y reglas, siguiendo las acciones descritas por MBOR para modelar un fenómeno utilizando la herramienta para modelar y simular Homos (ver numeral 3.5.1).

4.4 INSTRUMENTOS DE REGISTRO DE DATOS EN EL LLEVAR MBOR A LA ESCUELA

Como parte de la experiencia de llevar MBOR a la escuela durante el acompañamiento escolar a 206 sedes educativas en el año 2006, en cumplimiento del convenio Computadores Para Educar – Universidad Industrial de Santander (CPE-UIS) 2006, se realizaron actividades de investigación acción que se ejecutaron en la medida que se fueron desarrollando las jornadas de formación y las visitas de seguimiento (ver agendas de jornadas de formación en anexo A). Las fuentes de información fueron más de dos mil profesores de las instituciones educativas, estudiantes y tutores CPE-UIS³⁹.

Los instrumentos incluyen encuestas que se utilizaron para captar apreciaciones de profesores, estudiantes y tutores acerca de las posibilidades y limitaciones de llevar el modelado y la simulación a la escuela, y específicamente MBOR, así como guías para la intervención. Las encuestas, que se mencionan a continuación, fueron aplicadas durante las jornadas de formación desarrolladas como parte del convenio CPE-UIS 2006.

4.4.1 Modelado y simulación

- **Encuestas dirigidas a profesores:** Comprenden la información recogida acerca de las apreciaciones de los profesores sobre el modelado y la simulación en la educación primaria, básica y media.
 - Formato de apreciación del profesor sobre el modelado y la simulación (ver anexos B y C)
 - Consolidado de información recogida acerca de las apreciaciones del profesor sobre el modelado y la simulación (ver anexo D)
 - Conclusiones (ver anexo E)

³⁸ Ver anexo X.

³⁹ Los tutores son las personas encargadas de desarrollar las jornadas de formación en el marco del convenio CPE-UIS y, a su vez, de difundir la propuesta de llevar MBOR a la escuela.

- **Encuestas dirigidas a tutores:** Comprenden la información recogida acerca de las apreciaciones de los tutores sobre el trabajo con modelado y simulación en las instituciones educativas, durante el acompañamiento educativo y como parte del convenio CPE-UIS 2006.
 - Análisis del trabajo con modelado y simulación en las instituciones educativas durante la fase de profundización 2006 (ver anexo F)

4.4.2 Modelado Basado en Objetos y Reglas

- **Encuestas dirigidas a tutores:** Comprenden la información recogida de las impresiones por parte de los tutores acerca del trabajo desarrollado por los docentes con MBOR en las jornadas de formación y visitas de seguimiento (ver agendas de jornadas de formación en anexo A).
 - Orientaciones y formato de registro de observaciones para quinta jornada de formación y tercera visita acerca del trabajo con MBOR (ver anexo G y H)
 - Consolidado de encuestas aplicadas durante quinta jornada de formación y tercera visita acerca del trabajo con MBOR (ver anexo I)
 - Conclusiones (ver anexo J)
- **Encuestas dirigidas a los profesores:** Comprenden la información recogida de la opinión de los profesores acerca de MICRHO 1.0.
 - Formato de evaluación de MICRHO 1.0 (ver anexos K y L)
 - Consolidado de información recogida acerca de la evaluación de MICRHO 1.0 (ver anexo M)
 - Conclusiones (ver anexo N)
 - Formato aplicado durante la prueba de receptividad de MICRHO 1.0 (ver anexo O)
- **Encuestas dirigidas a estudiantes:** Comprenden la información recogida de las impresiones de los estudiantes acerca de MICRHO 1.0.
 - Formato de prueba de receptividad de MICRHO 1.0 (ver anexo P)

4.5 POSIBILIDADES Y LIMITACIONES PARA LLEVAR MBOR A LA ESCUELA

En una estrategia para la reformulación de la propuesta, a la luz de la experiencia de su aplicación, se tiene presente que condiciones propias del ambiente escolar, determinan posibilidades y limitaciones para llevar una innovación al mismo y además, se reconoce que las estrategias que guían dicho llevar, potencian posibilidades y/o generan limitaciones en dicho ambiente. Las estrategias se diseñan teniendo en cuenta y en procura de potenciar posibilidades y superar limitaciones, a su vez, a largo plazo, la aplicación de las estrategias puede cambiar el ambiente escolar mismo. Esta dinámica de intervención se puede apreciar en la figura 8, en la cual los ciclos de relaciones de influencia explican la dinámica que se genera con la intervención.

El ciclo 1 de la figura 8, explica la dinámica de mejoramiento de la propuesta a corto plazo (rápida). En la intervención surgen posibilidades y limitaciones y las mismas determinan cambios en la propuesta. El ciclo 2 describe la dinámica a largo plazo (lenta), en la cual la aplicación de la propuesta modifica el ambiente escolar y ese nuevo ambiente determina nuevas posibilidades y limitaciones que a su vez demandan transformaciones en la propuesta. Lo anterior exige que para identificar posibilidades y limitaciones para llevar el modelado y la simulación a la escuela, la investigación se desarrolle en el marco del llevar mismo, es decir, de la experiencia de campo.

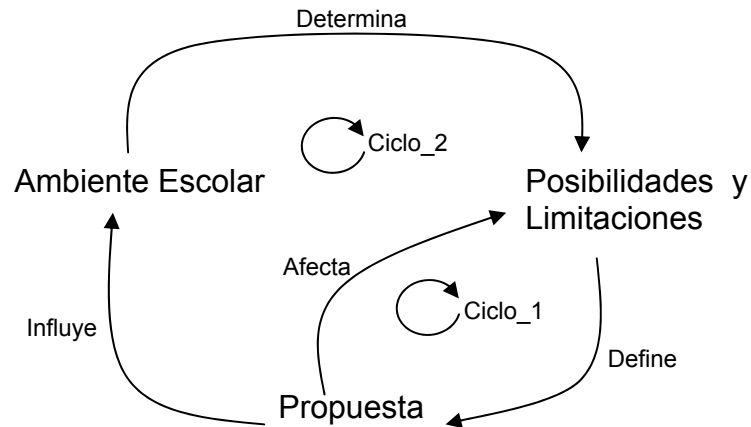


Figura 8. Dinámica de Intervención

De manera muy esquemática y según la figura 8, lo planteado, se puede sintetizar en los siguientes cinco numerales:

1. La situación problémica que se asume es el identificar las posibilidades y limitaciones para llevar el modelado y la simulación a la escuela.
2. Mirando desde afuera la escuela, es decir sin la intervención del llevar MBOR, se pueden identificar posibilidades y limitaciones, las cuales se manifiestan al llevar el modelado y la simulación.
3. Además, la manera como se realice la intervención, la estrategia, afecta las posibilidades y limitaciones y puede generar nuevas (a corto y mediano plazo).
4. Las posibilidades y limitaciones que se buscan, de cualquiera de los dos tipos anteriores, son las que se presentan en el llevar, es decir en la acción de llevar la innovación a la escuela. A su vez ese llevar se desarrolla en la escuela, dentro de ella, en la intervención, no desde afuera.
5. Teniendo en cuenta lo anterior, no es posible hablar de posibilidades y limitaciones al margen de la acción. Lo que se identifique será el reflejo que surja, en uno o varios momentos de la figura 8. Esto fundamenta el hecho de asumir la metodología de investigación acción como guía para el desarrollo de esta propuesta.

En la medida que la experiencia del llevar MBOR a la escuela fue mostrando posibilidades y limitaciones para dicho llevar, se fue reformulando la propuesta misma. A continuación se resumen las posibilidades y limitaciones que con la propuesta que aquí se esbozó aún se aprecian, es posible que nuevas experiencias, nuevas reflexiones y nuevas propuestas

no reconfiguren el espacio de las posibilidades y limitaciones, pero éstas son las del presente.

4.5.1 Posibilidades para llevar MBOR a la escuela

Se asume como posibilidad todo aquello que puede contribuir a que la propuesta para llevar MBOR a la escuela sea acogida, se desarrolle y consolide haciéndose cultura escolar. En general, es identificable como posibilidad factores endógenos, exógenos, aspectos pedagógicos, técnicos, académicos, institucionales, estatales, paradigma de pensamiento, modelos mentales, creencias, entre otros. Hay que tener presente que algunas posibilidades están al orden del día, es decir, son una realidad cotidiana en el contexto escolar actual; otras son en sí mismo una posibilidad, se pueden dar porque existen condiciones objetivas y subjetivas que las hace posible pero surgen al llevar el MBOR, si la intervención misma las aprovecha. Otras posibilidades pueden surgir a corto, mediano o largo plazo, pero la propuesta debe hacerlas germinar, es decir, crear las condiciones para que surjan como posibilidades. Algunas de estas posibilidades son:

- **Aportar al mejoramiento de las prácticas escolares**

La propuesta de uso de MBOR para apoyar, mediante la experimentación simulada, procesos de aprendizaje en áreas como Ciencias y Matemática, responden a expectativas actuales de la escuela.

Los aportes que MBOR puede hacer, mediante el modelado y la simulación, al mejoramiento de las prácticas escolares, concebidas desde un paradigma de pensamiento dinámico sistémico y un enfoque pedagógico constructivista; generalmente son aceptados como deseables por la escuela y hasta son contemplables en los planes de mejoramiento escolar. Pero aún la existencia de condiciones objetivas, no siempre están dadas las condiciones subjetivas que dispongan a la comunidad escolar, principalmente a los profesores, al cambio paradigmático y de enfoque pedagógico. Por esto, esta aceptación formal de cambio no debe asumirse como una posibilidad inmediata, pero sí como una potencialidad que la intervención con MBOR puede desarrollar.

- **Aportar a la innovación en las prácticas escolares**

Estas posibilidades apuntan a un cambio cualitativo de la escuela, a nuevas prácticas, roles y propósitos. Con la intervención de MBOR, la innovación surge como una posibilidad pero no siempre visible y deseable por toda la comunidad, debido al cambio profundo que la misma puede demandar y a la incertidumbre que genera. Para que estos aportes emerjan como posibilidades es necesario ganar previamente un espacio en la comunidad, por ejemplo, con los aportes de mejoramiento, es decir, MBOR debe generar las condiciones para la innovación educativa profunda.

- **Aportar a prácticas pedagógicas constructivistas en la escuela**

El espacio ganado por la propuesta pedagógica constructivista, su reconocimiento por las comunidades docentes, independiente del nivel de aplicación de la misma, permite que las actividades escolares que se proponen con MBOR se reconozcan como facilitadoras de procesos de construcción y reconstrucción de conocimiento, asociándolas a una propuesta pedagógica que señalan como “verdaderamente” constructivista y asumen con respeto y seriedad.

- **Aportar a la aplicación de las orientaciones curriculares y estándares de calidad**
La correspondencia de la propuesta de modelado y simulación en la escuela y, en particular, de las prácticas escolares que con MBOR se motivan, con las orientaciones curriculares y estándares de calidad a nivel nacional (Andrade y Navas, 2003), genera un espacio de posibilidades en la escuela. Pero es necesario estudiar con la comunidad escolar dichas orientaciones y estándares haciendo explícita la correspondencia con la propuesta al proponer el modelado y la simulación con objetos y reglas.

- **Disponibilidad de la escuela al uso las TI**

El interés de las comunidades por hacer uso de la informática (del computador) para dinamizar los procesos de formación y aprendizaje; sobre todo cuando la escuela tan sólo está iniciando este proceso, el cual generalmente lo aborda con la amplitud de un niño, que tiene oídos para todo, se constituye en un espacio para proponer el uso de MBOR como una TI que puede aportar de manera transversal en todo el proceso de formación y en todas las áreas del conocimiento.

- **Otras posibilidades destacables**

- Las potencialidades de MBOR para dinamizar la formación de investigadores y la investigación misma, constituye otra posibilidad pero se hace evidente y tiene sentido para las comunidades, en la medida que el profesor la asume como tal y reconoce la investigación y la formación de investigadores como un propósito de la escuela. Así mismo esta posibilidad debe ilustrarse con el MBOR, en la medida que éste se muestre como un recurso facilitador del proceso de construcción de explicaciones científicas.
- El hecho de que en cada escuela generalmente se encuentra al menos un profesor, por ejemplo del área de Ciencias, que se contagia rápidamente de MBOR, constituye una posibilidad de continuar la “epidemia”.
- La condición de niños y jóvenes de los estudiantes, independiente del contexto rural o urbano que habiten que, con una mente abierta a cualquier experiencia, asumen con entusiasmo y autonomía el uso del MBOR para apoyar sus procesos de aprendizaje en cualquier área; desde las primeras experiencias, sorprende a profesores y tutores, dejando ver que ellos no son la barrera sino la plena posibilidad para el MBOR en la escuela.
- La creciente disponibilidad de recursos de hardware y software con la capacidad de apoyar proyectos de este tipo. En este caso en particular, la infraestructura computacional promovida en cada escuela por el proyecto CPE, la existencia de Homos, junto con ambientes informáticos para el aprendizaje apoyados en MBOR como MICRHO, disponibles como software libre, dejan ver que la llegada del MBOR al ambiente escolar cuenta con los recursos técnicos que la hacen posible.
- Aún el carácter más cualitativo que cuantitativo del MBOR, este, por su mayor cercanía al lenguaje natural que la DS, se aprecia más atractivo para los profesores y estudiantes.

- Después de un proceso de formación docente y, especialmente, después de acompañar al profesor en el desarrollo de una actividad integrada con MBOR con los estudiantes, se aprecia que:
 - Al tener un conocimiento básico del lenguaje de MBOR y vivir la experiencia de comprender y usar un modelo de simulación, más de un 50% de los profesores hacen apropiado uso del mismo y desarrollan la comprensión de gráficas, relacionándolas con el devenir del fenómeno modelado.
 - La operación de los software aunque inicialmente es una limitante, rápidamente se supera y cuando los profesores le encuentran utilidad directa al software respectivo, se interesan por usarlo en clase.
 - Los logros de los estudiantes motivan a los profesores a desarrollar actividades con MBOR en clase.
 - Algunos profesores se destacan por el uso del MBOR en sus clases y muy pocos son los que creen poder replicar este tema con los profesores no asistentes a las jornadas de formación docente.
 - Hacia el final del acompañamiento se aprecia un reconocimiento, por parte de los profesores, a que el aprendizaje se facilita con actividades integradas con MBOR y que los logros de la clase son alcanzados a través de un ejercicio en el cual, la mayor parte del tiempo, el estudiante está motivado comprendiendo cada concepto estudiado.

4.5.2 Limitaciones para llevar MBOR a la escuela

Igual que las posibilidades, las limitaciones pueden estar presentes en el contexto escolar, surgir porque de alguna manera la propuesta aporta a crear las condiciones para que esto suceda o ser creadas de manera directa por la misma propuesta o su estrategia de aplicación. Es decir, las limitaciones pueden surgir del seno de la propuesta o del contexto de aplicación y se dan como resultado de la relación propuesta – contexto. Así mismo, al hacer la intervención, las limitaciones pueden presentarse inmediatamente, a corto o a largo plazo y pueden ser superadas en la medida que la comunidad se apropia y le encuentra sentido al modelado y la simulación con MBOR.

Algunas de las limitaciones o barreras observadas se consideran manifestación de:

- El paradigma de pensamiento que guía el hacer del profesor.
- El nivel de formación y dominio que el tutor tenga de la propuesta.
- La calidad de los materiales y herramientas de apoyo usados por el tutor.
- La estrategia de intervención de la propuesta.
- Las actividades que se proponen en el proceso de intervención.
- Las exigencias que la institución impone al profesor en términos de los programas para cada una de las áreas.
- Los temores del profesor frente al uso de herramientas informáticas.
- Los modelos mentales dominantes en las comunidades escolares sobre los roles del profesor y del estudiante.

- Los propósitos de la educación, el papel de la escuela, la distinción entre formación y aprendizajes concretos (conocimientos).
- La idea de investigación y de cómo y dónde se forman los investigadores, el papel de los libros, las diversas formas de presentación del conocimiento y las limitaciones del mismo, la idea de conocimiento científico, su permanencia, cambio y limitación, entre otras.

El trabajo directo con profesores y estudiantes durante el desarrollo del convenio CPE-UIS 2006, permitió identificar en particular las siguientes limitaciones:

- Una de las barreras iniciales al llevar el MBOR a la escuela la constituye el temor al uso del computador por parte del profesor y su resistencia a la novedad. Estas limitaciones generalmente son superadas cuando el profesor se siente diestro en el uso del software de modelado y simulación (Homos) y, al tener las primeras experiencias de simulación, reconoce el significativo aporte que le puede suministrar la experimentación bajo diferentes escenarios; reconocimiento que se profundiza cuando, solo o con el acompañamiento del tutor, tiene las primeras experiencias con sus estudiantes y aprecia la capacidad de los mismos para usar el MBOR, junto con los logros de aprendizaje sobre los temas objeto de estudio.
- Al menos un 10% de los profesores se muestran apáticos frente al uso de MBOR, buena parte de este porcentaje lo es igualmente al uso de otras TI.
- A MBOR se le demanda que ejemplarice sus posibilidades para recrear explicaciones de interés para las diferentes áreas de estudio. Los limitados ejemplos útiles para apoyar procesos de aprendizaje, se constituye en una barrera para su integración escolar.
- Algunos profesores consideran que la experiencia con MBOR es sólo para estudiantes de grados superiores, subestimando sus capacidades.

4.6 REFERENCIAS

ANDRADE, Hugo y GÓMEZ, Luis Carlos. (2006). Tecnologías Informáticas en la Escuela. Convenio Computadores para Educar – Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga: Ediciones UIS. 417 p.

_____ y GÓMEZ , Luis Carlos. (2007). Tecnología Informática en la Escuela. Segunda edición. Bucaramanga: Ediciones UIS. p.177 – 180.

_____ 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. Instituto Tecnológico de Monterrey, México.

BOOHAN, Richard. (1995). Using a picture language to teach about processes of change. Artículo presentado en European Conference on Research in Science Education. Universidad de Leeds. Leeds, Inglaterra.

_____. (1995b). Children and computer modelling: making worlds with WorldMaker. Proceedings of the sixth World Conference on Computers in Education, Birmingham, Inglaterra. p 975-985.

FLÓREZ, Rafael. (2001). Hacia una pedagogía del conocimiento. Bogotá: Mc Graw Hill. 311 p.

_____. (2002). Pedagogía del conocimiento. Bogotá: Mc Graw Hill. 350 p.

GIL PÉREZ, Daniel; CARRASCOSA, Jaime; DUMAS-CARRÉ, Andrée, FURIÓ MAS; Carles, GALLEGU, Rómulo; GENÉ DUCH, Anna; GONZÁLEZ, Eduardo; GUIÁSOLA, Jenaro; MARTÍN EZ-TORREGROSA, Joaquín; PESSOA DE CARVALHO, Anna; SALINAS, Julia; TRICÁRICO, Hugo y VALDÉS, Pablo. (1999). ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica?. Debates. Enseñanza de las Ciencias. p. 503 – 512.

5. REQUERIMIENTOS Y DISEÑO BÁSICO DE AMBIENTES INFORMÁTICOS EDUCATIVOS BASADOS EN EL MODELADO Y LA SIMULACIÓN CON OBJETOS Y REGLAS

5.1 INTRODUCCIÓN

La definición de requerimientos se formula teniendo en cuenta la evaluación del software MICRHO 1.0 realizada por profesores y dos pruebas de receptividad del mismo software, así como las opiniones de tutores y estudiantes participantes del convenio CPE – UIS 2006.

5.2 FORMATO DE EVALUACIÓN DE SOFTWARE

Para la evaluación del software MICRHO 1.0 se tomó como base el formato utilizado por Navas (2006), el cual reúne aportes de Marqués (2005), Gómez del Castillo (1998), Villar y Mínguez (1998), Galvis (1994), Gros y Rodríguez (1998), González (1998) y Cataldi et al. (2000). Esta evaluación fue realizada por 120 profesores participantes del convenio CPE – UIS 2006 (ver anexo L).

Institución:							
Municipio:			Departamento:				
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:

El consolidado de las evaluaciones del software MICRHO 1.0, puede verse en el anexo M, en donde se tomó una muestra de 50 docentes.

5.3 ANÁLISIS

5.3.1 Requerimientos para la construcción de ambientes informáticos basados en el PS y MBOR

A continuación se presentan los requerimientos funcionales de un ambiente informático basado en la metodología MBOR:

- Permitir el inicio con diferentes sesiones, según el tipo de usuario: Administrador, Profesor, Estudiante o Invitado.
- Ofrecer un entorno visual agradable y llamativo para mantener al usuario interesado en el software a lo largo de su interacción con el mismo.
- Ofrecer lecciones y contenidos asociados de diversos fenómenos de la naturaleza que puedan ser modelados con la herramienta Homos 1.0.
- Tener un árbol de lecciones presente en todo momento para poder acceder fácilmente a cualquiera de ellas, y no forzar a los usuarios a seguir un número de pasos avanzando o retrocediendo.
- Permitir al usuario interactuar con modelos y simular fenómenos naturales de manera que desarrolle diversas habilidades de pensamiento.
- Brindar la posibilidad al profesor de hacer seguimiento de la evolución del aprendizaje del estudiante, por medio de un mecanismo denominado bitácora que consiste en la recopilación de respuestas a ciertas preguntas que le aparecen al estudiante en su recorrido por el ambiente, así como de las diferentes actividades que éste realiza dentro de la aplicación.
- Permitir al profesor realizar el registro de las actividades desarrolladas generando un reporte con la información acerca de la preparación de la clase y su evaluación de la misma, de manera que pueda ser enviado vía correo electrónico, para alimentar las investigaciones llevadas a cabo en el grupo SIMON.
- Permitir la creación de nuevas lecciones que incluye la adición de: contenidos asociados (texto, imágenes, video, sonido), por lo menos una pregunta de investigación y un modelo creado en la herramienta Homos. Además, brindar la opción de añadir nuevos contenidos a las lecciones ya existentes.
- Brindar la opción de agregar nuevas preguntas asociadas a las lecciones que el profesor estime convenientes.
- Permitir al usuario el acceso a un glosario para consultar la definición de términos utilizados en las lecciones. Este podrá ser ampliado mediante la inserción de nuevas palabras y significados.
- Brindar al estudiante la posibilidad de modificar los parámetros de los modelos contenidos en la herramienta, de manera que pueda analizar el fenómeno en diferentes escenarios.

- Permitir dentro de la herramienta el acceso a otras aplicaciones que sean de utilidad para el aprendizaje del alumno (Homos), esto con el fin de motivar a los usuarios en la creación de sus propios modelos.
- Incluir dentro de la aplicación una guía para el usuario por medio de la cual se facilite su interacción con la herramienta.
- Permitir al usuario manejar continuidad dentro de la herramienta, de manera que el progreso alcanzado en cada inicio de sesión sea el punto de partida al iniciar sesión en la próxima oportunidad.
- Solicitar al usuario, en el momento de iniciar la sesión, su identificador y contraseña, y verificar que éste se encuentre registrado. Si es así, se iniciará la sesión en el ambiente con los respectivos permisos que tenga el usuario, de lo contrario se mostrará un mensaje de advertencia para que se ingresen datos válidos.
- Permitir la creación, modificación y eliminación de usuarios, considerando los permisos asociados a los diferentes tipos de usuario, de la siguiente manera:
 - o El usuario administrador se encargará de la administración de los usuarios profesores, así como de los cursos.
 - o El usuario profesor se encargará de la administración de los usuarios estudiantes.
- El profesor contará con la opción de acceder a las diferentes lecciones existentes dentro de la aplicación, de manera que podrá agregar a cada lección nuevas temáticas y nuevos medios didácticos. Así mismo, podrá crear nuevas lecciones (compuestas de una pregunta de investigación, contenido asociado, un modelo en Homos y ayudas multimediales) y asociarlas a los cursos deseados. El estudiante tendrá la posibilidad de acceder a las lecciones que el profesor le ha asignado para una fecha y hora específica. El usuario invitado tendrá la posibilidad de acceder a las lecciones existentes, modificarlas y crear otras.

- **Requisitos de la plataforma del sistema**

A continuación se presenta el diagrama de despliegue con los requisitos de la plataforma de sistema:

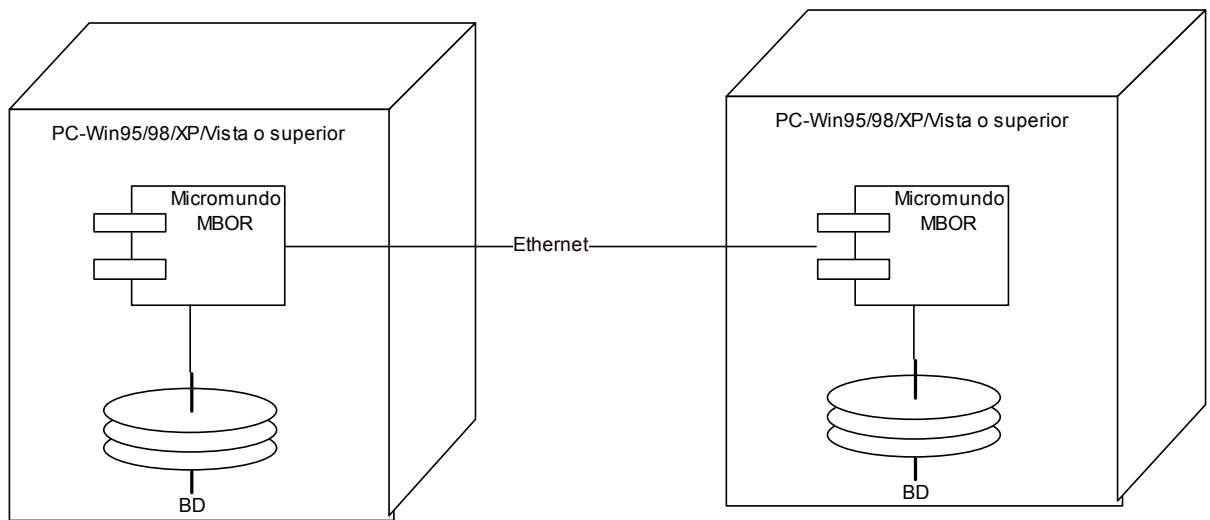


Figura 9. Requisitos de la plataforma del sistema

- **Diagramas de casos de uso**

A continuación se presenta el diagrama de caso de uso para cada requerimiento mencionado anteriormente:

Sistema general

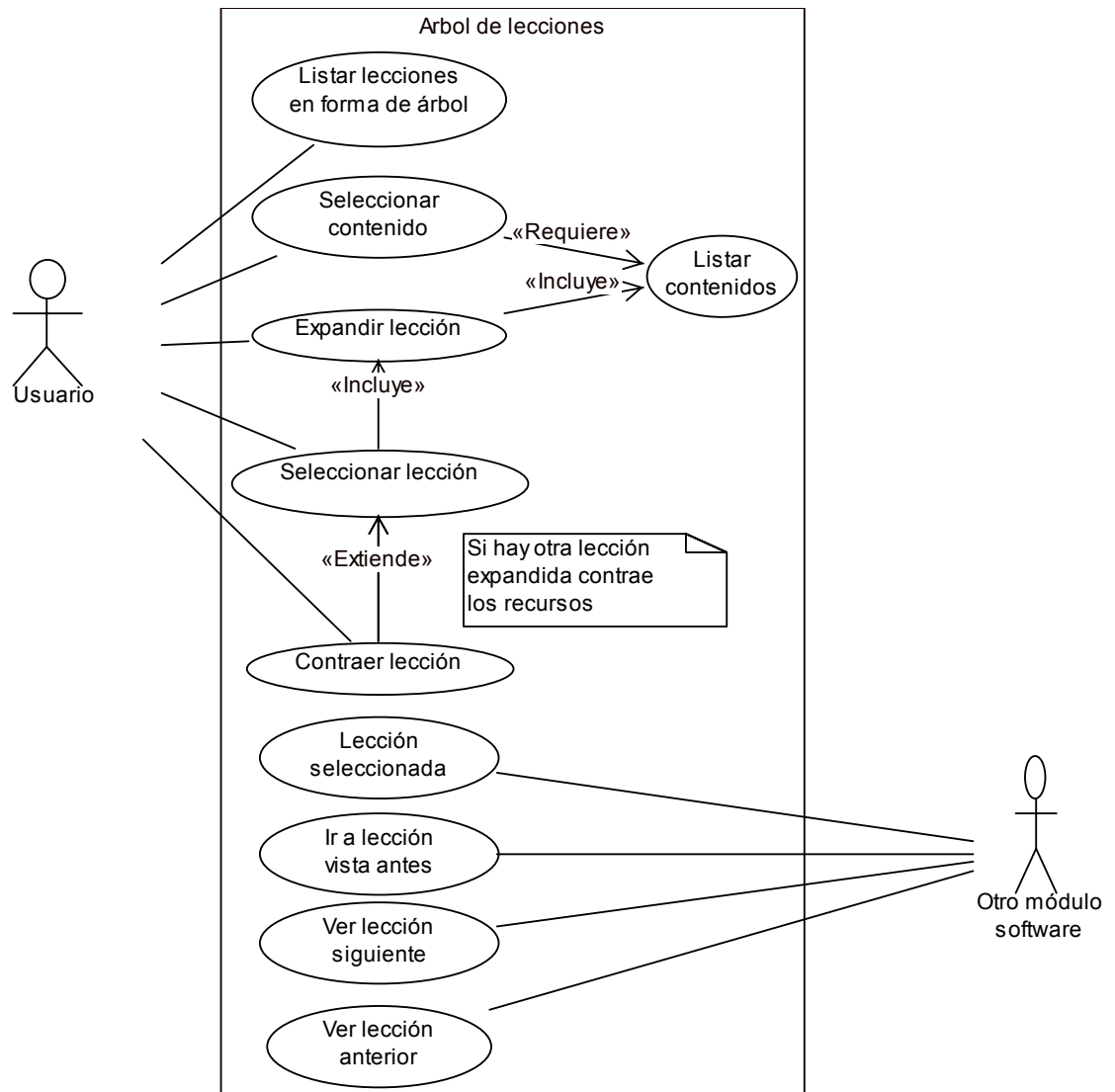


Iniciar sesión

Permite a los usuarios administrador, profesor, estudiante e invitado acceder al sistema ingresando nombre de usuario y contraseña.

Utilizar árbol de lecciones

Permite al usuario (profesor, estudiante o invitado) visualizar las lecciones en forma de árbol, a su vez podrá acceder a los contenidos, el modelo y las ayudas multimediales asociados a la lección. El usuario estudiante sólo podrá ver en el árbol las lecciones que el profesor le programó para la fecha y hora de la clase.



Visualizar contenidos

Para el usuario estudiante

Permite acceder a los contenidos de la lección asignada por el usuario profesor para una determinada fecha y hora (pregunta de investigación asociada a la lección, modelo en Homos, texto asociado como página HTML y apoyo multimedial).

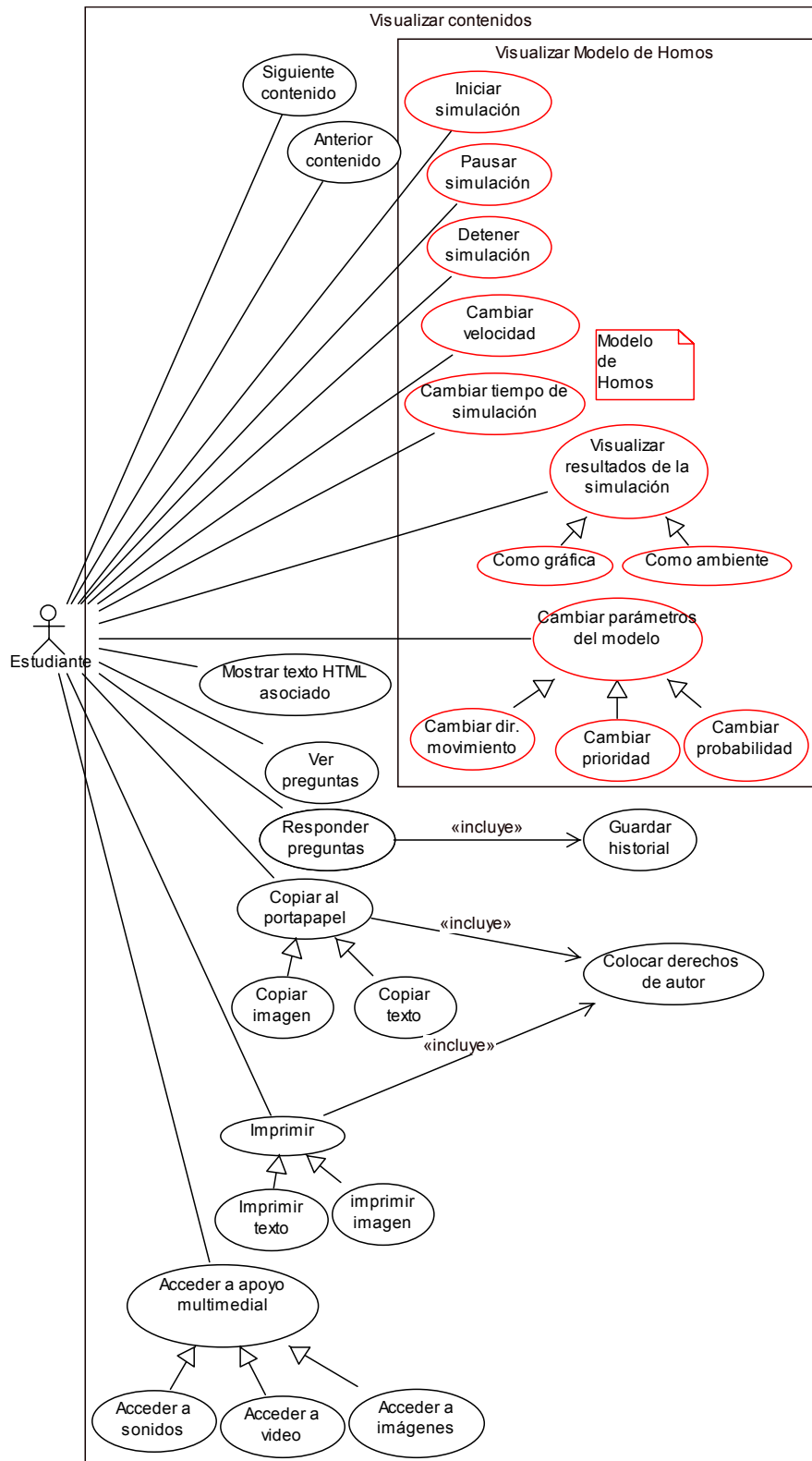


Diagrama de actividad: Visualizar contenidos

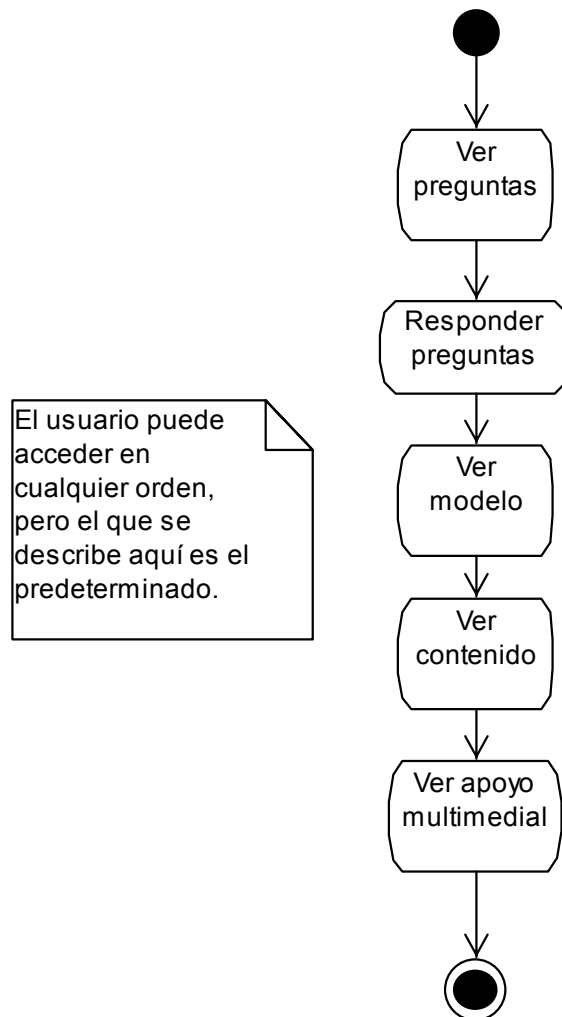
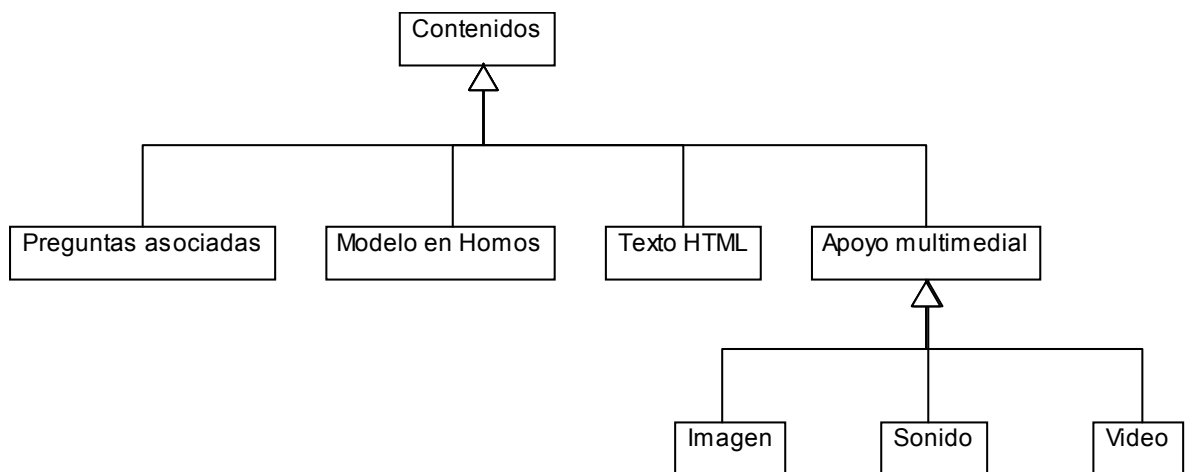
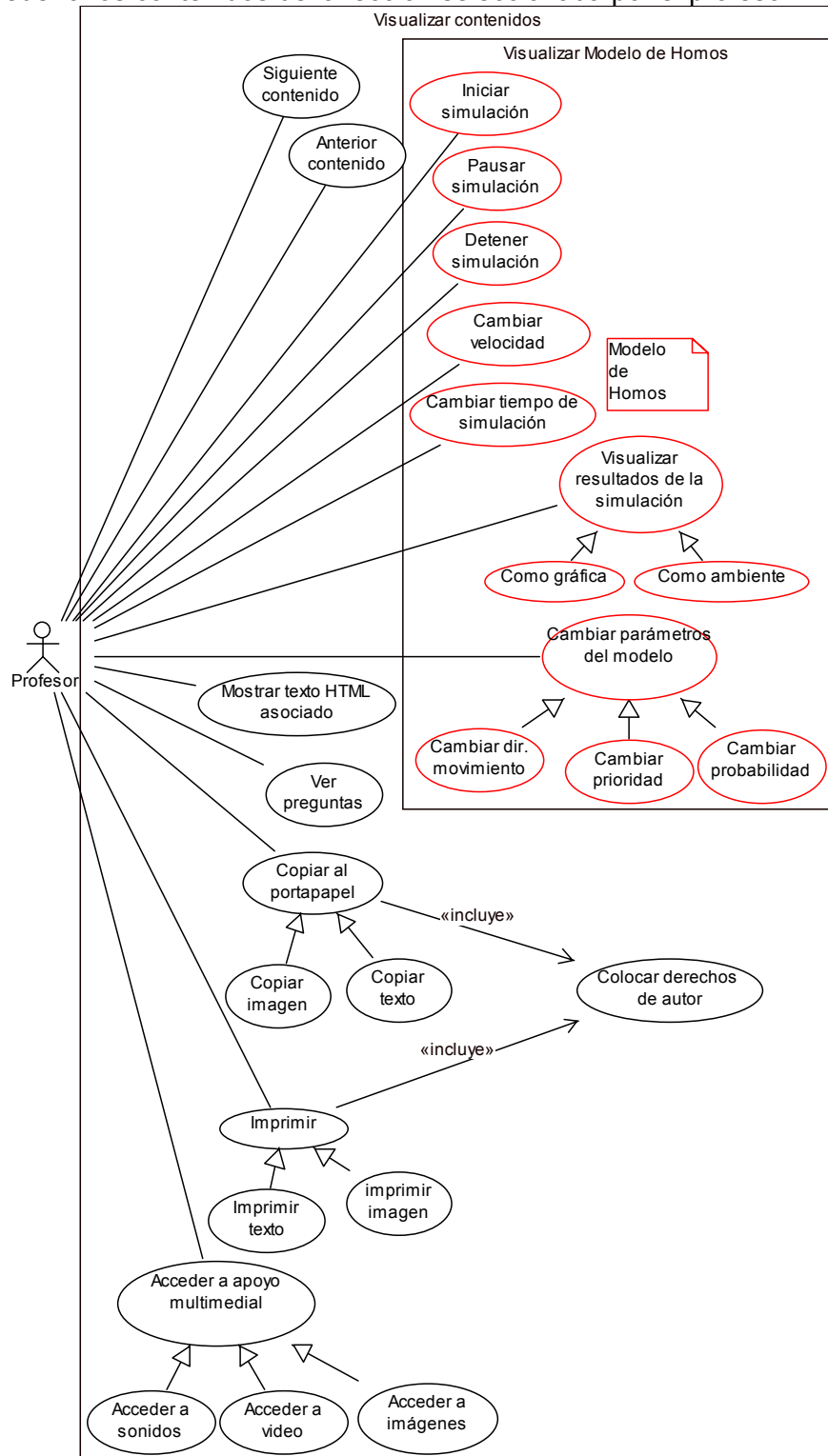


Diagrama de clase: Contenidos



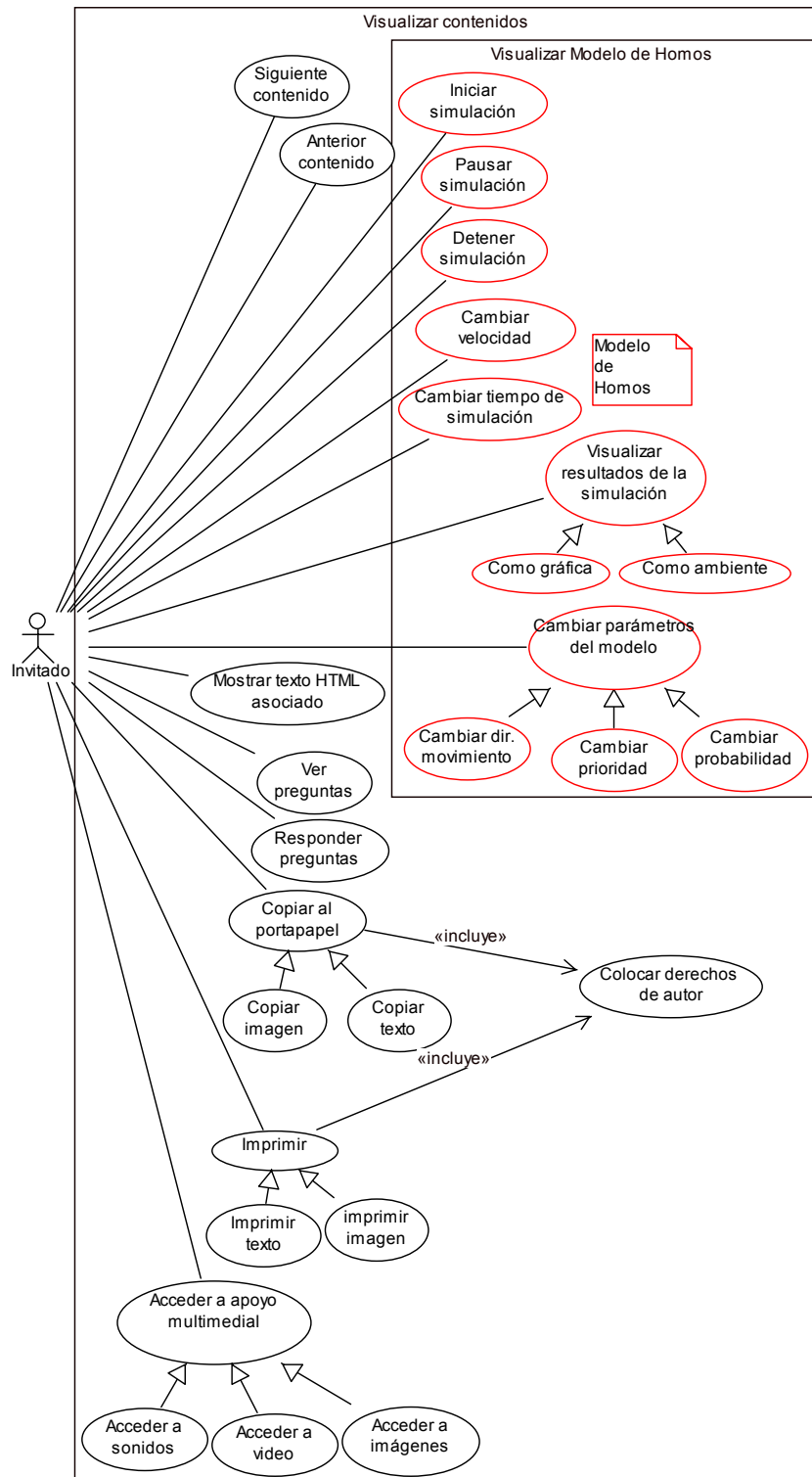
Para el usuario profesor

Permite acceder a los contenidos de la lección seleccionada por el profesor.



Para el usuario invitado

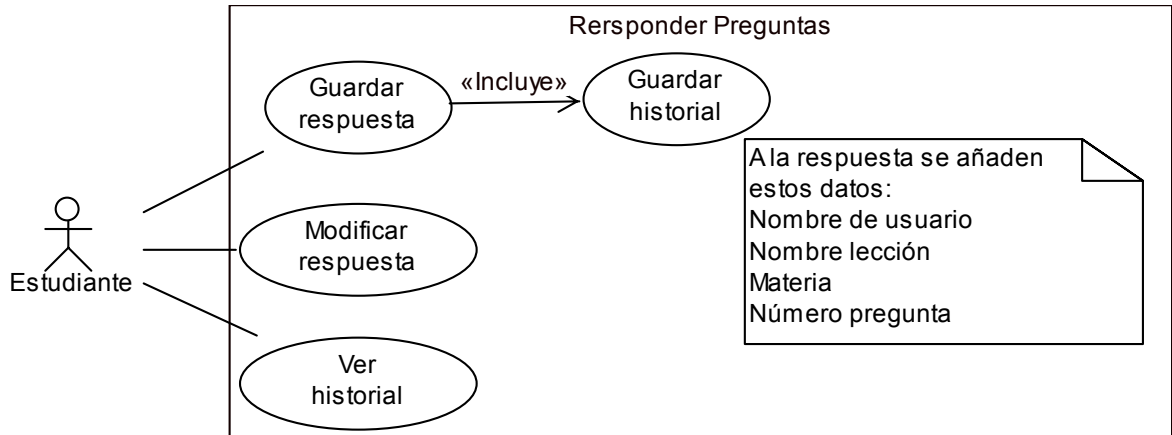
Permite acceder a los contenidos de la lección seleccionada y responder las preguntas asociadas.



Responder preguntas asociadas a las lecciones

Para el usuario estudiante

Permite al usuario estudiante dar respuesta a las preguntas asociadas a las lecciones, así como visualizar el historial de sus respuestas.

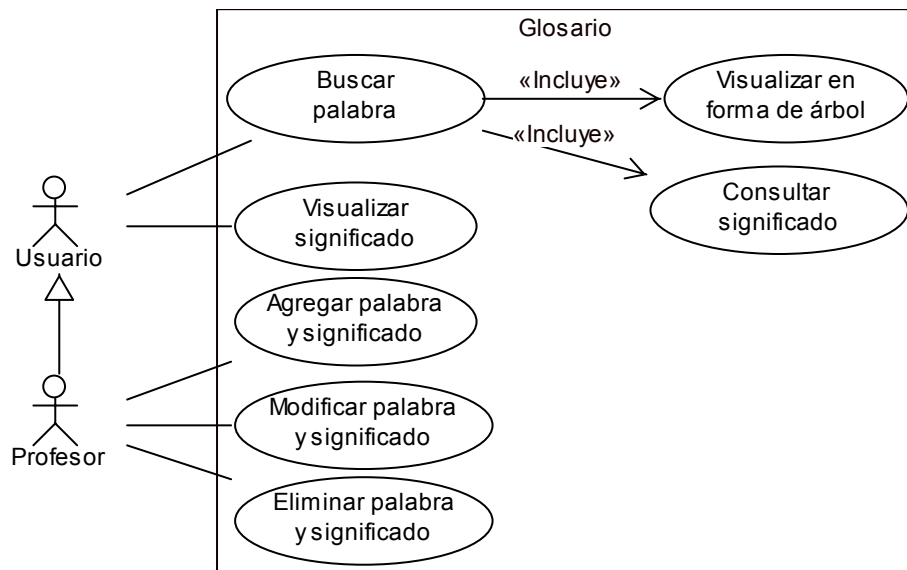


Para el usuario invitado

Este usuario puede responder las preguntas asociadas a las lecciones pero no se guarda el historial de sus respuestas.

Glosario

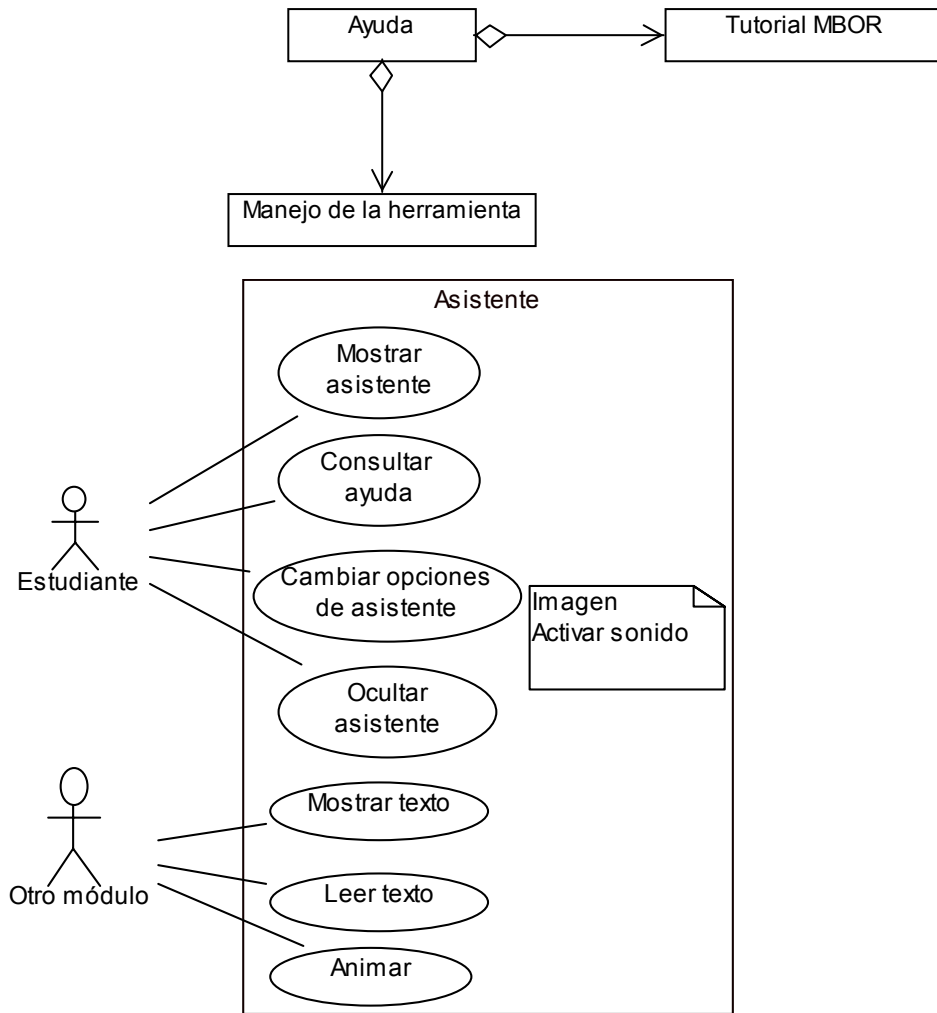
Permite que el usuario (profesor, estudiante o invitado) consulte la definición de términos utilizados en las lecciones. Así mismo, el usuario profesor puede agregar, modificar y eliminar términos y significados relacionados con las lecciones.



Utilizar ayuda

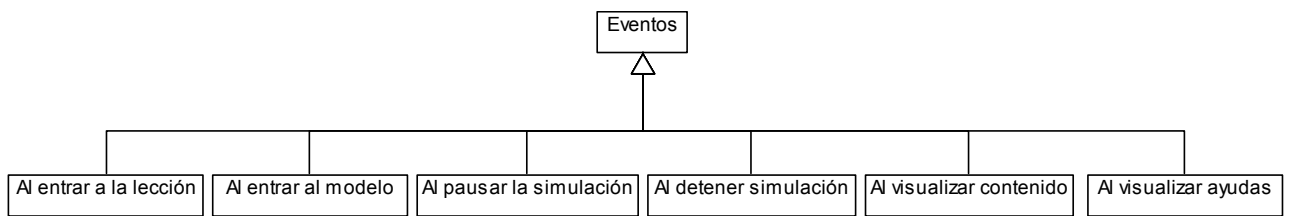
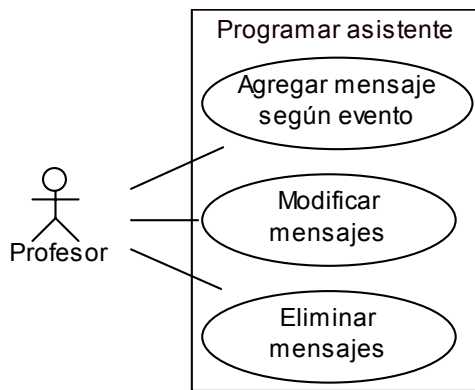
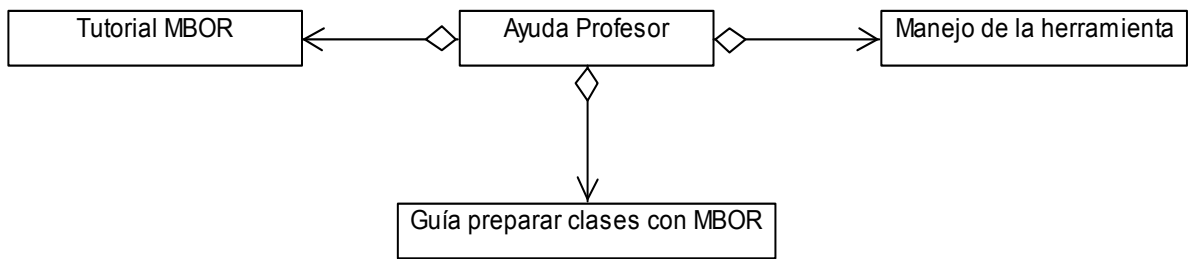
Para el estudiante

Ofrece información relacionada con el manejo de la herramienta, así como un tutorial de MBOR. El estudiante contará con un asistente que lo guiará durante todo el trabajo con la herramienta.



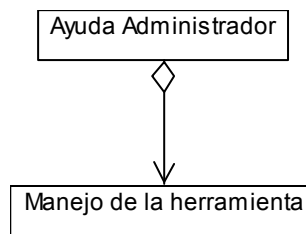
Para el profesor

Ofrece información relacionada con el manejo de la herramienta, un tutorial de MBOR y una guía acerca de cómo preparar clases y agregar nuevas lecciones a la herramienta. El profesor puede programar el asistente para que guíe al estudiante en el desarrollo de la clase.



Para el administrador

Ofrece información acerca del uso de la herramienta



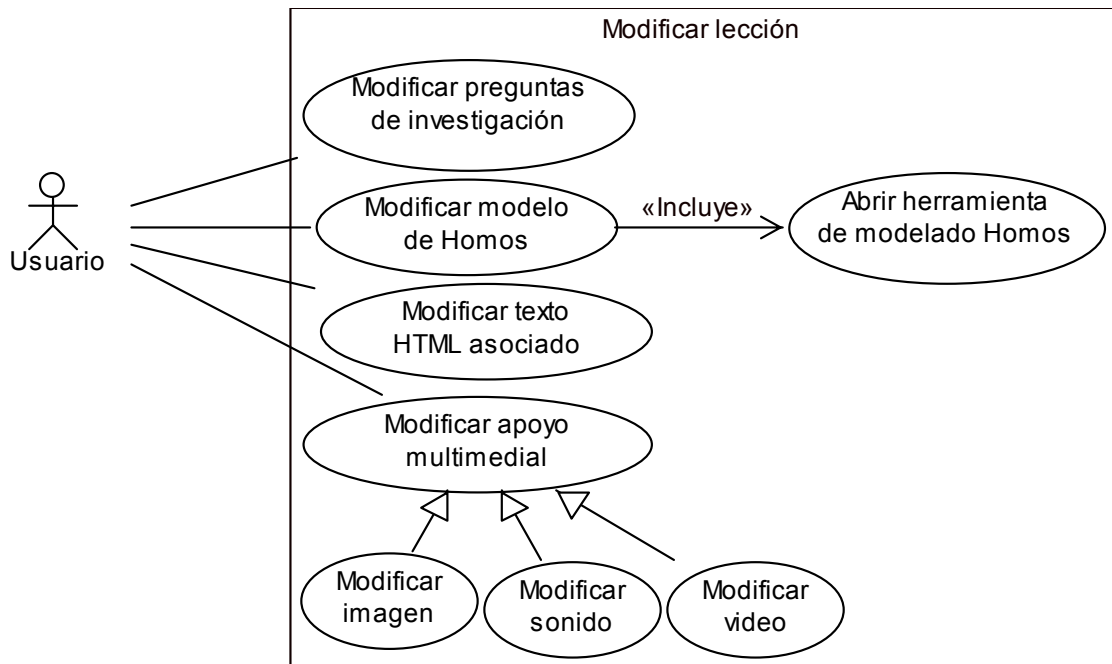
Para el invitado

Brinda las mismas opciones que para el usuario estudiante y profesor.

Modificar lección

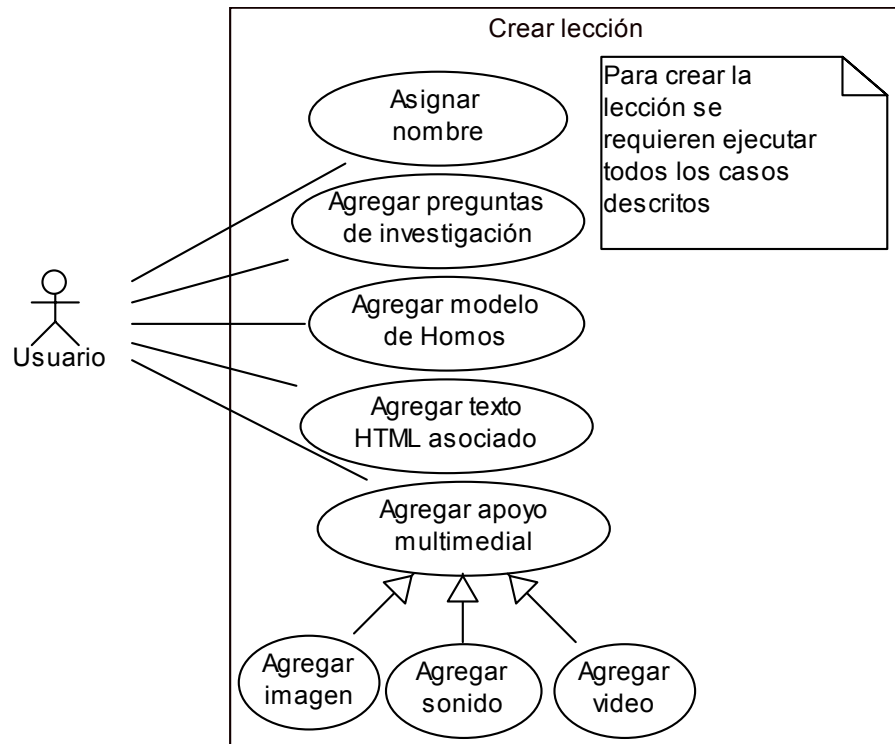
Permite a los usuarios profesor e invitado modificar todos los recursos de una lección que haya sido creada por este mismo tipo de usuarios. Las lecciones predeterminadas del

software pueden ser modificadas sólo en sus preguntas, contenidos y ayudas multimediales.



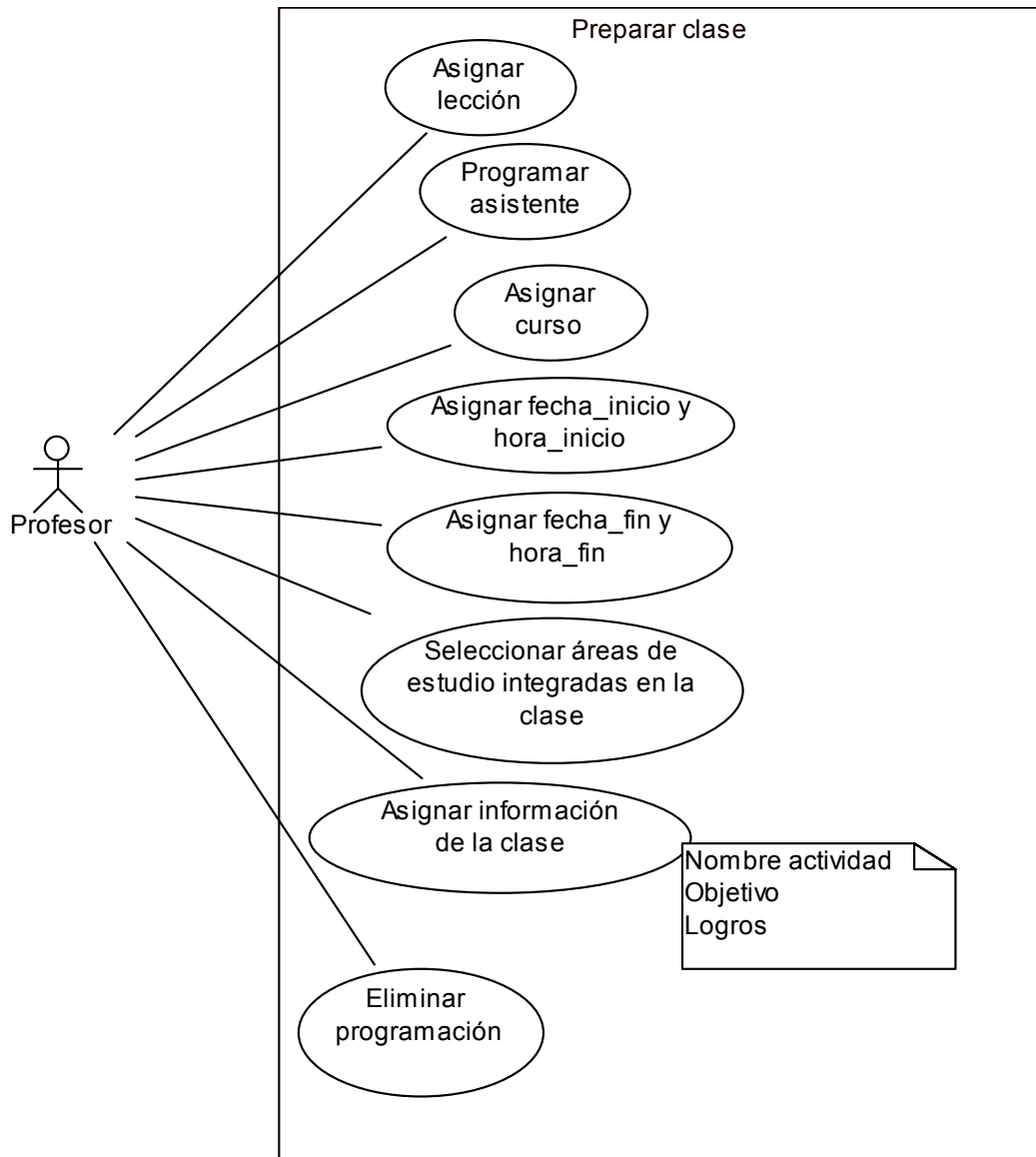
Crear lecciones

Permite a los usuarios profesor e invitado crear una nueva lección de un tema determinado que tendrá asociado: una o más preguntas de investigación, un modelo construido en Homos, texto relacionado (página HTML) y apoyo multimedial (imagen, video o sonido).



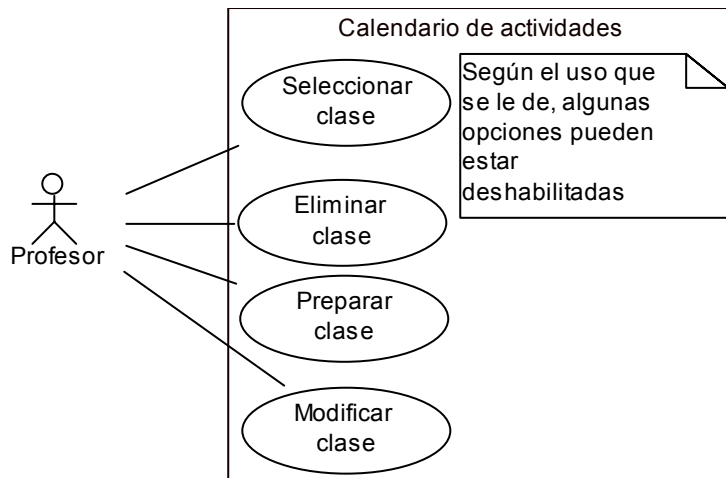
Preparar clase

Permite al usuario profesor seleccionar una lección existente para asignarla a un curso de manera que se ejecute en fecha y hora determinada.



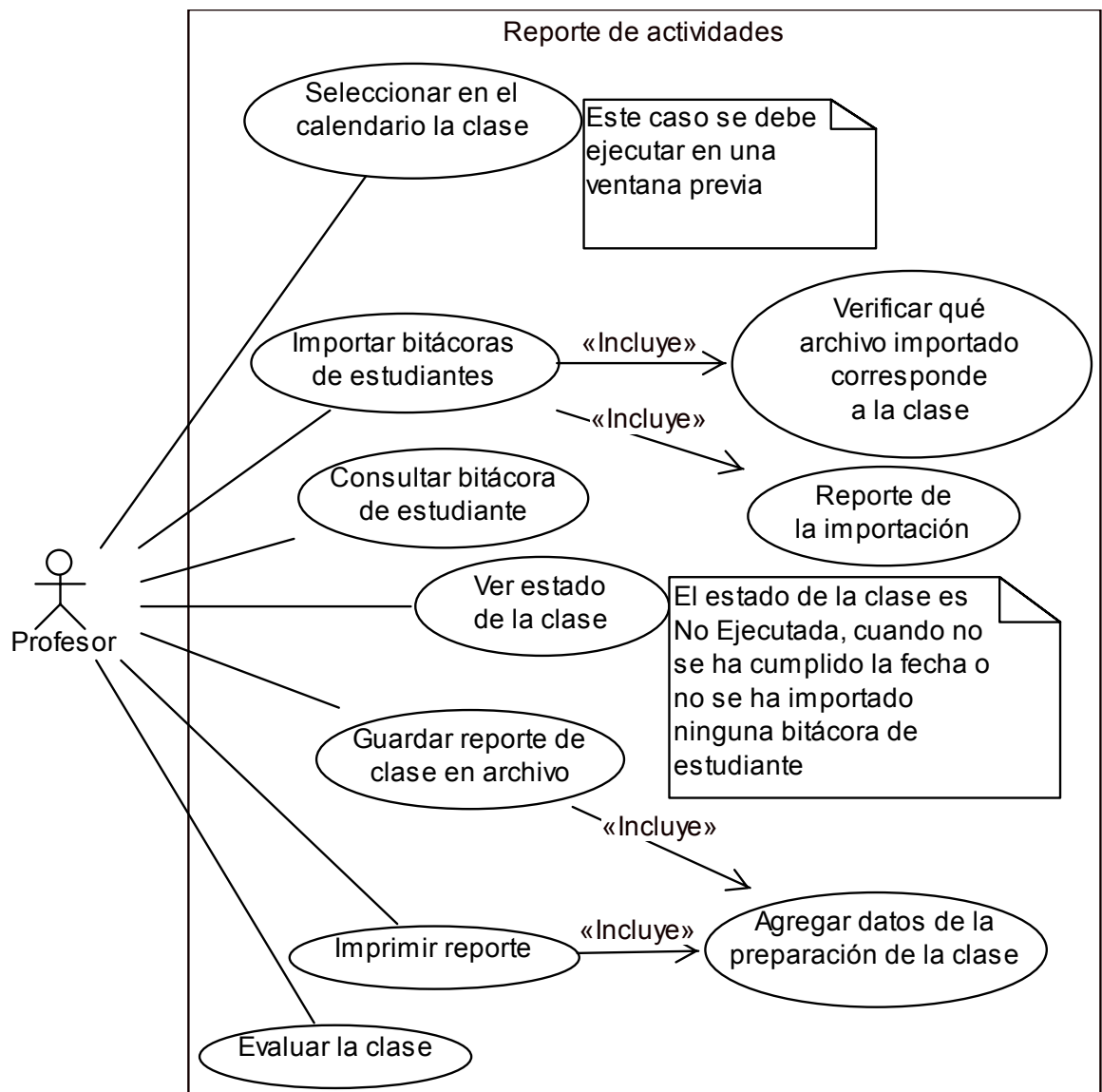
Calendario de actividades

Permite al usuario profesor tener acceso a las clases en forma de calendario.



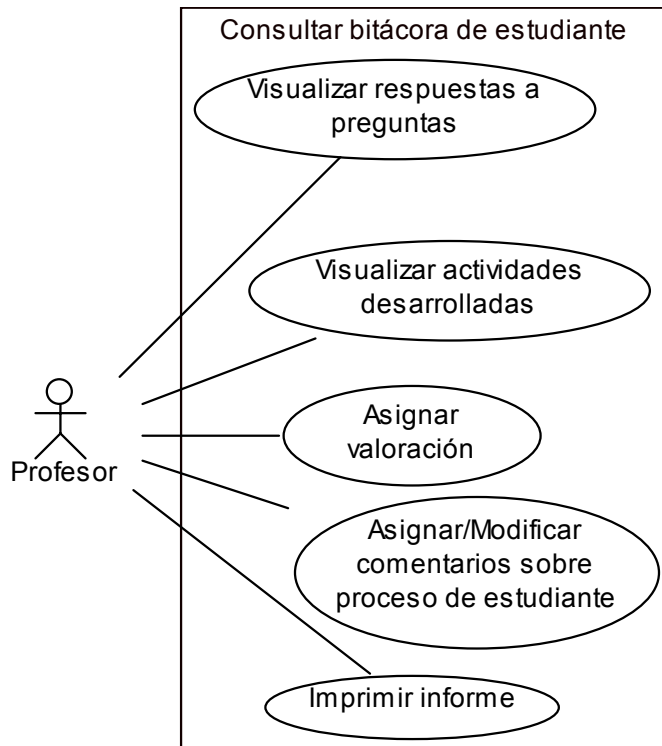
Llenar reporte de actividades

Permite al usuario profesor realizar el registro de las actividades desarrolladas en la clase, como por ejemplo: ver el calendario de clases programadas, consultar la bitácora de los estudiantes, evaluar la clase, generar el reporte, entre otras.



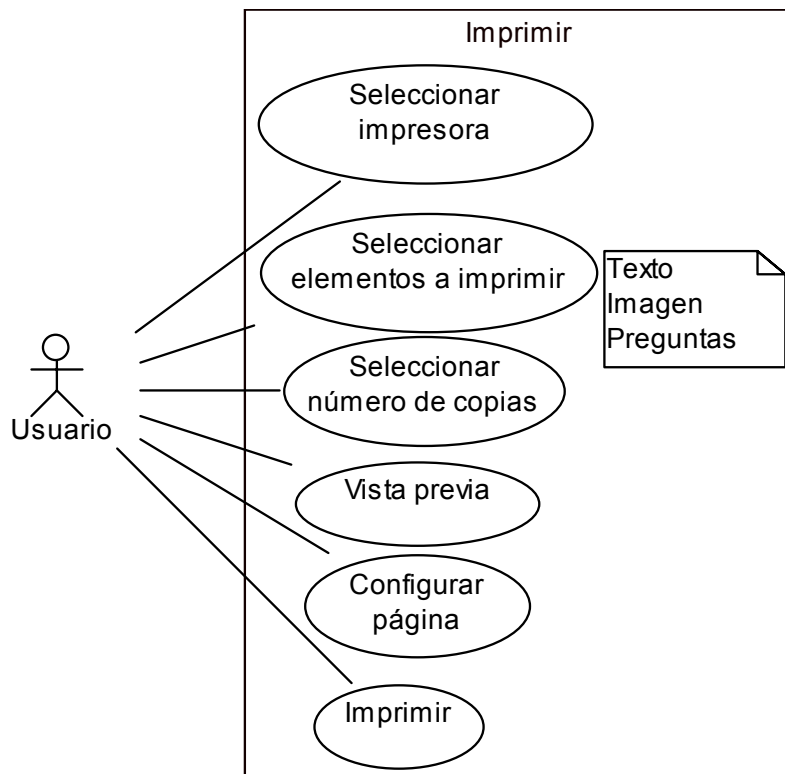
Consultar bitácora de estudiante

Permite al usuario profesor consultar las respuestas dadas por sus alumnos a las preguntas de investigación asociadas a la lección, así como hacer un seguimiento de las actividades desarrolladas por ellos mismos dentro de la herramienta.



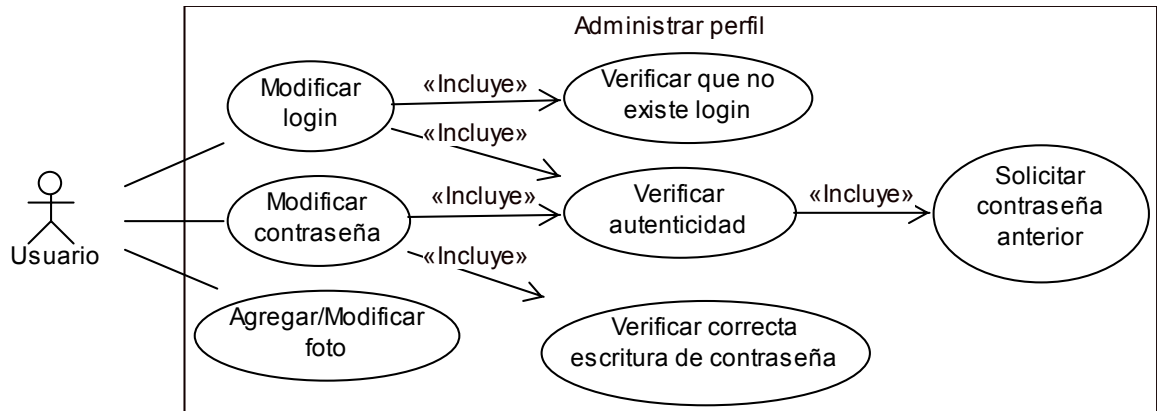
Imprimir

Permite a los usuarios profesor, estudiante e invitado imprimir la lección seleccionada.



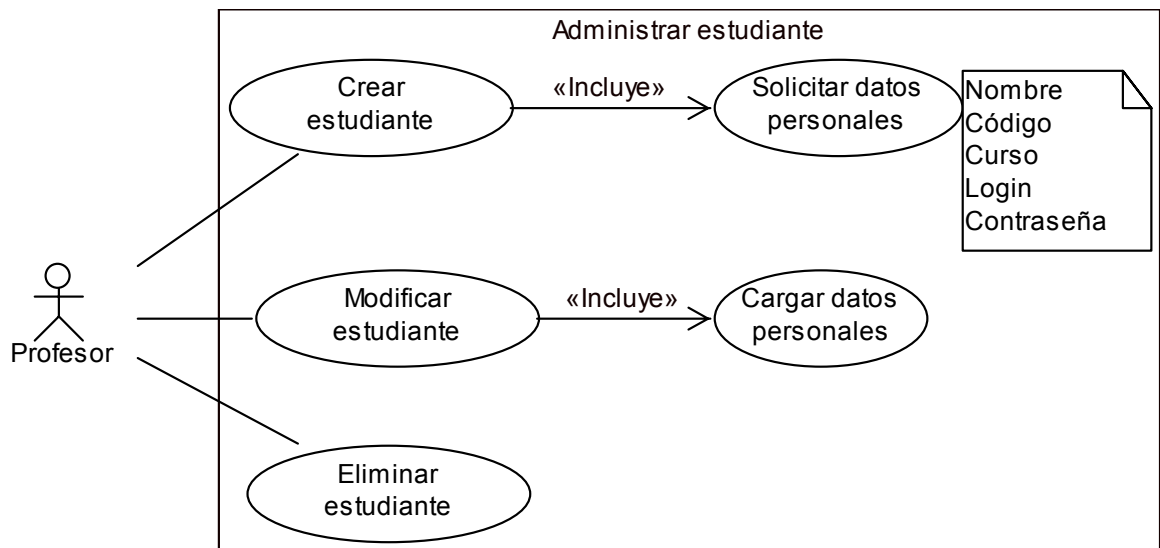
Administrar perfil

Permite a los usuarios profesor y estudiante cambiar su login y contraseña.



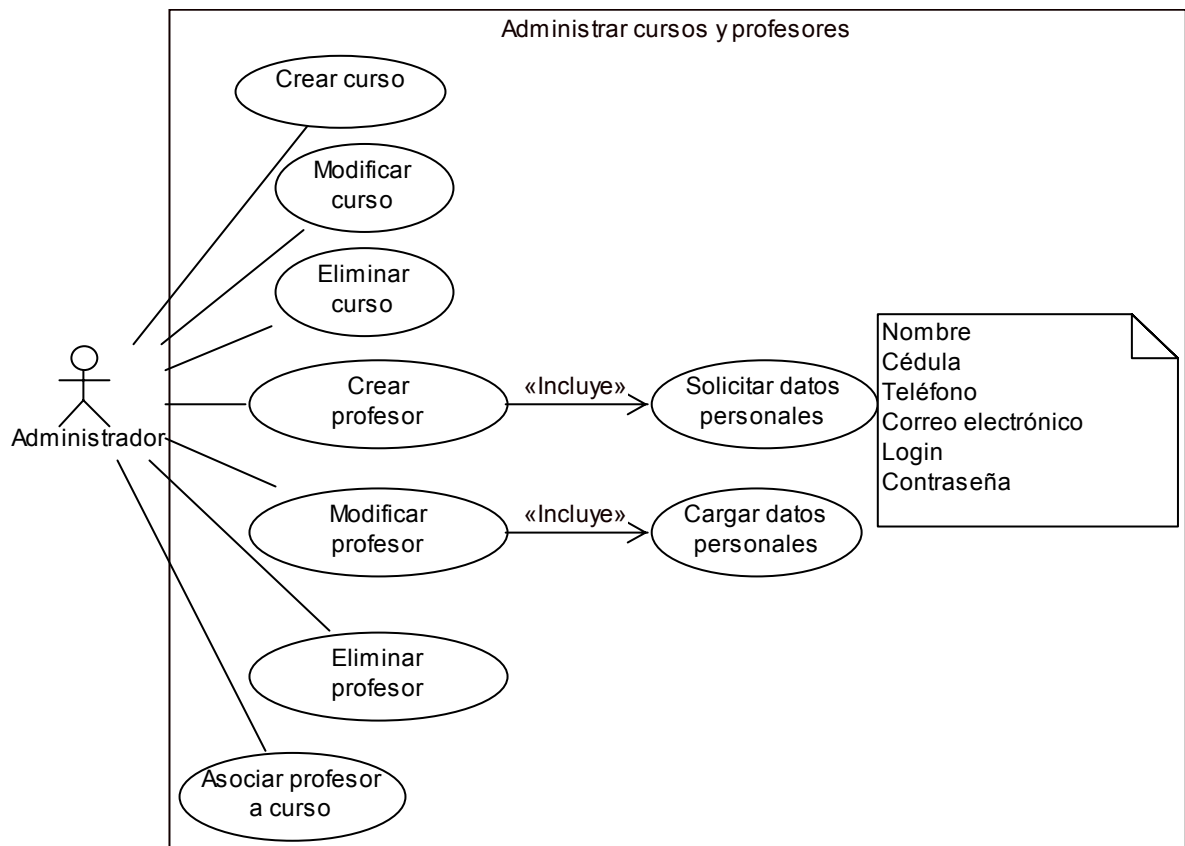
Administrar estudiante

El usuario profesor tiene la facultad de crear, modificar y eliminar usuarios estudiantes.



Administrar cursos y profesores

El usuario administrador es el encargado de crear, modificar y eliminar cursos y usuarios profesores.



5.4 DISEÑO

El diseño planteado en esta propuesta corresponde a un diseño básico de los ambientes informáticos desde la perspectiva del PS y la metodología MBOR. A continuación se presentan las orientaciones generales para su diseño, el diseño de los componentes y de la interfaz.

5.4.1 Orientaciones generales para el diseño

- El diseño debe ser orientado a objetos y basado en componentes.
- Cada componente debe estar compuesto por una capa de presentación y una capa de la lógica de dominio. La capa de presentación debe cambiar según el grado o edad de los estudiantes, teniendo en cuenta fondo, color, fuente, inclusión de animaciones, sonidos (leer el texto), entre otros.
- El acceso a la base de datos será centralizada a través de un componente con el objetivo de permitir los cambios en la forma como se almacena la información, ya sea el cambio de motor o cambios en la estructura; lo que se pretende es que a través de diferentes proyectos se logre encontrar una estructura estable y generalizada para aplicaciones de tipo educativo.

5.4.2 Diseño de componentes

A continuación se presentan los componentes básicos que deben tener los ambientes informáticos.

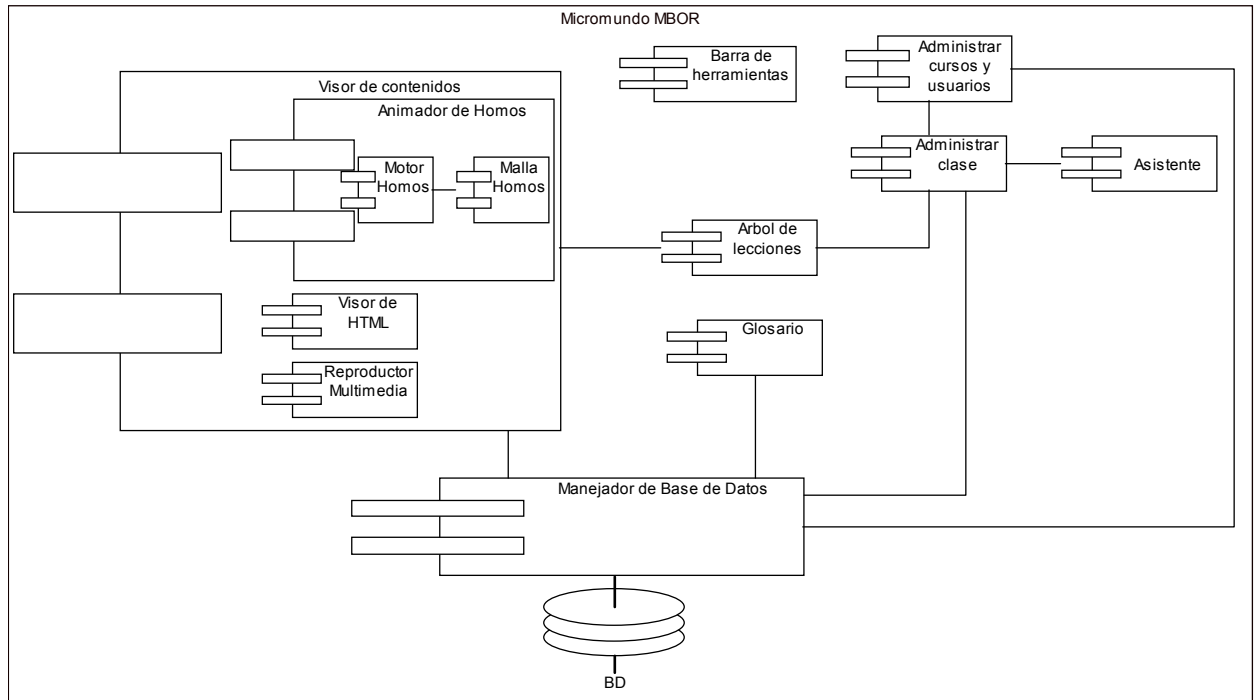


Figura 10. Diseño de componentes micromundo MBOR

- **Visor de contenidos:** Permite visualizar los contenidos asociados a la lección que incluyen el modelo en Homos, la página HTML y el apoyo multimedial. El visor incorpora reproductores para los diferentes tipos de archivos como imágenes, sonidos y videos.
- **Barra de herramientas:** Permite el acceso a las opciones del ambiente informático a través de iconos. La interfaz de este componente varía teniendo en cuenta el grado o edad de los estudiantes. Por ejemplo, para estudiantes de grados inferiores, que no leen aún, este componente debe reproducir a través de sonido las opciones de la barra de herramientas.
- **Administrar clase:** Este componente permite gestionar todo lo relacionado con las clases, es decir, programa el árbol de lecciones según el horario y fecha para los cuales la clase ha sido programada. Además, personaliza el asistente para brindar un acompañamiento al estudiante según la programación realizada por el profesor.
- **Asistente:** Este componente debe permitir cambiar su imagen, mostrar texto en forma de sugerencias y/o reproducirlo a través de sonido.

- **Árbol de lecciones:** Permite visualizar contenidos en forma de árbol, su presentación debe cambiar de acuerdo con el horario y la fecha para los cuales la clase ha sido programada.
- **Glosario:** Este componente permite la búsqueda de términos relacionados con las lecciones.
- **Manejador de base de datos:** Este componente centraliza el acceso y la actualización de los datos en el motor de base de datos. Contiene todas las instrucciones SQL y genera las estructuras necesarias para el funcionamiento del software. En caso de ser necesario el cambio de motor de base de datos o la estructura de la misma, se debe reemplazar únicamente este componente sin afectar el resto del código.
- **Administrar cursos y usuarios:** Este componente permite administrar el ingreso al software y acceso a las diferentes funciones según políticas de administración de los cursos.

5.4.3 Diseño de interfaz

El diseño aquí planteado sólo corresponde a unas orientaciones de lo que debe presentar la interfaz básicamente. Se debe contemplar que el usuario estudiante debe tener una interfaz diferente según la edad.

- **Árbol de lecciones**

Permite visualizar las lecciones en forma de árbol y a su vez, permite tener acceso a la pregunta de investigación, el modelo, los contenidos y las ayudas multimediales asociados a la lección (ver figura 11). En la parte superior aparece la barra de menú y una barra de herramientas que deben permanecer siempre visibles.

La configuración de la barra de herramientas depende de la edad del usuario de manera que para un estudiante de corta edad, los iconos de la barra deben ser grandes y para estudiantes de mayor edad los iconos deben ser más pequeños y deben ir acompañados por un menú textual.

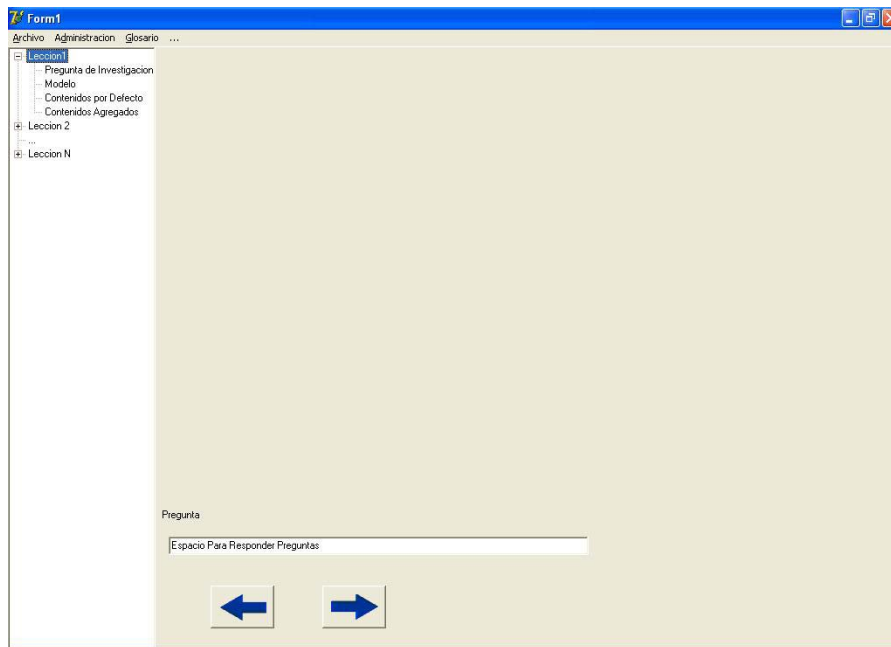


Figura 11. Árbol de lecciones

- **Visor de contenidos**

Permite visualizar los diferentes recursos asociados a las lecciones como pregunta de investigación (figura 12), modelo de Homos (figura 13), contenidos predeterminados de la lección (figura 14) y agregados (figura 15).

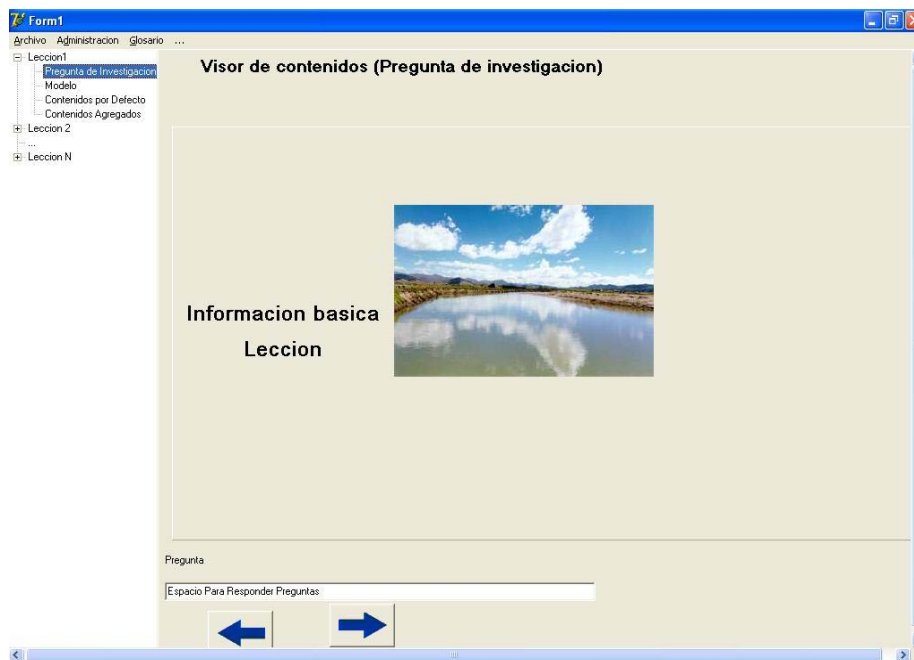


Figura 12. Visor de contenidos – Pregunta de investigación

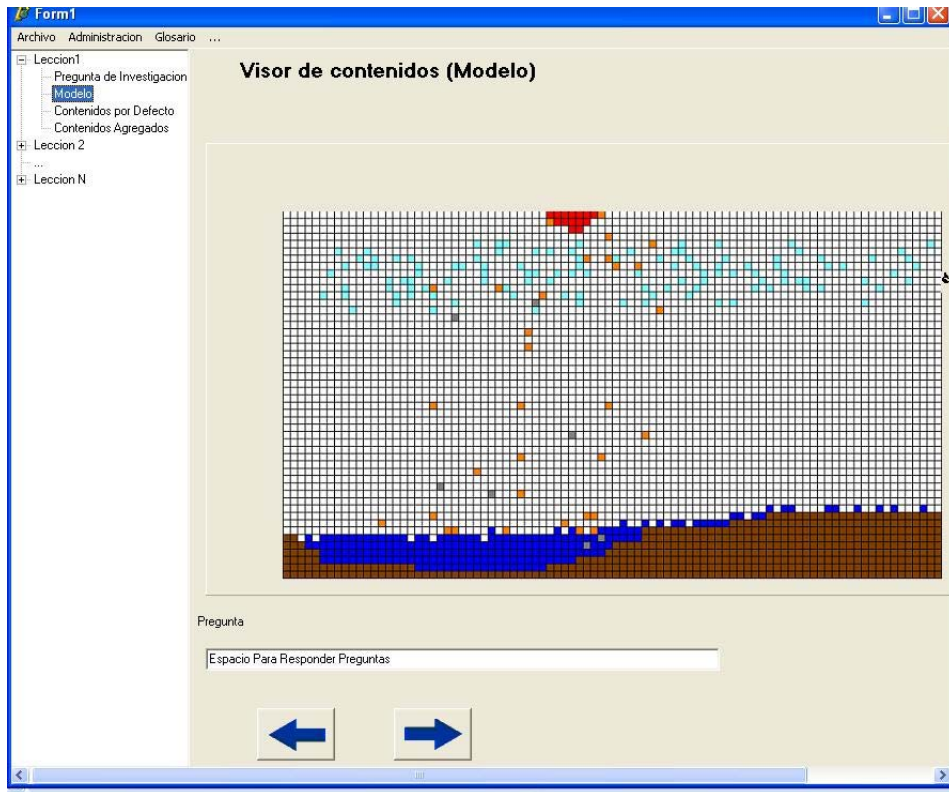


Figura 13. Visor de contenidos – Modelo de Homos



Figura 14. Visor de contenidos – Contenidos predeterminados

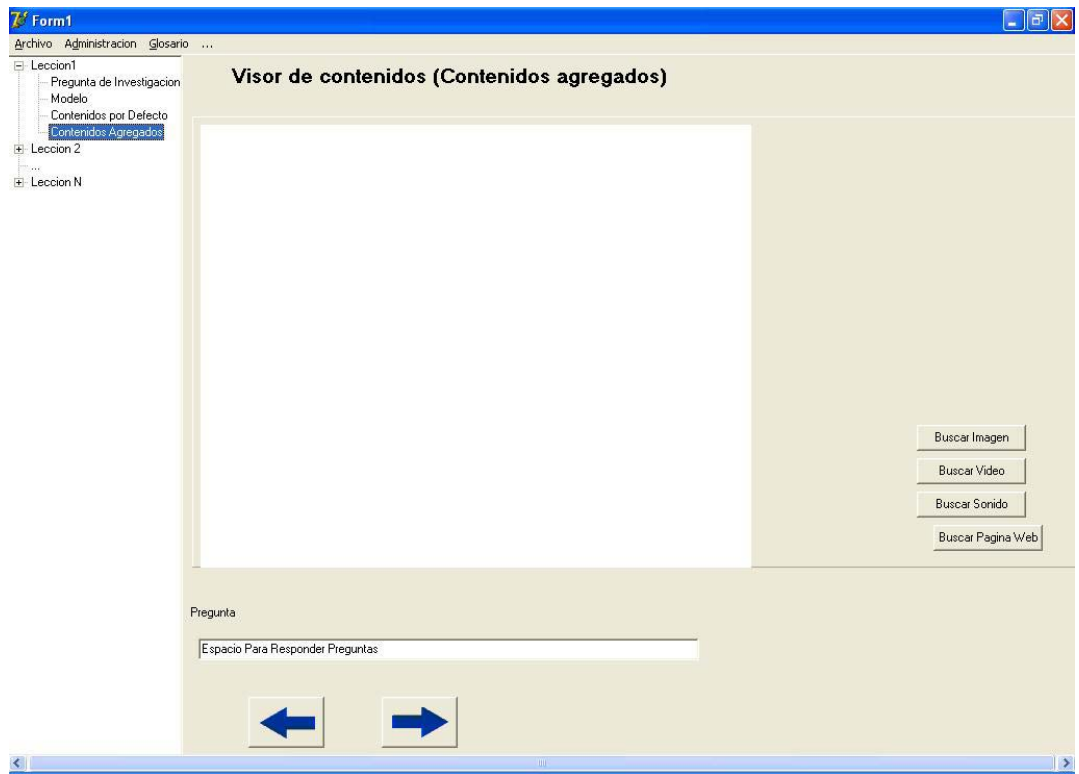


Figura 15. Visor de contenidos – Contenidos agregados

5.5 REFERENCIAS

ANDRADE, Hugo y GÓMEZ, Luis Carlos. (2006). Tecnologías Informáticas en la Escuela. Convenio Computadores para Educar – Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga: Ediciones UIS. 417 p.

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/cevaluacioncontextualizada-cacic2000.pdf>

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

GÓMEZ DEL CASTILLO, María. (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 y RODRÍGUEZ, José Luis. (1998). Ficha de evaluación de programas educativos de ordenador. Universidad Autónoma de Barcelona. España.

MARQUÈS, Pere. (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>

NAVAS, Ximena Marcela. (2006). Propuesta informática para la educación en el cambio, basada en ambientes de modelado y simulación. Un enfoque sistémico. Tesis de Maestría en Ingeniería. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

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

6. DESARROLLO DE EXPERIENCIA ESCOLAR

6.1 INTRODUCCIÓN

La experiencia escolar desarrollada incluye la realización de dos pruebas de receptividad del software MICRHO 1.0 con estudiantes de 4º y 5º primaria en dos instituciones educativas como parte del convenio CPE – UIS.

6.2 PRUEBAS DE RECEPTIVIDAD DEL SOFTWARE MICRHO 1.0

6.2.1 Prueba 1

Se realizó en la ciudad de Bucaramanga, en el Instituto Técnico Superior Dámaso Zapata - Sede La Ceiba, el día 25 de octubre de 2005. Se contó con la participación de 35 niños de cuarto grado (4º) de primaria y con la presencia del profesor de Informática, Francisco Javier Jaimes. Esta institución hizo parte del convenio CPE – UIS (2005). La actividad fue liderada por John Fredy Ortiz Ramos y Fabio Alberto Hernández Amaya, estudiantes de pregrado de Ingeniería de Sistemas y la Ing. Merly Sulgey Gómez S., estudiante de Maestría en Ingeniería.

- **Objetivos**

- Detectar inconvenientes presentados en la labor docente durante el desarrollo de una clase usando MICRHO 1.0. Dichos inconvenientes serán apreciados y medidos mediante la observación y las encuestas realizadas a los estudiantes y a los profesores presentes durante la prueba.
- Evaluar si el ambiente informático facilita la elaboración de conceptos a partir del trabajo y relación con los modelos propuestos en el mismo, en especial con los relacionados al tema del ciclo del agua, tema en el que se va a profundizar.

- **Actividades realizadas durante la prueba**

La prueba se planeó para una sesión de 90 minutos (hora y media), se hizo una reunión, antes de ejecutar la clase, con el profesor con el fin de instalar MICRHO en la sala de informática, comprobar su buen funcionamiento y descartar los equipos que no lo soportaban. Se desarrolló un plan de actividades a realizar el día de la prueba, así como un cronograma en el cual se estableció el tiempo para cada actividad.

La primera actividad que se desarrolló fue ubicar a los alumnos en los computadores en grupos de dos y se empezó a ejecutar la clase integrada, cuya planeación se puede ver en el anexo Q. La actividad se inició planteando la pregunta de investigación:

¿Sabes en cuántos estados existe el agua en la tierra y cuáles son?, para conocer los conceptos previos que tenían los alumnos con respecto al ciclo del agua. Así mismo se plantearon las siguientes preguntas de investigación relacionadas con la temática:

- ¿Cómo influye el sol en el agua de los mares y los ríos?
- ¿Cómo puede el hombre modificar el ciclo del agua? ¿Qué consecuencias pueden traer estas acciones?

Posteriormente se realizó una introducción al tema del ciclo del agua para luego entrar a usar la herramienta, para que los estudiantes la conocieran y se familiarizaran con ella, permitiendo que observaran la información adjunta como las lecturas y diagramas, para luego entrar al modelo específico.

Los estudiantes manipularon la herramienta, los botones y controles diseñados para manejar el modelo, señalando los elementos que lo componen y las acciones que realizan dentro del mismo. Para la experimentación con el modelo se plantearon las siguientes preguntas:

- ¿Qué sucede cuando el agua se evapora?
- ¿De dónde proviene el agua que cae cuando llueve?
- ¿Qué se hace el agua que cae cuando llueve?

Luego se dio libertad para que los estudiantes manejaran la herramienta a su gusto, es decir, ver los modelos, leer los textos, observar los videos que quisieran sin ninguna limitante, explorar Micrho con total independencia.

Después de esto se realizó un pequeño debate sobre el ciclo del agua, incluyendo las preguntas realizadas inicialmente para así contrastar las respuestas de los niños antes y después del trabajo con Micrho.

Por último se procedió a aplicar el cuestionario desarrollado sobre la actividad para así tener unos resultados escritos de la interacción de los niños con la herramienta y del aporte a su conocimiento (ver anexos O y R). Así mismo se aplicó el cuestionario al profesor de Informática que colaboró en la actividad para conocer su punto de vista con respecto a la herramienta (ver anexos O y S).

- **Observaciones**

- En esta actividad la mayoría de los niños estuvieron muy atentos respondiendo las preguntas, con lo cual se notó la disposición de ellos y el aporte de la herramienta a la comprensión de la temática vista.
- Los estudiantes, a medida que interactuaban con la herramienta, los modelos y en su lenguaje natural, iban manifestando lo que veían, explicaban el funcionamiento de los modelos y cuáles de las reglas que veían se aplicaban al mismo.
- Los niños mostraban los modelos que iban mirando e indicaban en cada uno las reglas que se aplicaban y en qué momento, así se evidenció que entendían a su manera cada modelo explorado y por ende la metodología basada en objetos y reglas.
- Se notó por parte de una buena cantidad de alumnos un gran interés por aclarar dudas con respecto a la herramienta.
- Se pudo notar la falta de interés por parte de algunos alumnos al no tener acceso exclusivo al computador (por el poco número de equipos los niños trabajaron en parejas), también se notó que varios niños no dejaban participar a otros para no perder el manejo del equipo, por lo que ciertos estudiantes no realizaron la actividad con total entusiasmo o no tuvieron la posibilidad de realizarla con dedicación, además de esto, debido a que cada niño no estaba en su computador, algunos copiaron las respuestas de la encuesta de sus compañeros.

- Así mismo convendría que para una próxima prueba pudiera estar además del profesor del área de Informática el profesor del área de Ciencias para ver el aporte que pueda realizar la herramienta en esta materia.
- **Conclusiones**
- Los resultados obtenidos, en términos generales, fueron muy positivos ya que en primer lugar se evidenció que la metodología MBOR es comprensible para los niños, la asimilan fácilmente, lo que indica que esta herramienta tiene un gran potencial y muchas posibilidades.
 - Analizando las diferentes respuestas obtenidas se puede ver que los usuarios asimilaban los conceptos que querían ser transmitidos, así como se observó interés en estos por explorar el contenido del software, es decir, los diferentes modelos, inclusive aquellos que no fueron explicados.
 - La prueba permitió detectar algunas falencias que presenta esta versión y que puede ser mejorada en la versión que se está desarrollando, tales como:
 - La gran cantidad de texto existente, esto hace que la herramienta se torne un poco monótona para los niños.
 - Los botones o enlaces no son claros, los niños encuentran los modelos o actividades más por prueba y error que por que estén concientes de sus acciones.
 - Al ingresar al tutorial de MBOR y explorarlo se genera un error que no permite avanzar.
 - Algunos niños ingresaban a inquietudes y sugerencias y notaban que este módulo no realizaba ninguna acción.
 - Se generaron nuevos requerimientos para la segunda versión de la herramienta. Requerimientos como:
 - Incluir las temáticas relacionadas con los modelos de una forma más didáctica como con videos y sonidos, y no tanto texto.
 - Hacer la herramienta más clara y comprensible para que sea mucho más fácil de navegar.
 - Hacer que los usuarios puedan interactuar con los modelos.
 - También se llegó a la conclusión de que si las imágenes mejoran en el aspecto visual se lograría que los niños se interesaran más por la exploración del software acercándose así a la consecución de los objetivos del mismo.

6.2.2 Prueba 2

Se realizó en el municipio de Suratá (Santander) en el Colegio Integrado Camacho Carreño Sede B, el día 4 de Septiembre de 2006, como parte de las actividades desarrolladas en el convenio Universidad Industrial de Santander - Computadores para Educar (UIS – CPE 2006). Se contó con la participación de 14 niños de quinto grado (5º) de primaria y con la presencia de las docentes de la sede. La actividad fue liderada por la Ing. Merly Sulgey Gómez Sánchez, tutora del convenio UIS – CPE.

- Objetivos

- Detectar facilidades y dificultades en el trabajo con el software Micrho 1.0 por parte de los estudiantes.

- Evaluar si el software facilita al estudiante la comprensión del tema “¿por qué existen los incendios?”, incluido en la herramienta Micrho 1.0, conociendo cuáles son los elementos que pueden provocar un incendio y cuál es su comportamiento.

- **Actividades realizadas durante la prueba**

La clase integrada, cuya planeación se puede ver en el anexo T, se inició con una motivación a los estudiantes a la actividad a desarrollar. Posteriormente se invitó a los estudiantes a responder la pregunta guía:

¿Por qué se producen los incendios?, luego se hizo una socialización con las respuestas, con el objetivo de conocer el modelo mental que tenían los estudiantes a cerca del tema a tratar.

A continuación se plantearon las siguientes preguntas que los estudiantes debían responder con la ayuda de la información brindada por MICRHO 1.0:

- ¿Cuáles son los elementos que participan para que exista el fuego?
- ¿Cómo evitar que comience el fuego?
- ¿Cuándo no se debe combatir el fuego?
- ¿Cuáles son los tipos de incendios forestales?

Los estudiantes ingresaron al software guiados por las indicaciones de la tutora y la ayuda de las docentes hasta llegar a “¿por qué existen los incendios?”, en donde empezaron a leer toda la información correspondiente al tema para luego responder las preguntas planteadas. Es importante mencionar que en el momento de la ejecución de esta prueba, las docentes de la sede ya conocían el software y habían operado con él. Luego, los estudiantes observaron el modelo de los incendios para luego hacer una descripción de lo observado y responder las preguntas experimentales:

- ¿A qué crees que se deba que la expansión del fuego se de más rápidamente?
- ¿Por qué no siempre obtienes los mismos resultados?
- ¿En qué elementos te basas para poder explicar el fenómeno de los incendios forestales?

Finalmente se hizo una socialización de las respuestas a las preguntas y se retomó la pregunta planteada inicialmente para determinar si la utilización de la fuente información y la experimentación con el fenómeno contribuyeron a la reconstrucción del conocimiento adquirido por el estudiante.

La prueba concluyó con un pequeño test para registrar las apreciaciones de los estudiantes acerca del trabajo con el software (ver anexos P y U).

- **Observaciones**

- Los estudiantes operaron fácilmente con el software y se sintieron atraídos por explorarlo.
- Las ventanas de cada ejercicio tienen demasiado texto para leer, con letra muy pequeña y con errores ortográficos. Algunos estudiantes sólo leían una parte porque se cansaban rápidamente y querían ver otras cosas.

- En algunos computadores el software presentó errores ocasionando en algunos casos que se bloqueara, obligándolos a reiniciar el programa.
- Al finalizar el trabajo con el modelo, algunos estudiantes exploraron otros ejercicios de MICRHO (Juguemos al Comegalletas, Hagamos crispetas, El tiempo y los relojes, etc.)

- **Conclusiones**

Según las respuestas dadas por los estudiantes en el formato de evaluación y lo comentado durante el desarrollo de la prueba, se puede concluir lo siguiente:

- Los estudiantes manifestaron haberse divertido con el software y a la vez pudieron aprender y refrescar algunos conocimientos.
- Durante la observación de la simulación del modelo, los estudiantes entendieron el fenómeno, algunos de ellos lo iban explicando a medida que se iba efectuando la simulación.
- En general los estudiantes manifestaron que les gustaría que Micrho tuviera más temas para poder trabajar con más frecuencia en las clases con esta herramienta.
- Manifestaron que les gustaron las imágenes, los colores y les pareció un software fácil de usar.
- Algunos sugirieron que se incluyan temas como: Los planetas, La naturaleza, Animales, temas de Matemáticas, entre otros.

7. CONCLUSIONES

El llevar el MBOR a la escuela constituye un reto de alto nivel de innovación para la escuela Colombiana que choca con barreras mentales, limitaciones de formación y conocimientos de la comunidad docente, junto con la resistencia al cambio que comúnmente se presenta en las organizaciones. Esta realidad no niega la posibilidad de alcanzar importantes logros en el reto propuesto, pero si demanda un alto nivel de calidad en la intervención, así como el considerar la tarea como un proceso a mediano y largo plazo.

Los resultados de esta investigación así como los logros de la intervención escolar permiten afirmar que, aún las limitaciones para llevar el MBOR a la escuela Colombiana, existen motivos y posibilidades suficientes para asumir este reto de innovación escolar, con la seguridad de que los logros cada vez serán más y mejores.

Teniendo en cuenta los fundamentos teóricos que guían el desarrollo de esta propuesta se puede afirmar que:

- Es evidente la coherencia entre el modelado y la simulación con objetos y reglas y el enfoque pedagógico constructivista, constituyéndose en una herramienta útil para este enfoque, facilitando en los estudiantes la reconstrucción de conocimientos y favoreciendo un aprendizaje más eficiente y significativo.
- La idea de explicación científica es análoga a la idea de modelo presentado en esta propuesta, en la medida en que el modelo de simulación se constituye en la síntesis de la explicación científica que se quiere que el estudiante entienda, y se convierta en útil para que pueda responder preguntas acerca del fenómeno objeto de estudio, plantearse y verificar hipótesis y deducir otras experiencias a través de la experimentación con el modelo.

La experiencia de campo vivida en el marco de los convenios CPE – UIS durante los últimos tres años, que permitió llegar a más de 600 escuelas de cinco departamentos y más de 3000 profesores, permite afirmar que el llevar el MBOR a la escuela como parte de un proyecto de informática en la educación, facilita el llevar esta estrategia a las escuelas y las hace receptivas a propuestas de mejoramiento e innovación pedagógica.

Las actividades desarrolladas directamente con los estudiantes durante el trabajo de campo en las instituciones educativas tanto urbanas como rurales, permiten asegurar que el hecho de no tener fácil acceso a las TI no se constituye en una barrera para hacer la difusión de la propuesta de MBOR en las escuelas. Por el contrario, independientemente de este aspecto los estudiantes la acogen rápidamente y disfrutan de las posibilidades que ofrecen estos ambientes informáticos de experimentación simulada.

8. RECOMENDACIONES

Desarrollar una experiencia y hacerle seguimiento en una dinámica de investigación acción aplicada, identificando logros, posibilidades y limitaciones y reformulando de manera continua la propuesta de llevar el MBOR a la escuela.

Desarrollar un ambiente informático educativo basado en el modelado y la simulación con objetos y reglas teniendo en cuenta el análisis y diseño formulados en esta tesis, teniendo en cuenta que puede ser formulado por trabajos de pregrado en campos como Ingeniería de Sistemas, Diseño Industrial y Licenciatura.

Continuar la publicación de esta experiencia, de la cual no se ha identificado par alguno en el contexto nacional e Iberoamericano y que, por su nivel de cobertura, se constituye en única a nivel internacional.

En el marco del convenio CPE-UIS 2008 establecer mecanismos de colaboración y seguimiento a las escuelas acompañadas en el 2007, para apreciar la sostenibilidad o no de los logros del año de acompañamiento.

ANEXOS

A. Agendas de actividades desarrolladas en las jornadas de formación (Convenio CPE – UIS 2006).

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	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 , HOMOS, Capítulo 8 páginas 207-221 Este taller va dirigido más a la

	un cambio en las prácticas educativas	además retomar la temática de la evaluación del software vista en la jornada de la mañana.	parte de la administración de los mac(crear usuarios, adicionar contenidos, crear clases)
4:00-4:15	Descanso		
4:15-6:00	D.S y MBOR 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 Usar Animadores (clases integradas con D.S.)	MAC primaria, MAC media, MAC 4-5, MAC 6-7 Y MICRHO . Capitulo 8 páginas 207-221. Animadores, libro, Internet. 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	Orientaciones generales y proyectos (video, orientaciones escritas y manual de usuario)

		desarrollar en red escuela. Plantear metas para las instituciones en Red Escuela.	
4:00-4:15	Descanso		
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	Páginas 135-148

		informática o de nivel avanzado. El resultado debe ser un diseño básico de la página.	
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

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	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.

			en Redescuela. -TALLER OPCIONAL: Que los docentes aprendan a incluir las SPA y temáticas en SAHI Software		
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 realizaran 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 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 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	Dentro de las metas incluir y publicar en el corcho una reflexión sobre la postura actual y la futura.

				Libro Página 277 Capitulo 13 Libro Página 257 Capitulo 12	
--	--	--	--	--	--

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 y 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 y MBOR)	Clases integradas con modelado y simulación	-Taller con MACPrimaria para que afiancen el manejo de la herramienta. -Reflexión	-Taller Ricardo -MACPrimaria (CD 4 y 5 jornada). -Ejemplos de clases integradas en lenguaje	-Aplicación y registro de las clases discutidas en jornada (Deben ejecutarse

			alrededor del los ejemplos de las clases integradas con modelado y simulación. - Proponer modelos (lenguaje en prosa)	prosa y con animadores.	durante el lapso de la quinta y tercera visita). - 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.	Libro Pagina 357, 379, 403	- Que los conceptos queden bastante claros. - Que se establezcan políticas y compromisos institucionales para

			- Cada institución realice una pequeña exposición dando a conocer a las demás instituciones lo que tienen.		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.

B. Formato de apreciación del profesor sobre el modelado y la simulación en la educación primaria, básica y media.

**FORMATO DE APRECIACIÓN DEL PROFESOR SOBRE EL MODELADO Y LA
SIMULACIÓN EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA, BÁSICA Y MEDIA
CONVENIO CPE – UIS 2006**

Estimado profesor, le pedimos el favor de contestar el siguiente cuestionario de la manera más sincera posible. La sinceridad en sus respuestas nos brindará información importante para mejorar nuestra labor en las sedes de las instituciones educativas que acompañamos en el proyecto de CPE.

Tenga presente que cuando hablemos de Modelado y Simulación usaremos las letras MS y estamos hablando de Dinámica de Sistemas y/o de Modelado Basado en objetos y Reglas (MBOR), es decir de Homos.

Recuerde que para Dinámica de Sistemas usamos Evolución y los MAC y para Modelado Basado en Objetos y reglas usamos Homos y Micrho.

Institución Educativa:	
-------------------------------	--

1- Qué cree es lo que, principalmente, dificulta el usar el MS en la educación?

2- Qué aportes cree puede brindar el MS a la educación si se lograra usar de una buena manera:

3- Qué tan fácil le parece operar con los siguiente software de MS: (califique de 1 a 5; 1 para poco fácil y 5 para muy fácil) si algún software le parece muy difícil diga porqué (si no conoce el software, no conteste)

Software de MS	1	2	3	4	5
Evolución 3.5:					
MacPrimaria					
Mac67 1.0					

Mac45 1.0					
MacMedia 1.0					
Homos 1.0					
Micrho 1.0					

4- Qué enfoque pedagógico cree que facilita el uso del MS?:

5- Qué tan fácil puede ser llevarlo a la práctica: (califique de 1 a 5; 1 para poco fácil y 5 para muy fácil):

1	2	3	4	5

6- Los aspectos matemáticos del MS, como el uso y lectura de gráficas (XY), qué tanto dificultan la aplicación del MS en la educación? (califique de 1 a 5; 1 para poco dificulta y 5 para el caso en que dificulta mucho):

1	2	3	4	5

7- En general el hecho de que el MS tenga como base aspectos matemáticos, que tanto cree que dificulta su uso en la educación? : (califique de 1 a 5; 1 para cuando poco dificulta y 5 para el caso en que dificulta mucho):

1	2	3	4	5

8- Subraye las áreas para las cuales considera útil el uso del MS en la educación: Sociales, Matemáticas, Literatura, Ciencias, Todas, Otras:

9- De lo que usted aprecia que se puede hacer con el MS en la escuela, que tanto aporta para mejorar las educación? (califique de 1 a 5; 1 para aporta poco y 5 para aporta mucho):

1	2	3	4	5
----------	----------	----------	----------	----------

--	--	--	--	--

10- El usar el MS en la escuela, usted lo aprecia como una carga más o como algo que puede aportar a mejorar y facilitar la educación? (conteste y explique su respuesta)

11- Lo que aprecia que se hace con MS, aporta o entra en choque con lo que usted comúnmente usa de los libros? (conteste y explique su respuesta)

12- Usted cree que los estudiantes pueden hacer un buen uso del MS y lograrán aprovechar los aportes de la misma? (conteste y explique su respuesta)

13- Usted cree que un modelo de simulación le puede reportar resultados confiables? (conteste y explique su respuesta)

14- Qué cree más útiles, las fórmulas de los libros o los modelos de simulación que se desarrollan relacionados con dichos temas? : (conteste y explique su respuesta)

15- El MS, facilita o dificulta el cumplimiento de los programas de cada área? (conteste y explique la respuesta)

16- Qué dificultades cree que hay para que el MS, aporte a la educación. De lo siguiente señale lo que considere dificultades:

	A	La poca formación matemática de los profesores.
	B	Los pocos ejemplos o materiales útiles para todas las áreas.
	C	La falta de tiempo de los profesores.
	D	El poco interés de los profesores.
	E	El poco interés de los estudiantes.
	F	El poco tiempo de formación de los profesores en este tema.
	G	Lo dificultades para operar el software.
	H	Los horarios de trabajo que no facilitan el trabajo en equipo de los profesores.
	I	Cual Otra:

17- De lo siguiente, a que le puede aportar el uso del MS en la educación:

	A	A aplicar un enfoque pedagógico constructivista.
	B	A desarrollar una mayor capacidad de reflexión en los estudiantes.
	C	A desarrollar las formas de pensamiento dinámico sistémico, para el estudio de fenómenos complejos.
	D	A desarrollar proyectos integrados en la escuela.
	E	A apoyar proyectos de investigación escolar.
	F	A mejorar los proyectos productivos.
	G	A un uso de la Informática para todas las áreas.
	H	A aprender mejor los diferentes temas de estudio.
	I	Al desarrollo de la creatividad en los estudiantes.
	J	Cual Otra:

C. Encuestas a profesores sobre el modelado y la simulación en la educación.

Estas encuestas se encuentran en el CD anexo al documento de esta tesis.

D. Consolidado de información recogida acerca de las apreciaciones de los profesores sobre el modelado y la simulación en la educación.

**CONSOLIDADO DE ENCUESTAS A CERCA DE LA APRECIACIÓN DEL PROFESOR
SOBRE EL MODELADO Y LA SIMULACIÓN EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA,
BÁSICA Y MEDIA. CONVENIO CPE – UIS 2006**

Esta encuesta se aplicó a 150 docentes pertenecientes a las instituciones educativas participantes en el desarrollo de la Fase de Profundización del Convenio CPE-UIS 2006.

1. ¿Qué cree es lo que, principalmente, dificulta el usar el MS en la educación?

- Docentes sin posibilidad de acceso a los computadores
- Los prototipos, ya que por su complejidad, hacen un poco difícil su entendimiento por parte de los estudiantes
- Manejo del computador por parte de los estudiantes
- Falta de capacidad de los computadores para correr los programas de MS
- Tiempo, debido a la complejidad del tema se necesita más tiempo para conocer el recurso y manejarlo adecuadamente
- No querer afrontar los cambios y continuar inmersos en el método tradicional de enseñanza.
- La dificultad no radica en el modelo, sino en el tutor que lo explique
- Poco deseo de los docentes por actualizarse
- Lo que se dificulta explicar es el comportamiento que se da por medio de gráficas ya que es un poco difícil y se debe conocer más
- No lo podemos aplicar a los alumnos de grados inferiores como de preescolar a segundo
- Falta del enriquecimiento de una práctica pedagógica en la implementación en el uso de las TI
- La práctica pedagógica sin la contextualización de un modelo pedagógico adecuado, moderno, y que no tiene como centro el desarrollo del Pensamiento sistémico y otras formas del pensamiento
- Dificultad en los horarios para el uso de la sala de informática debido a la población estudiantil
- Las limitaciones que se dan en el sector oficial en educación, hacen muy lenta la llegada de la mayoría de los estudiantes a las nuevas tecnologías
- La consecución del software educativo es poco accesible a los presupuestos de las instituciones oficiales
- El temor que les genera el cambio
- El hecho que esta metodología únicamente puede ser utilizada en Matemáticas, Física y Ciencias
- Falta de conocimientos, información y capacitación que los profesores tienen sobre el tema de modelado y simulación, sobre conocimientos informáticos y sobre el manejo del software que se emplea para introducir el tema del modelado y la simulación al interior de las instituciones
- Hay quienes manifiestan no tener ningún tipo de dificultad en el uso del modelado y la simulación en la educación

2. ¿Qué aportes cree puede brindar el MS a la educación si se lograra usar de una buena manera?

- Brinda un ambiente agradable de trabajo entre profesor y estudiante
- Apropiación de conceptos nuevos por parte de los estudiantes más eficazmente
- Le facilita al estudiante entender más sus clases en las diferentes áreas y calcula las gráficas con mas precisión
- Mejorar la calidad de la educación
- Los estudiantes logran aprendizajes significativos, ya que pueden al mismo tiempo ver imágenes, escuchar sonidos, ver videos, manteniendo de esta forma la atención y motivación durante el tiempo que dura la actividad
- En ciertos temas se pueden mirar los pro y los contra de un fenómeno hacia el futuro y tomar conciencia de este evitando muchos inconvenientes
- Estudiante con actitud crítica e investigativa que lo va a ayudar a resolver las situaciones que se le presenten en su vida cotidiana
- Enseñar a los estudiantes a observar y describir el comportamiento de algunos fenómenos naturales
- La propuesta tecnológica se convierte en una herramienta didáctica y pedagógica que, bien utilizada, puede contribuir grandemente en ser un elemento potenciador para la búsqueda del mejoramiento de la calidad educativa. Su aplicación adecuada posibilita la generación de procesos de formación dinámicos propiciando el enriquecimiento del aprendizaje y el mejoramiento de la calidad en la actividad pedagógica
- Facilita el desarrollo del pensamiento sistémico, el mejoramiento en la utilización de las herramientas tecnológicas en la práctica educativa, el estudio de fenómenos, a través de la simulación, etc.
- Estimula la investigación en el estudiante, llevándolo a cuestionamientos de sus saberes previos, formulando hipótesis para poder sacar sus propias conclusiones
- Puede permitir al alumno llevar a la práctica los conocimientos adquiridos teóricamente
- Mejorar tanto en el alumno como en el docente sus capacidades intelectuales e investigativas, sus habilidades y destrezas
- Permite hacer de la clase una experiencia más dinámica, más entretenida, lo cual conlleva a una mayor atención por parte de los alumnos hacia los temas estudiados.

3. ¿Qué tan fácil le parece operar con los siguientes software de MS? (Califique de 1 a 5; 1 para poco fácil y 5 para muy fácil) si algún software le parece muy difícil diga porqué (si no conoce el software, no conteste)

Software de MS	1	2	3	4	5	No Resp.
Evolución 3.5:	18	12	43	44	19	14
MacPrimaria	5	4	15	44	64	18
Mac67 1.0	10	7	14	28	16	75
Mac45 1.0	9	7	12	23	15	84
MacMedia 1.0	10	7	17	35	16	65

Homos 1.0	7	9	25	38	17	54
Micrho 1.0	8	4	21	39	30	48

4. ¿Qué enfoque pedagógico cree que facilita el uso del MS?

- Enfoque constructivista porque en éste se busca que el estudiante sea el constructor de su propio conocimiento, a través de las orientaciones y de las herramientas facilitadas por el docente
- Enfoque cognitivo-afectivo en el que se desarrollan las temáticas, se socializan con los alumnos y se refuerzan utilizando MS, en donde los alumnos tienen la oportunidad de experimentar con los simuladores
- Se pone en práctica el aprender haciendo, que es lo que pide la educación moderna que se ponga en práctica
- Enfoque constructivista pues promueve la participación del estudiante, convirtiéndolo en un agente activo en el proceso de aprendizaje y redefine el papel del docente a un orientador del proceso.
- Un enfoque que facilita el proceso de aprendizaje en el alumno y mejora el proceso de construcción de conocimientos
- El enfoque por medio del cual las clases se tornan más dinámicas e interesantes
- Enfoque dinámico
- Autoaprendizaje

5. ¿Qué tan fácil puede ser llevarlo a la práctica? (Califique de 1 a 5; 1 para poco fácil y 5 para muy fácil)

1	2	3	4	5	NO RESP
8	9	42	70	19	2

6. Los aspectos matemáticos del MS, como el uso y lectura de gráficas (XY), ¿qué tanto dificultan la aplicación del MS en la educación? (Califique de 1 a 5; 1 para poco dificulta y 5 para el caso en que dificulta mucho)

1	2	3	4	5	NO RESP
23	33	46	26	15	7

7. En general el hecho de que el MS tenga como base aspectos matemáticos, ¿qué tanto cree que dificulta su uso en la educación? (Califique de 1 a 5; 1 para cuando poco dificulta y 5 para el caso en que dificulta mucho)

1	2	3	4	5	NO RESP
21	30	46	29	17	7

8. Subraye las áreas para las cuales considera útil el uso del MS en la educación:
 Sociales, Matemáticas, Literatura, Ciencias, Todas, Otras.

Matemáticas	58
Sociales	43
Ciencias	56
Literatura	7
Informática	1
Física	6
Química	1
Estadística	7
Educación Física	1
Artística	1
Religión	1
Todas	72

9. De lo que usted aprecia que se puede hacer con el MS en la escuela, ¿Qué tanto aporta para mejorar la educación? (califique de 1 a 5; 1 para aporta poco y 5 para aporta mucho)

1	2	3	4	5	NO RESP
1	4	10	48	83	4

10. El usar el MS en la escuela, ¿usted lo aprecia como una carga más o como algo que puede aportar a mejorar y facilitar la educación? (conteste y explique su respuesta)

Del total de encuestados, 142 docentes (94.7%) consideran el uso de MS en la escuela como un aporte para la educación por razones como las expresadas a continuación:

- Porque facilita el proceso de enseñanza – aprendizaje y se hace más fácil y agradable para los educandos por medio del juego
- Mejora la educación y forma mejores estudiantes con gran sentido hacia la investigación, pues observan desde el computador el comportamiento de los fenómenos
- Aporta pero no deja de tener cierto grado de complejidad
- Ayuda a los programas para desarrollar y despertar en el estudiante más expectativas en todas las áreas con sus diferentes temas
- Aporta para mejorar y facilitar la educación porque se deja de lado la metodología tradicional donde el estudiante es un ser pasivo y se pasa a la pedagogía activa donde el estudiante es el protagonista y artífice de su propio conocimiento, y por lo tanto se muestra mas motivado y aprende mucho más.
- Es un recurso muy valioso que nos permite mejorar la evaluación de fenómenos que deseamos saber cómo se proyectarán en un tiempo determinado, permitiendo enriquecer el quehacer pedagógico.

- Lo considero un recurso importante para mejorar el proceso de aprendizaje, puesto que facilita el aprendizaje de los temas, desarrolla la atención, comprensión, creatividad y habilidades de los educandos, integra informática con las demás áreas del conocimiento y el trabajo en equipo, aunque esto represente un poco esfuerzo y dedicación por parte del docente
- Creo que todo conocimiento que ayude a mejorar la calidad del aprendizaje debe ser acogido
- A los docentes nos facilita desarrollar el proceso de enseñanza por que se convierte en una herramienta que nos permite reforzar el conocimiento adquirido
- No es una carga más ya que la Informática facilita más el interés de los estudiantes por mejorar su proceso académico.
- El MS y especialmente los Mac y Micrho aportan y facilitan el proceso de enseñanza aprendizaje, por ello se constituyen en una excelente herramienta para la educación
- Facilita y optimiza la labor como docente y el aprendizaje en los estudiantes
- MS es un recurso que juega un papel dinamizador, las clases parecen un juego en donde los procesos de construcción y reconstrucción del conocimiento contribuyen a la creación de buenas y nuevas ideas a través de sus experiencias
- El estudiante puede desarrollar mecanismos de autoaprendizaje de manera entusiasta y lúdica ya que la tecnología es atractiva para él
- Lo aprecio como algo que puede facilitar la educación porque ya viene diseñado y se facilita más el trabajo
- Lo aprecio como algo que puede aportar a mejorar y facilitar la educación, porque desde este punto de vista los estudiantes futuros llevarán consigo unas muy buenas bases orientadas a enfrentar un mundo moderno
- Es una valiosa ayuda pedagógica porque se lleva al estudiante a analizar y hallar respuestas más reales sobre cualquier fenómeno complejo y de interés actual
- Es una herramienta más que puede aportar actividades de refuerzo y hasta recreación productiva en el área
- Aporta porque uno puede hacer que el estudiante al mismo tiempo vaya conociendo muchas áreas en una misma clase porque MS le facilita el trabajar en cada una de ellas
- Es una propuesta agradable, facilitadora de la actividad pedagógica y nos permite generar procesos dinámicos, enriquecidos en el fortalecimiento de la actividad mental, mejorando los procesos de pensamiento y en general el aprendizaje a través del uso de las TI
- Su buen uso permite al estudiante expandir su mente y sus posibilidades hacia la exploración de nuevas formas de acceder al conocimiento
- Un reto que nos lleva a mejorar la calidad de la educación

Los 8 docentes restantes (5.3%) consideran que el MS en la educación es una carga por razones como:

- Este tema se nos hace un poco complicado y no tenemos el dominio suficiente para abordarlo
- No se cuenta con las herramientas necesarias para utilizarlo
- Representa una carga para los docentes que muestran poca actitud de cambio, porque exige mayor compromiso por parte del docente

11. Lo que aprecia que se hace con MS, ¿aporta o entra en choque con lo que usted comúnmente usa de los libros? (Conteste y explique su respuesta)

Del total de encuestados, 140 docentes (93.3%) consideran que lo que se hace con MS aporta porque:

- Es un mecanismo que hace más agradable la clase
- Contribuye a la investigación y es un complemento a la educación
- Es una ayuda, pero tampoco podemos desconocer que los libros juegan un papel importante en la educación, ya que es la herramienta más común y a la que más fácil acceso se tiene
- Con la metodología que venía aplicando anteriormente con mis estudiantes, sí entraba en choque, pero con la nueva visión que tengo sobre mi quehacer pedagógico no, ya que debemos ofrecerle a los estudiantes recursos que les faciliten su aprendizaje y los hagan ser investigativos
- Es complemento de lo que se trata teóricamente, aunque con un enfoque diferente. Además, se tiene la oportunidad de ver cómo se da un fenómeno y eso, ningún libro lo enseña
- Es un tema un poco inusual por parte de los docentes debido al grado de complejidad del mismo
- Debo estar abierto al cambio para mejorar la calidad de mi trabajo como docente
- Lo que se hace con MS indudablemente es una forma más dinámica del estudio determinado de fenómenos o procesos que se abordan en los libros, por lo cual considero que MS es una herramienta que mejora y fortalece los procesos estudiados en los libros
- Permite que el estudiante establezca comparaciones para construir y reconstruir sus conocimientos
- Es algo innovador que aporta conocimientos y crea nuevas expectativas con respecto al proceso de enseñanza aprendizaje
- Enriquece la capacidad de análisis para el desarrollo del pensamiento

Los 10 docentes restantes (6.7%) consideran que el MS entra en choque porque:

- Los libros están llenos de grandes teorías y poca práctica
- Estamos aprendiendo algo nuevo para mi formación como docente y la idea es aplicarlo satisfactoriamente
- Aunque lo quería enseñar de los ejemplos que traen las guías, no lo pude hacer porque no lo entiendo

12. ¿Usted cree que los estudiantes pueden hacer un buen uso del MS y lograrán aprovechar los aportes de la misma? (Conteste y explique su respuesta)

Del total de encuestados, 149 docentes (99.3%) consideran que los estudiantes sí pueden hacer buen uso del MS porque:

- Al estudiante le gusta el trabajo con los computadores y se les facilita el manejo de las actividades

- Los estudiantes pueden avanzar más, pero el docente debe estar bien preparado y debe motivar a los estudiantes
- Sí, pero manejarla necesita tiempo, es un proceso a mediano plazo
- Es una herramienta muy buena para el autoaprendizaje
- Con MS se logran unas clases más dinámicas y motivantes, porque permiten al estudiante interactuar y experimentar, cosa que en la vida real no puede hacer en corto tiempo
- Los estudiantes se pueden proyectar. En mi caso personal cuando trabajé el modelo de la planta, me di cuenta que habían otros factores que influían en ésta y aprendí más sobre el tema
- Considero que los conocimientos adquiridos aquí pueden motivar al estudiante a simular sus propios fenómenos
- Claro que sí, pero esto requiere práctica con el recurso computacional
- Esto hace que los estudiantes lean, investiguen, y conozcan más acerca de los temas que se estudian
- Los estudiantes pueden hacer buen uso, siempre y cuando tengan buenas orientaciones relacionados con el software
- Es fundamental que los docentes nos apropiemos del manejo adecuado del MS, para que esto se vea reflejado en unas buenas prácticas pedagógicas en nuestros estudiantes
- Los estudiantes de hoy están más al tanto de los avances tecnológicos que hasta el propio docente, y al momento de plantearle un fenómeno, ellos lo aplicarán de manera correcta y aprovecharán los aportes, claro está con las debidas indicaciones
- El mismo estudiante puede sacar conclusiones y esto lo lleva a construir su conocimiento
- Ellos deben aprender a ser más dinámicos, recursivos e investigativos
- Les permite el estudio de fenómenos a través de la simulación, y en general le facilita herramientas que dinamizan su aprendizaje
- Es posible que después de una práctica constante se logre un aprendizaje significativo

Sólo un (1) docente (0.7%) considera que:

- Los alumnos no pueden hacer buen uso del MS en la educación ya que tienen bastantes restricciones en cuanto a tiempo e instrumentos y de esta manera pueden llegar a descuidar aspectos importantes de las materias

13. ¿Usted cree que un modelo de simulación le puede reportar resultados confiables? (Conteste y explique su respuesta)

- Los resultados no van a ser confiables al 100%, pero enseña a conocer ciertos fenómenos y me puede aproximar a la realidad, lo cual me facilita el estudio y proyección de dicho fenómeno
- Son confiables si el programa no tiene errores
- Sí, porque es un programa confiable, creemos que fue elaborado por personas capacitadas, conocedoras del tema
- Sí, ya que vemos los gráficos que nos ayudan a observar el proceso
- Sí, porque el modelo trae datos preestablecidos

- Sí, porque se está usando la tecnología como base principal en la realización de actividades y se están usando datos concretos
- Sí, porque uno los elabora de acuerdo a datos reales, a elementos que se manejan en el entorno escolar o en la vida diaria
- Si, cuando el modelado de simulación es realizado bajo las condiciones adecuadas, es decir, tanto la herramienta tecnológica, el operador y los datos utilizados son los adecuados
- Sí, porque los modelos trabajados tienen bases matemáticas
- Pueden ser confiables en tanto la información suministrada para el proceso de simulación sea confiable y el modelo sea abordado de la manera adecuada

14. ¿Qué cree más útiles, las fórmulas de los libros o los modelos de simulación que se desarrollan relacionados con dichos temas? (Conteste y explique su respuesta)

- Es en la experiencia que se alcanza a construir un aprendizaje significativo, y el modelado y la simulación nos dan la herramienta indicada para esto
- Los libros contienen las fórmulas, pero si yo programo mis equipos con las fórmulas de los libros, van a ser útiles las dos.
- La simulación del fenómeno, porque es un proceso dinámico que me recrea el fenómeno
- Obviamente que los MS, no es lo mismo leer o imaginar cómo se da un fenómeno, que es lo que dicen los libros, a interactuar con él simulando y experimentando. Además, los libros no permiten que los estudiantes desarrollen plenamente su capacidad de reflexión y creatividad.
- Ambos recursos gozan de gran utilidad, dependiendo de la intención con la cual se usan, indudablemente que los modelos de simulación nos brindan herramientas pedagógicas que facilitan actividades que con el uso de los libros no serían posibles
- Los dos instrumentos se complementan ya que unos se limitan a prestar la información teórica necesaria y los otros se dedican a llevar a la práctica esta teoría. Así mismo, la integración de estas dos herramientas puede traer consigo el enriquecimiento de la educación
- Los modelos de simulación, ya que son una manera más atractiva y dinámica de llevar el conocimiento a los estudiantes. Además, las fórmulas son mucho más difíciles de trabajar que los modelos. Los modelos arrojan mejores resultados y son una manera de lograr que los alumnos trabajen con más entusiasmo al utilizar el computador como herramienta intermedia
- Son más útiles los libros ya que es más sencillo trabajar con estos que con los modelos de simulación

15. El MS, ¿facilita o dificulta el cumplimiento de los programas de cada área? (Conteste y explique la respuesta)

Facilita porque:

- Se hace más agradable el trabajo pedagógico
- Los estudiantes ven el recurso más dinámico y los anima a aprender
- El estudiante aprende en forma autónoma
- Aprender de esta manera si se puede llamar aprendizaje, ya que no es lo mismo lo que se experimenta directamente que lo que se explica en un texto

- Permite vivir experimentalmente las temáticas, es claro que no es en todos los temas, teniendo en cuenta que no todas las áreas tienen contenidos del MS, pero que con la creatividad del docente puede llegar a desarrollar nuevas temáticas y con la ayuda del grupo SIMON y la UIS.

Además:

- Facilita el cumplimiento de los programas y, mirándolo de una manera más amplia, nos facilita la generación de procesos de aprendizaje en el desarrollo de los programas más que el desarrollo de contenido.
- Facilita por la metodología pero se presentarían dificultades en algunos temas que no podamos desarrollar con MS
- Facilita la comprensión y despierta el interés de los estudiantes evitando la pesadez, flojera en las evaluaciones y aporta al sentido de pertenencia.
- Facilita el cumplimiento ya que es posible, por medio de estos, profundizar en los temas abordados en las diferentes asignaturas, así mismo es posible adaptar el MS a cada uno de los temas estudiados en las aulas y dar a conocer a los estudiantes la real aplicabilidad de los temas de estudio.
- Por una parte facilita y por otra implica profundizar más algunas temáticas
- Al principio puede dificultar el cumplimiento de los programas, pero lo importante no es la cantidad de temas que se den aunque los estudiantes no alcancen a comprenderlos, sino que lo poco que vean lo asimilen y lo puedan poner en práctica relacionándolo con su vida diaria, eso es más significativo.

Y:

- Lo dificulta en cuanto lleva mucho más tiempo su implementación e instrucción a los alumnos y por que existe escaso material para trabajar con éste.

16. ¿Qué dificultades cree que hay para que el MS, aporte a la educación? De lo siguiente señale lo que considere dificultades:

57	A	La poca formación matemática de los profesores.
74	B	Los pocos ejemplos o materiales útiles para todas las áreas.
54	C	La falta de tiempo de los profesores.
69	D	El poco interés de los profesores.
27	E	El poco interés de los estudiantes.
91	F	El poco tiempo de formación de los profesores en este tema.
71	G	Las dificultades para operar el software.
63	H	Los horarios de trabajo que no facilitan el trabajo en equipo de los profesores.
	I	Cual Otra: <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia al cambio por parte de los docentes, el uso de las TIC es una realidad y como tal hay que asumirlas - El miedo a aplicar nuevos conocimientos. - La falta de dotación de equipos actualizados que permitan operar el software - Existen áreas que a estas alturas todavía no tienen programas - Disponibilidad de la sala de Informática - Falta de computadores en red para utilizar el software

		<ul style="list-style-type: none"> - Recursos informáticos insuficientes. - Económicos - Equipos con baja capacidad y escaso número de los mismos.
--	--	---

17. De lo siguiente, ¿a qué le puede aportar el uso del MS en la educación?:

129	A	A aplicar un enfoque pedagógico constructivista.
120	B	A desarrollar una mayor capacidad de reflexión en los estudiantes.
128	C	A desarrollar las formas de pensamiento dinámico sistémico, para el estudio de fenómenos complejos.
113	D	A desarrollar proyectos integrados en la escuela.
110	E	A apoyar proyectos de investigación escolar.
105	F	A mejorar los proyectos productivos.
121	G	A un uso de la Informática para todas las áreas.
113	H	A aprender mejor los diferentes temas de estudio.
124	I	Al desarrollo de la creatividad en los estudiantes.
	J	<p>Cual Otra:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El interés al máximo de los estudiantes ante lo novedoso del proyecto en áreas integradas. - Aplicar la transversalidad de las áreas del aprendizaje de los estudiantes - A cualificar la educación brindando al docente la oportunidad de mejorar en su labor. - A una mejor motivación al estudiante para el aprendizaje. - A tener acceso a las tecnologías. - La socialización a los diferentes miembros de la institución. - A tener un buen control sobre las graficas ya que a la mayoría de los estudiantes les es difícil hacer graficas - A tener más integración con sus compañeros. - A crear un estudiantes investigativo. - Mejorar su desempeño académico en pruebas del icfes. - A desarrollar el pensamiento variacional de los estudiantes. - Estudiar problemáticas comunitarias. - A interesarse el niño mas por la escuela y mejorar la calidad de la educación - Motivar a los estudiantes a un aprendizaje analítico - Socializarse mas y a ser críticos. - A relacionar los conocimientos con situaciones cotidianas.

E. Conclusiones de la información recogida acerca de las impresiones sobre el modelado y la simulación en la educación.

CONCLUSIONES DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA EN LAS ENCUESTAS DE MODELADO Y SIMULACIÓN APLICADAS A LOS DOCENTES PARTICIPANTES DEL CONVENIO CPE – UIS 2006

DIFICULTADES

- Los docentes consideran que el tema de Modelado y Simulación (MS) requiere de más tiempo para conocerlo y manejarlo debido a su complejidad.
- Rechazo y temor al cambio por parte de los docentes que prefieren continuar con el método tradicional de enseñanza.
- Dificultad para entender las gráficas de comportamiento
- Imposibilidad para aplicar el MS a los grados inferiores (preescolar, primero y segundo)
- La práctica pedagógica sin la contextualización de un modelo pedagógico adecuado, moderno, y que no tiene como centro el desarrollo del Pensamiento sistémico y otras formas del pensamiento
- Los docentes limitan la aplicación del MS únicamente a las áreas de Matemáticas, Física y Ciencias
- Falta de conocimiento a cerca de conceptos informáticos básicos y de los relacionados con MS
- Para poder trabajar este tema con los estudiantes, se necesitan docentes con buena formación en MS y con la suficiente confianza para ejecutar una clase.

APORTES

Estudiantes

- Mayor apropiación de los conceptos vistos
- Logran aprendizajes significativos, ya que pueden al mismo tiempo ver imágenes, escuchar sonidos, ver videos, manteniendo la atención y motivación
- Analizan el comportamiento de un fenómeno y predicen su comportamiento en el futuro
- Actitud crítica e investigativa que los ayudará a resolver situaciones de su vida cotidiana
- Fomenta la investigación llevando al estudiante a cuestionarse por sus conocimientos previos, formulando hipótesis y sacando sus propias conclusiones
- Llevar a la práctica los conocimientos teóricos
- Se convierten en agentes activos del proceso de aprendizaje
- Desarrollan mecanismos de autoaprendizaje de manera entusiasta y lúdica
- Hallan respuestas más reales a las preguntas planteadas a cerca de cualquier fenómeno real
- Expandir las posibilidades hacia la exploración de nuevas formas de acceder al conocimiento
- Establece comparaciones para construir y reconstruir el conocimiento del estudiante.
- Trabajan con entusiasmo debido a que el MS implica interactuar con los computadores

- Desarrollan mecanismos de autoaprendizaje de manera entusiasta y lúdica ya que la tecnología es atractiva para él

Profesores

- Mejora el ambiente de trabajo entre profesor y estudiante
- Logran hacer de las clases experiencias dinámicas y entretenidas
- Redefine el papel del profesor a orientador del proceso de enseñanza

Clases

- MS es un recurso que juega un papel dinamizador, las clases parecen un juego en donde los procesos de construcción y reconstrucción del conocimiento contribuyen a la creación de buenas y nuevas ideas a través de sus experiencias
- Permite la integración de varias áreas, facilitando el trabajo en cada una de ellas
- Propuesta facilitadora de la actividad pedagógica que permite generar procesos dinámicos, enriquecidos en el fortalecimiento de la actividad mental, que mejora los procesos de pensamiento y, en general, el aprendizaje a través de las TI.
- Mejora y fortalece lo aprendido a través de los libros
- Juega un papel dinamizador, las clases parecen un juego en donde los procesos de construcción y reconstrucción del conocimiento contribuyen a la creación de buenas y nuevas ideas a través de sus experiencias

F. Análisis del trabajo con modelado y simulación en las instituciones educativas durante la fase de profundización 2006.

ANÁLISIS DEL TRABAJO CON MODELADO Y SIMULACIÓN EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS COMO PARTE DEL CONVENIO CPE – UIS 2006

1. ¿QUÉ SE LOGRÓ?

Desde el comienzo crea bastante expectativa entre los docentes el término SIMULACIÓN, los más expertos sienten que este tema es de muy alto nivel y restringido a un grupo muy reducido de entidades que se apoyan en él para el estudio y desarrollo de grandes proyectos como lo son la Nasa, las empresas petroleras, las empresas de ingeniería y de aviación, entre otras. Otro grupo entiende por simular el hecho de representar situaciones con las que se tienen que enfrentar los seres humanos y lo asimilan a dramatizar.

Cuando se inicia la lectura del capítulo del libro, se aclara un poco el tema y se generaliza la idea entre todos, sin embargo, en algunos casos, las nuevas expectativas son asociadas a la manipulación de programas que permiten desarrollar destrezas y habilidades en el manejo de artefactos como los aviones y esperan que el tema se trate exclusivamente manejando el computador con juegos de simulación y no esperan el estudio y análisis de una propuesta pedagógica.

El primer logro generalizado tiene que ver con el asentamiento y aclaración de esta idea y generar situaciones de crítica y confrontación entre la nueva propuesta y la forma como han venido desarrollando su labor docente, discutiéndose las ventajas y desventajas en cada caso. Esta reflexión se motiva, sin excepción, durante el trabajo en todos los grupos de formación.

Cuando la idea es clara sobre lo que se propone para el trabajo con Modelado y Simulación, la resistencia es mayor que la disposición a aprender y se empieza a ver esta propuesta como algo difícil de aplicar entre los profesores y en muchos casos no viable por diversas situaciones particulares y es donde, como tutor, se entiende que muchas personas le temen al cambio y sobretodo al cambio en los paradigmas asumidos durante años.

Se continua el estudio con Dinámica de Sistemas, analizando cada uno de los lenguajes por los que tiene que evolucionar la construcción de un modelo y la importancia de cada uno de ellos, y se logra en general que los docentes asuman esta idea de trabajo de tal forma que entiendan y recuerden lo que cada etapa implica.

En todos los casos fue necesario hacer un repaso de los conceptos básicos al construir, leer e interpretar gráficas, previamente durante la jornada de formación en la que se realizó el juego de contagio.

Cuando se empieza el análisis de los modelos y animadores se descubrió mayor motivación por los docentes al estudiar los modelos directamente en Evolución construyendo los diagramas de Forrester y no con los animadores, encuentran más atractivo y fácil el trabajo de esta manera, pues sienten que pueden ir más a fondo y les facilita la comprensión de los resultados arrojados por el programa. Es por eso que para el

desarrollo de las clases integradas en varios casos prefieren trabajar con Evolución y algunos asumen con sus estudiantes la construcción de los diagramas de Forrester, a pesar de las recomendaciones nuestras en las que se les orienta que la idea no es convertirse ni convertir a sus estudiantes en modeladores, sino saber interpretar y determinar los resultados obtenidos por los modelos.

La problemática que se genera entre los docentes, es que se quieren convertir en modeladores y descuidan el análisis de las gráficas para entender las causas de los fenómenos, y se encuentran docentes que desarrollan clases adaptando los modelos sin variar la estructura de ellos, únicamente varían los parámetros y condiciones para casos más cercanos o propios del ambiente en el que se desarrollan los educandos.

Dentro de las actividades realizadas por los docentes participantes de las jornadas de formación están:

→ Una institución utilizó el modelo de los conejos adaptado para la población de codornices y analizaron con estudiantes de secundaria que los resultados obtenidos en las gráficas se acercan bastante a la realidad, esta experiencia fue desarrollada por un profesor de matemáticas en conjunto con el profesor de informática.

→ En otra institución el docente más interesado con el tema tomó el modelo poblacional y lo adaptó para estudiar con estudiantes de 5 grado el fenómeno de la deserción escolar, aunque en este caso se encontraron varias inconsistencias y errores en la definición de los elementos del modelo.

→ En una institución la profesora de química realizó varias clases integradas utilizando el animador de cambio de estado para 7 grado, aunque durante la visita la docente mostró su clase y se encontró que la metodología utilizada por ella no era la más apropiada pues primero los jóvenes trabajaban con el modelo sin ninguna orientación clara y sin preguntas guías, posteriormente cada uno recibía las preguntas y debían responderlas con lo que recordaban de su exploración con el animador.

→ Durante una jornada de formación se planteó en dos grupos de formación por parte de los tutores el diseño de clases integrando todas las áreas alrededor de un mismo tema, en el que se debía utilizar todos los software vistos hasta el momento (eco, recursos educativos, clic 3.0, tipue, etc) y al final en algunas de las clases se debía hacer el análisis de las gráficas ya fuera utilizando un animador o en Evolución directamente. Aunque esta tarea fue asignada a 6 instituciones tan sólo una la desarrolló a plenitud trabajando con el tema de las plantas.

→ En una institución la docente de preescolar y en otra institución la docente de primero realizaron una clase integrada con Micrho utilizando el modelo del conejo, para que los niños tomaran las decisiones de movimiento para lograr determinado objetivo. En la primera institución otra docente trabajó una clase integrada utilizando el modelo del Ciclo de agua en Micrho.

→ En todas las instituciones los docentes realizaron por lo menos una clase integrada utilizando los Mac's o Micrho, pero muy pocas con análisis de modelos, en la mayoría de los casos los estudiantes respondieron la pregunta guía y las puntuales utilizando únicamente el nivel lector.

→ Por los repetidos cortes de luz fue necesario durante la 2 visita en la que desarrollaba una clase integrada con dinámica de sistemas con estudiantes, realizar el juego de entrada y salida con cargueros en algunas instituciones. Se jugaba y después los niños construían las gráficas y daban su interpretación, para esto fue necesario que los docentes hicieran previamente un repaso de los conceptos requeridos para la

construcción y lectura de gráficas. Se dieron evidencias de la réplica de este juego con estudiantes de otros grupos únicamente en tres instituciones.

En todas las instituciones no destacadas se realizaron clases integradas con D.S. analizando modelos y orientadas por los tutores durante las visitas, pero no se tienen evidencias claras de actividades realizadas por los docentes.

En cuanto al juego de entrada y salida con cargueros se desarrolló en la jornada de formación, en todos los casos jugándolo en campos abiertos, dando como resultado el afianzamiento de los conceptos pues anticipadamente un tutor marcaba el terreno y cuando los docentes llegaban al lugar, por iniciativa propia trataban de identificar los elementos como niveles, flujos y variables. Este conocimiento previo del tema les permitía ser más conscientes de los objetivos del juego.

Para el estudio de los modelos, durante las jornadas se prefirió estudiar pocos pero que fueran entendidos a claridad por los interesados, los demás modelos se dejaron para estudio individual por las limitantes de tiempo que en campo son bastante significativas. Si embargo la tendencia de los profesores es a estudiar lo visto y son muy pocos los que se interesan por explorar el material entregado.

2. ¿QUÉ FACILITÓ LOS LOGROS?

Para el trabajo con este tema, se hizo fundamental el interés por parte de los docentes, son múltiples los casos en los que a los profesores no les interesa para nada esta propuesta, pero en las instituciones en las que se alcanzaron resultados para destacar se debió a que al menos un docente asumió la propuesta, generalmente los docentes de matemáticas y de informática. En algunos casos los docentes asumían la responsabilidad de guiar a la institución en este trabajo específico por la presión ejercida por sus compañeros que los hacían líderes por sus competencias y preparación.

Cuando la motivación del docente es por iniciativa propia, se debe básicamente a que de alguna manera siente que el tema y el material entregado por la universidad llena necesidades particulares, es por esto que la mayor apatía está entre los docentes de las áreas de idiomas, que no encuentran modelos o la forma de adaptar los que existen para que apliquen a sus cursos.

El encuentro regional fue un evento que motivó la aplicación de D.S. en las clases y durante las ponencias de cada institución uno de los puntos que determinaban la calidad del trabajo realizado hasta el momento era precisamente la aplicación del modelado y la simulación. Esta observación surgió de los mismos docentes y se convirtió en un reto para algunos al observar que otros sí lo habían hecho, a pesar que cuando se realizó el encuentro no se había trabajado mucho con el tema.

Otro factor que favorece el cumplimiento de los objetivos es el priorizar este tema sobre los demás expuestos en la agenda y teniendo la consigna que si se presentan dificultades durante la jornada el tema que se debe desarrollar a plenitud es el de modelado y simulación.

3. **¿QUÉ DEBERÍAMOS HACER PARA TENER MEJORES RESULTADOS? ¿QUÉ HAY EN LA ESCUELA QUE PUEDE SER UTILIZADO A FAVOR?**

Es necesario fortalecer las formaciones de tutores y tener en cuenta que cada año el grupo cuenta con personas nuevas que tal vez saben muy poco sobre el tema. Es necesario que quede claro para todos los conceptos y la estrategia de trabajo que propone el Modelado y la Simulación en la educación. Se deben tener claras las pretensiones en este proceso que lideramos, reconociendo cuáles son las metas y las exigencias mínimas al hacer la inserción de esta propuesta en las instituciones. Se debe analizar a fondo el material llevado a las jornadas de tal manera que todos los tutores tengan la habilidad de interpretar y explicar cualquier elemento, especialmente los modelos.

Los objetivos trazados en cada actividad deben estar acorde al tiempo destinado dentro de las agendas de trabajo, y si se considera que no es suficiente se debe asignar espacios más amplios para su ejecución. En múltiples ocasiones el tiempo no permite aclarar todas las dudas surgidas o desacuerdos entre los docentes, pues es necesario pasar a trabajar otras actividades.

Es importante plantear estrategias de trabajo en las áreas en las que no se encuentra fácilmente la aplicabilidad del modelado y la simulación, debido al tipo de área y al plan de estudio para la misma, Poder decir al docente de español, inglés, religión, etc., ésta es nuestra propuesta para su área con el material que actualmente poseemos.

En el 2006 se comunicó a los docentes que se interesaron en el tema la realización de un trabajo especializado con ellos, es importante considerar y clarificar esta idea para fortalecer el trabajo con estas personas, que aunque no son muchas, si se logran captar algunos potenciales y que al menos durante el proceso realizado el año anterior mostraron interés en darle continuidad.

Los trabajos realizados por los docentes deben tener una verdadera integración institucional de todas las áreas, que debe ser motivada desde el principio. Identificar por parte de los tutores las especialidades de cada escuela en su parte técnica en las que exista y enfocar el trabajo al fortalecimiento de esta área, como para mencionar un ejemplo de integración que cree un mayor impacto.

4. **ERRORES NUESTROS QUE DIFICULTAN NUESTRA LABOR Y DIFICULTADES AL LLEVAR EL MODELADO Y LA SIMULACIÓN A LAS ESCUELAS**

Trazamos objetivos para los cuales necesitamos en especial mayor tiempo de trabajo en las jornadas de formación, y que incluso antes de salir a campo sabemos que con lo planteado en la agenda nos es posible cumplirlos. Sería mejor no incluir tanta temática y profundizar en las actividades que para el grupo y para el proyecto se hacen prioritarias.

Las condiciones que ofrecen los municipios para el desarrollo del trabajo son un factor que, en muchas ocasiones dificultan la labor, pues es característico encontrar deficiencias en el servicio eléctrico con múltiples y prolongados cortes del mismo.

La edad avanzada de algunos docentes influye en su motivación e interés por este tema, pues se requiere de esfuerzos que muchas personas no asumen. También en muchos casos la muy deficiente preparación de los mismos docentes hace difícil la labor, pues se esperan conocimientos mínimos que en ellos no se encuentran.

5. CONSIDERACIONES GENERALES

LOGROS:

- Los docentes utilizaron algunos modelos empleando analogías para poder ser aplicados en diferentes temáticas
- Es importante aprovechar las grandes expectativas que muestran los docentes hacia lo desconocido
- Debemos realizar nuestra labor partiendo de lo simple y general
- Se lograron cambios importantes a nivel de estructuras de pensamiento en los docentes, pues en gran porcentaje tratan de abordar los problemas con posturas de pensamiento diferentes
- Los juegos planteados fueron fundamentales para comprender los conceptos básicos de D.S. De igual manera se crea mayor impacto cuando se dan aportes significativos desde la D.S. a los proyectos productivos propios de cada institución
- Se logró aprender a leer gráficas en plano XY y hubo mejor comprensión de la D.S. a través de los juegos

DIFICULTADES:

- Limitaciones de los modelos que llevamos, pues los docentes que no son de las áreas de ciencias no ven claramente cómo la D.S. puede apoyar su quehacer pedagógico
- Hace falta llevar modelos para algunas áreas en particular como geografía
- El mayor porcentaje de docentes son de primaria y los MAC`S contienen modelos que aplican más fácilmente en cursos de secundaria, por ejemplo uno de los Mac`s más completos en modelos es el Mac-Media
- Los tutores no estudiamos lo suficiente los diferentes modelos que llevamos. En importante capacitarnos día a día y en otros modelos diferentes a los de Ciencias. Mejorar los procesos de instalación de los software según las observaciones que se han presentado en las diferentes Fases de Profundización
- Deficiencias en la metodología utilizada por nosotros para transmitir los nuevos conceptos y en especial lo referente a la explicación de modelos matemáticos, debido a que no es fácil que todos los profesores los comprendan
- Profundizar las capacitaciones impartidas a los tutores

G. Orientaciones y formato de registro de observaciones para quinta jornada de formación y tercera visita acerca del trabajo con MBOR.

**ORIENTACIONES PARA EL TUTOR
MODELADO Y SIMULACIÓN CON LA METODOLOGÍA MBOR
CONVENIO CPE – UIS 2006**

La siguiente información corresponde a las orientaciones que se enviaron a campo para que los tutores realizaran las actividades relacionadas con la metodología MBOR, en la quinta jornada de formación, como parte de la estrategia de acompañamiento a 206 escuelas del país (Región Caribe y Santander) del convenio CPE – UIS 2006.

Estas orientaciones son para el caso de las instituciones que ya han usado MICRHO.

1. Iniciar recordando el trabajo que se ha hecho con la herramienta MICRHO, que es un micromundo que cuenta con varios fenómenos, cuyo comportamiento puede ser simulado y donde el estudiante puede interactuar con él.
2. Señalar que al igual que los MAC necesitan de Evolución para trabajar, MICRHO requiere de HOMOS, que también es una herramienta para modelar y simular el comportamiento de un fenómeno. Es bueno aclararles que en Homos van a encontrar los modelos que están en MICRHO pero además van a encontrar otros modelos y que en Homos se pueden construir más modelos (cosa que no se puede hacer en Micrho).
3. Así como en Evolución se habla de flujos, niveles, parámetros, etc., en Homos es necesario definir Objetos y reglas; y estos se deben ubicar en un espacio que se caracteriza por un conjunto de celdas. (Para obtener más información se recomienda que los tutores lean el documento “Modelamiento basado en objetos y reglas” que se encuentra en el CD de 4ª y 5ª Jornada, en la carpeta Documentación. Sería bueno también invitar a los profesores a que hagan esa lectura de tarea para profundizar más en el tema)
4. Recordar que el primer modelo que trabajamos en Evolución fue el de la Epidemia y que este mismo puede ser construido en Homos. Recordar en qué consistía este modelo (sólo en el lenguaje en prosa). En este caso vamos a modelar la epidemia con animales.
5. Después de describir el fenómeno, se identifican los objetos que intervienen en el fenómeno y las acciones que estos realizan. En este caso, **los objetos** serían los animales sanos y los contagiados; estas personas se pueden mover en el espacio y los contagiados pueden contagiar a los sanos cuando se encuentren y tengan contacto con ellos. De estas acciones descritas anteriormente resultan **las reglas**. En este punto es importante mencionar que Homos tiene disponibles 9 reglas que son: Decadencia, Reproducción, Alteración, Neutralización, Retracción, Expansión, Transformación, Eliminación y Movimiento (Ver más detalles en el documento del CD para poder explicar en lo que consiste cada una y explicarle brevemente a los profesores).

6. Para este modelo intervienen la regla de Movimiento, ya que los animales, tanto sanos como contagiados, se van a desplazar en el espacio es decir, de una celda a otra; y la regla de Alteración ya que cuando un animal enfermo se encuentra con un sano, este último se convierte en animal enfermo. Resumiendo el modelo quedaría definido así:

Objetos: Animal sano
Animal enfermo

Reglas: Movimiento
Alteración

7. Entrar a Homos, construir el modelo y hacer la simulación. Mencionar que se puede ver tanto el ambiente como la gráfica (en el menú ventana). Cambiar las condiciones iniciales del ambiente, por ejemplo, iniciar con un contagiado y luego iniciar con un número mayor de contagiados, etc.
8. Podemos también intentar modificar las reglas, por ejemplo que el animal contagiado ya no se mueva en todas las direcciones, sino sólo en un sentido, o agregar una cerca y ver qué sucede. Intentar con otros supuestos y analizar los resultados.
9. Una vez se haya hecho lo anterior, se puede seleccionar un modelo (bien sea de Micrho o de Homos) y se pide a los profesores que hagan el relato en prosa de dicho modelo y luego elaboren una planeación integrada utilizando el esquema de Clase integrada con DS (pregunta guía, preguntas puntuales y experimentos) y ejecutarla para dar el reporte de los resultados para la tercera visita.

Para las instituciones que aún no han trabajado con MICRHO:

1. Iniciar la presentación de la herramienta MICRHO, que es un micromundo que cuenta con varios fenómenos, cuyo comportamiento puede ser simulado y donde el estudiante puede interactuar con él.
2. Los profesores deben realizar la instalación y exploración del software. Se recomienda seleccionar un fenómeno y explicarles cómo funcionan los controles (tiempo y velocidad). Es importante mencionar que la idea es que vayan pensando para qué grados podrían servir los fenómenos y qué temas abarcan los modelos que vienen con Micrho.
3. Una vez hayan terminado de explorar la herramienta, la idea es seleccionar un modelo y se pide a los profesores que hagan el relato en prosa de dicho modelo y luego elaboren una planeación integrada utilizando el esquema de Clase integrada con DS (pregunta guía, preguntas puntuales y experimentos).
4. Si alcanza el tiempo, se recomienda entrar a Homos (seguir las indicaciones descritas al principio de este documento).
5. De todos modos debe quedar una tarea para la tercera visita de ejecutar la clase planeada para dar el reporte de los resultados para la tercera visita.

**FORMATO DE REGISTRO DE OBSERVACIONES SOBRE EL TRABAJO CON MBOR
PARA LOS TUTORES**

CONVENIO CPE – UIS 2006

ANTES DE QUINTA JORNADA DE FORMACIÓN	
Nombre Profesional:	
Ruta #:	No. Instituciones:
1. Cuántas escuelas han planeado actividades integradas con: MICRHO: _____ HOMOS: _____	
2. ¿Cuántas escuelas han ejecutado actividades integradas con los estudiantes? Dirigidas por los tutores (posiblemente en 2 visita): _____ Dirigidas por los profesores: _____	
3. ¿Qué temas y en qué grados han trabajado las actividades ejecutadas?	
4. ¿Cuál es la actitud percibida por usted frente al modelado y simulación con MICRHO?, por parte de: Profesores: Estudiantes: Comunidad: Administrativos:	
5. Mencione casos sobresalientes (escuela y municipio)	

DESPUÉS DE QUINTA JORNADA Y ANTES DE TERCERA VISITA
Nombre Profesional:
Ruta #:
1. ¿Se cumplieron los propósitos de la jornada relacionados con Modelado y simulación con Objetos y Reglas? (porcentaje de sus escuelas, comentarios) Trabajo con Homos: Trabajo con MICRHO: Diseño de actividades integradas:

2. ¿Qué barreras observó en los profesores para lograr los propósitos de la jornada?
3. Después de explorar Homos, ¿cómo vio el trabajo de los profesores con la herramienta? Mencione dificultades, aspectos positivos, etc.
4. ¿Cuál es su apreciación como tutor de estas herramientas? MICRHO: HOMOS:

H. Encuestas a tutores aplicadas durante quinta jornada de formación y tercera visita a cerca del trabajo con MBOR.

Estas encuestas se encuentran en el CD anexo al documento de esta tesis.

I. Consolidado de encuestas aplicadas durante quinta jornada de formación y tercera visita acerca del trabajo con MBOR.

**CONSOLIDADO DEL REGISTRO DE OBSERVACIONES A CERCA DEL TRABAJO
CON MBOR PARA LOS TUTORES
CONVENIO CPE – UIS 2006**

La siguiente es la información recogida en los formatos dirigidos a los tutores para que realizaran el registro de las observaciones obtenidas del trabajo de los docentes con la metodología MBOR. Las 206 escuelas del convenio CPE - UIS 2006, estaban divididas en 12 rutas de trabajo, cada una de éstas atendida por un profesional y dos auxiliares, a excepción de la ruta 8 que estaba a cargo de dos estudiantes de maestría.

ANTES DE QUINTA JORNADA DE FORMACIÓN	
12 Rutas	No. Instituciones: 206
1. Cuántas escuelas han planeado actividades integradas con:	
MICRHO: 70 escuelas	HOMOS: 9 escuelas
2. ¿Cuántas escuelas han ejecutado actividades integradas con los estudiantes?	
Dirigidas por los tutores (posiblemente en 2ª Visita): 46 escuelas	
Dirigidas por los profesores: 40 escuelas	
3. ¿Qué temas y en qué grados han trabajado las actividades ejecutadas?	
<ul style="list-style-type: none"> • El ciclo del agua en los grados: Preescolar, 1º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º y 9º • Incendios Forestales en los grados: 4º, 6º - 10º • Cadena alimenticia en el grado 3º • Las crispetas en los grados: Preescolar y 1º • Los conejos y las crispetas en el grado 10º, en las áreas de Castellano, Ética, Ciencias • Modelos de ubicación espacial en los grados: Preescolar, 1º y 3º • Otros: Comegalletas, depredador – presa, epidemia. 	
4. ¿Cuál es la actitud percibida por usted frente al modelado y simulación con MICRHO?, por parte de:	
Profesores:	
<ul style="list-style-type: none"> - Les parece una herramienta bastante útil y motivadora para trabajar con los estudiantes, se les facilita el manejo por el ambiente aunque existen docentes que no ven muy bien la aplicabilidad - Se identifican con la herramienta, en su gran mayoría los de primaria manifiestan que el software no permite incluir contenidos, durante la quinta jornada planearon clases y las expusieron por grupos durante el tercer día de la jornada de formación - A los docentes les ha parecido más interesante trabajar con Micrho y con Homos 	

porque para ellos se les hace más didáctico que Evolución 3.5

- Sencillo de usar y de orientar, aunque se hizo uso de las analogías porque no es apto ni para todas las temáticas ni para todas las áreas
- Les parece más sencillo ya que se muestra de manera más cotidiana o natural la simulación
- Inicialmente los docentes se muestran escépticos ante la aplicabilidad de un concepto que parece complejo para el nivel cognitivo de los estudiantes. Sin embargo, después de realizar las prácticas reconocen que es una herramienta muy útil, debido a que pueden desarrollar temas con excelentes resultados donde no es indispensable que el estudiante tenga gran dominio del computador, ni procesos de aprendizaje avanzados
- Buena, les gustó y pareció relativamente fácil
- Les gusta por la facilidad de manejar el software y explicar los conceptos
- Les pareció una herramienta muy práctica y de fácil manejo. Rápidamente aprendieron a operar con el software y les agradó en general el ambiente de trabajo.

Estudiantes:

- A los estudiantes les agrada tener clases en donde puedan percibir de una manera didáctica los diferentes temas y manifiestan comprender mejor los fenómenos de la naturaleza que han tratado en las diferentes clases
- Sencillo de usar
- Asombro al ver que en el computador se pueden ver situaciones que en la vida diaria poco se pueden observar de manera rápida
- Siempre que se utilizan elementos novedosos para apoyar el aprendizaje los estudiantes muestran mayor disposición. Ellos pueden interactuar con la herramienta fácilmente a través de pocas instrucciones, lo cual hace que el estudiante se sienta cómodo y entretenido, atendiendo mayor tiempo sin sentir cansancio
- Para los alumnos no hay obstáculos
- Fácil de manipular y ver las simulaciones, les gusta que se aprecia lo que sucede con el fenómeno
- Les agradó mucho y rápidamente aprendieron a operar con el software. El ambiente gráfico les llama la atención y el hecho de poder visualizar el modelo e interactuar con él les agradó aún más.

Administrativos:

- Dentro de las dos instituciones que lo utilizaron sólo se encuentra un directivo que, al igual que los demás profesores, manifiesta el agrado por este software ya que es más didáctico que Evolución 3.5
- Les gustó bastante y les pareció innovador.

5. Mencione casos sobresalientes (escuela y municipio)

Institución Educativa Marco Fidel Suárez Sede Principal del municipio de Turbana: realizaron una clase integrada con Micrho; el tema el ciclo del agua, la aplicabilidad que le dieron fue excelente.

Institución Educativa de Rocha Sede Principal del municipio de Arjona: un profesor elabora modelos sencillos con Homos y posteriormente realiza la clase con los estudiantes.

Centro de Educación Básica 161, Barranquilla: realizaron varias clases en diferentes grados con el Ciclo del Agua utilizando Micrho, y lo implementaron de manera diferente. Por ejemplo, para motivar al estudio del tema realizaron simulación en vivo con una olla hirviendo, luego realizaron una dramatización sobre el tema y después simularon con Micrho.

Instituto Distrital de Experiencias Pedagógicas, Barranquilla: utilizaron el modelo de las crispetas con niños de Preescolar. Empezaron con una simulación en vivo del procedimiento para hacer crispetas relacionando los colores y detalles de esto para cuando llegaran al computador entendieran lo que sucedía. En este caso, la simulación la hacía la docente y los niños sólo observaban, ya que con ellos es un poco más complicado que trabajen solos.

Institución Educativa el Vesubio, municipio Talaigua Nuevo: La docente de preescolar apoyó su trabajo en el 2006 con MICRHO con evidencias de muy buenos resultados, teniendo en cuenta que la profesora era de mayor edad.

Institución la Inmaculada Sede María Montessori en Ayapel, Córdoba: Usando Homos desarrollaron una clase sobre la contaminación de la Ciénaga de Ayapel. El docente la puso en práctica con los estudiantes, les gustó y les facilitó el entendimiento del fenómeno.

DESPUÉS DE QUINTA JORNADA Y ANTES DE TERCERA VISITA

12 Rutas

No. Instituciones: 206

1. ¿Se cumplieron los propósitos de la jornada relacionados con Modelado y simulación con Objetos y Reglas? (porcentaje de sus escuelas, comentarios)

Trabajo con Homos durante la jornada: 91 escuelas

- En algunas de las instituciones se les dificultó comprender
- Se lograron los objetivos. Curiosamente la gran mayoría de docentes se identifican con el modelado basado en objetos y reglas, pero siempre los docentes de Matemática y Física expresan los mejores modelos e identifican los objetivos generales del modelado y simulación en la educación, que ven como una herramienta útil en el desarrollo del pensamiento y construcción del conocimiento
- A los docentes les gustó más trabajar con Homos, sobretodo por lo didáctico que es. Con respecto a la utilización de objetos y reglas, manifestaron que se acercaba más a los cambios y a la realidad. Como tutor fue mucho más sencillo trabajar con esta metodología, ya que es más significativo.
- No se cumplieron los objetivos ya que sólo se pudo explicar de lo que se trataba la simulación basado en objetos y reglas

- No se alcanzaron en su totalidad los objetivos trazados en todas las instituciones debido al nivel de aprendizaje alcanzado en cada caso y a las dificultades con el suministro eléctrico en la región, pues este fue el último tema planificado para tratar
- Fue bastante interesante el trabajo con esta herramienta. Pienso que se debió tratar este tema desde una jornada anterior porque el hecho de trabajarla sólo en la última impidió que se pudiera interactuar más y familiarizar más a los docentes con dicha herramienta.

Trabajo con Micrho durante la jornada: 108 escuelas

- Después de la quinta jornada el trabajo con Micrho fue bajo. Sólo 2 de las instituciones trabajaron con Micrho esto se debe a que el espacio entre la quinta jornada y la tercera visita fue corto
- Los docentes de primaria lo identificaron como un software de consulta, con actividades interactivas de simulación de algunos fenómenos, y expresaron poder usarlos como actividades de refuerzo para cada uno de los temas tratados (ciclo del agua, cambio de estado, incendios forestales, dinámica o movimiento de los objetos)
- Al igual que trabajar con Homos, Micrho fue una herramienta que facilitó el trabajo con los docentes
- En la cuarta jornada se había trabajado con Micrho dejando como tarea presentar planeaciones de clases integradas con este software, las cuales presentaron y socializaron
- La estrategia de trabajo utilizada contemplaba que cada docente realizara sus prácticas con modelado y simulación utilizando Micrho de acuerdo a sus necesidades
- El objetivo se logró por completo ya que esta herramienta se venía trabajando desde la tercera jornada, lo que facilitó que los profesores pudieran conocerla bien y ejecutaran clases integradas con sus estudiantes.

Diseño de actividades integradas:

- Algunos docentes tuvieron presente Micrho para el trabajo final, es decir en su planeación final se comprometieron a usarlo el próximo año
- Los docentes diseñaron algunas actividades integradas que se dejaron como tarea en la jornada anterior, es decir, en la jornada aprendieron a utilizarlo y realizaron clases grupales
- En algunas instituciones se trabajaron clases integradas como propuestas a los encuentros y dos fueron presentadas con gran dominio
- Los docentes de preescolar y de los primeros grados de primaria diseñaron actividades integradas con estas herramientas
- Casi todos los profesores tuvieron que diseñar una clase integrada con Micrho, aunque sólo algunos las pudieron ejecutar.

2. ¿Qué barreras observó en los profesores para lograr los propósitos de la jornada?

- La predisposición de los docentes referente a la temática de modelado y simulación
- La definición de las reglas, ellos piensan que se pueden inventar cualquier regla

- No encuentran sencillo el hecho de empezar a crear sus propios modelos y los existentes no son suficientes
- La falta de tiempo es un factor que limita el desarrollo más a fondo de las temáticas ya que ellos no exploran la herramienta por su cuenta. Se limitan sólo a lo que el tutor les indica
- La falta de dominio de algunos docentes en el manejo del computador también limita que entiendan y manejen las herramientas
- Subestimar sus propias capacidades y las de los estudiantes
- Considerar que este tema de simulación es aplicable sólo para estudiantes de grados superiores
- Predisposición para las matemáticas, todo lo relacionan con esta área
- Miedo a manejar la herramienta, falta de disponibilidad de tiempo para manejar el software, pereza, no le ven aplicabilidad
- Predisposición por el trabajo con el tema de Modelado y simulación.

3. Después de explorar Homos, ¿cómo vio el trabajo de los profesores con la herramienta? Mencione dificultades, aspectos positivos, etc.

Dificultades:

- Definición de los ambientes y las reglas, piensan en reglas que no están definidas dentro del software, siguen presentando dificultades para la interpretación de resultados y no tienen claro que existe un modelo que simula el fenómeno, es decir se les dificulta asimilar este concepto de modelo
- No se les hace clara la totalidad de las reglas que se utilizan
- El trabajo que se hizo con Homos sólo permitió llegar a la exploración de la herramienta por parte de los profesores
- Mientras uno está con ellos trabajan, pero solos aún no lo hacen, dependen de los que “más saben” o de los mismos tutores
- Falta de tiempo para poder hacer otros modelos y darles más tiempo a los profesores para explorar la herramienta durante la misma jornada

Aspectos positivos:

- El ambiente gráfico favoreció la comprensión de los modelos, les pareció muy dinámico la presentación de los mismos
- El manejo de la herramienta lo dominan bien, tanto que proponen sus propios modelos y hacen uso adecuado de las reglas que están definidas sobretodo las de movimiento, eliminación y alteración
- Se trabaja en un ambiente más didáctico en el cual no es posible predecir la simulación. Una institución desarrolló una experiencia bastante significativa con Homos y demostraron el dominio que poseían en la utilización de la herramienta
- A pesar del poco trabajo, los profesores se muestran muy interesados por trabajar con este tipo de herramienta que de alguna manera les da mayor libertad al crear sus propios entornos con delimitantes particulares
- Les pareció fácil e igualmente la disposición para la herramienta fue bastante buena.
- Les facilita el entendimiento del fenómeno porque se ve qué ocurre con cada uno de los objetos que éste tiene

- El gusto por la herramienta facilitó el trabajo ya que se trabajó a gusto y con muy buenos resultados.

4. ¿Cuál es su apreciación como tutor de estas herramientas?

MICRHO:

- Es una buena herramienta ya que es muy didáctica para difundir el modelado y simulación, aunque presenta algunos errores de redacción en las temáticas y debería permitir ingresar nuevos modelos y temáticas
- Es una herramienta muy rica en interacción, se puede usar tanto en primaria como en algunos temas de secundaria, pone a prueba toda la creatividad del docente
- Muy buena
- Hace falta alimentarla con más ejemplos
- Fácil uso pero algunos vínculos no son muy evidentes para los docentes, debería tener letreros al pasar el Mouse sobre los vínculos
- Es una herramienta que da muchas ventajas a los profesores que trabajan con los grados inferiores, por su fácil utilización, porque no requiere un manejo avanzado del computador por parte de los estudiantes y porque sus entornos gráficos son fáciles de interpretar
- Fácil de manejar y entender, pero limitado
- Su entorno gráfico hace que los fenómenos que se manejen en él sean muy entendibles, facilidad para obtener los conceptos con respecto al fenómeno. Como negativo es que es muy estático con respecto a nuevos ambientes de simulación, sólo se manejan los que este trae, también es muy rígido con los conceptos
- Es necesario mirar la posibilidad de agregar o complementar los temas, o también agregar nuevos fenómenos de estudio

HOMOS:

- Una buena herramienta para difundir el pensamiento sistémico ya que a los docentes se les facilita hacer modelos puesto que el ambiente es más didáctico
- Es una herramienta de fácil uso, dispone de reglas bien definidas tal vez limitadas, es decir debería tener una gama más amplia o un tutorial de cómo crear nuevas reglas diferentes a las nueve que nos muestra el software.
- Presenta una metodología para la creación de los modelos que es muy práctica pues las reglas son del lenguaje natural de las personas y no como el lenguaje de ecuaciones que trabaja Evolución, esto lo hace más práctico para los docentes
- Hace falta llevar más modelos propuestos y quizás un taller más concreto para “aprender” a modelar
- Esta herramienta es muy atractiva para los docentes pues les permite crear sus propios casos de estudio, personalizando los temas de sus clases, sin embargo, para que se produzca un aprovechamiento efectivo de la herramienta se requiere de un mayor estudio de Homos para que los docentes adquieran habilidad en el manejo e interpretación de las reglas.
- Fácil de manejar y entender, más práctico para los profesores y para mí
- Es muy buena para la investigación de fenómenos, no son fáciles de crear cada elemento para ejecutar la simulación,

- Se les hace menos fácil de manejar por parte de los docentes, tienen que aprender mas funciones del software para hacer las cosas de una manera correcta
- Se pueden crear más ambientes para ser simulados y crear reglas para manejar estos ambientes

J. Conclusiones de información recogida en quinta jornada y tercera visita a cerca del trabajo con MBOR.

CONCLUSIONES SOBRE LAS OBSERVACIONES HECHAS POR LOS TUTORES A CERCA DEL TRABAJO CON MBOR CONVENIO CPE – UIS 2006

APORTES

- Micrho y Homos representan herramientas útiles, motivadoras y didácticas en el trabajo con los estudiantes
- Las herramientas son sencillas de usar y de orientar
- Con esta metodología la simulación se muestra más natural
- Inicialmente los docentes se muestran escépticos ante la aplicabilidad de un concepto que parece complejo para el nivel cognitivo de los estudiantes. Sin embargo, después de realizar las prácticas reconocen que es una herramienta muy útil, debido a que pueden desarrollar temas con excelentes resultados donde no es indispensable que el estudiante tenga gran dominio del computador, ni procesos de aprendizaje avanzados
- Los estudiantes operan fácilmente con los software y les agrada el ambiente de trabajo
- A los estudiantes les agrada tener clases en donde puedan percibir de una manera didáctica los diferentes temas y manifiestan comprender mejor los fenómenos de la naturaleza que han tratado en las diferentes clases
- Los estudiantes operan fácilmente con las herramientas, el ambiente gráfico les llama la atención, así como poder interactuar con el modelo.
- La mayoría de docentes se identifican con MBOR. Sin embargo, son los docentes de Matemáticas y Física quienes identifican los objetivos del modelado y la simulación en la educación y lo ven como una herramienta útil en el desarrollo del pensamiento y la construcción del conocimiento.
- Los tutores manifiestan que el trabajo con esta metodología se hace más sencillo debido a que es más significativa.
- Los docentes de primaria identificaron a Micrho como un software de consulta, con actividades interactivas de simulación de algunos fenómenos, y expresaron poder usarlos como actividades de refuerzo para cada uno de los temas tratados
- El ambiente gráfico de Micrho y Homos favorece la comprensión de los modelos
- El manejo de Homos facilita que los profesores propongan sus propios modelos y hagan uso adecuado de las reglas como movimiento, eliminación, alteración, etc.
- Homos facilita el entendimiento del fenómeno porque se puede ver qué ocurre con cada uno de los objetos que intervienen en él.
- El gusto por estas herramientas facilitó el trabajo con los profesores, obteniendo muy buenos resultados.
- Micrho es una herramienta muy didáctica para difundir el modelado y la simulación.
- Micrho es una herramienta que puede usarse tanto en primaria como en algunos temas de secundaria.

DIFICULTADES

- Micrho no permite incluir contenidos, aspecto que dificulta el uso de esta herramienta por parte de los docentes.
- Los profesores manifiestan que las temáticas no son aptas para todas las áreas
- Predisposición de los docentes frente a la temática de modelado y simulación, no le encuentran aplicación y por pereza no practican ni se documentan acerca del tema
- Los profesores no encuentran facilidades para empezar a crear sus propios modelos.
- El poco tiempo destinado para formación en esta temática limita el uso que los docentes le pueden dar en sus clases
- Falta de práctica en el uso del computador
- Los profesores subestiman sus capacidades y las de los estudiantes
- Algunos docentes consideran que la experiencia con modelado y simulación es sólo para estudiantes de grados superiores
- Los docentes asumen que MS sólo es aplicable para Matemáticas, lo cual les cierra la posibilidad de aplicarlo en otras áreas
- Los docentes tienen dificultades al trabajar con Homos en la definición de los ambientes y las reglas, piensan en reglas que no están definidas dentro del software, tienen problemas con la interpretación de resultados y no tienen claro que existe un modelo que simula el fenómeno, es decir, se les dificulta asimilar el concepto de modelo
- Algunos docentes tienen dificultades para comprender algunas reglas en Homos
- Por falta de experiencia en el manejo de las herramientas de modelado y simulación, algunos profesores se vuelven dependientes de los tutores
- Falta de tiempo para poder hacer otros modelos y darles más tiempo a los profesores para explorar la herramienta durante la misma jornada
- Micrho presenta algunos errores de redacción en las temáticas y no permite ingresar nuevos modelos y temáticas
- Micrho es de fácil uso pero algunos vínculos no son muy evidentes

Se puede afirmar que:

- Aún el carácter más cualitativo que cuantitativo del MBOR, este, por su mayor cercanía al lenguaje natural que la DS, se aprecia más atractivo para los profesores y estudiantes.
- Al igual que ala DS, al MBOR se le demanda que ejemplarice sus posibilidades para recrear explicaciones de interés para las diferentes áreas de estudio. Los limitados ejemplos útiles para apoyar procesos de aprendizaje, se constituye en una barrera para su integración escolar.
- Los estudiantes no tienen mayores dificultades para operar con MBOR y sus herramientas software asociadas.

K. Formato de evaluación de MICRHO 1.0.

FORMATO DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE MICRHO 1.0 DIRIGIDO A PROFESORES PARTICIPANTES DEL CONVENIO CPE – UIS 2006

Institución:	
Municipio:	Departamento:

FORMATO DE EVALUACIÓN DE SOFTWARE PARA LA EDUCACIÓN		
Titulo 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.	Sí	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:

L. Encuestas a profesores para la evaluación del software MICRHO 1.0.

Estas encuestas se encuentran en el CD anexo al documento de esta tesis.

M. Consolidado de información recogida acerca de la evaluación de MICRHO 1.0.

CONSOLIDADO DE LAS EVALUACIONES DEL SOFTWARE MICRHO 1.0 CONVENIO CPE – UIS 2006

La siguiente información corresponde al consolidado de la opinión de 50 docentes, acerca del software Micrho 1.0, que participaron en las jornadas de formación como parte del convenio UIS – CPE 2006.

Marque con una X en la casilla según su apreciación. Sino sabe responder o no entiende la pregunta no conteste, por favor.	Sí	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?	48 96%	0	2 4%	2 4%	20 40%	25 50%	1
¿Fácil de instalar?	47 94%	0	1 2%	3 6%	19 38%	25 50%	2
Adaptación a diversos contextos, el software permite: ¿Utilizarse en diversos entornos? (aula de informática, clase con un único computador, uso doméstico...)	46 92%	1 2%	0	6 12%	25 50%	17 34%	3
¿La modificación de algunos parámetros como el grado de dificultad?	33 66%	15 30%	4 8%	6 12%	12 24%	7 14%	4
¿La modificación e inclusión de los contenidos de las bases de datos?	34 68%	12 24%	6 12%	4 8%	15 30%	3 6%	5
¿Realizar un seguimiento y evaluación del estudiante por las actividades realizadas?	37 74%	5 10%	0	5 10%	24 48%	12 24%	6
¿Proporciona información útil para la evaluación?	46 92%	1 2%	1 2%	5 10%	22 44%	19 38%	7
¿Continuar con el trabajo empezado con anterioridad?	38 76%	9 18%	2 4%	7 14%	18 36%	15 30%	8
¿El uso de otros materiales (glosario, bibliografía...) y la realización de actividades complementarias (individuales o en grupo)?	38 76%	6 12%	2 4%	6 12%	18 36%	14 28%	9
¿La comunicación (enlaces) con otras aplicaciones que ayudan al usuario en el trabajo con éste?	34 68%	6 12%	5 10%	2 4%	19 38%	11 22%	10
Calidad del entorno audiovisual. ¿Posee un diseño general claro y atractivo de las pantallas?	46 92%	1 2%	0	1 2%	18 36%	28 56%	11
Calidad en los contenidos (bases de datos). ¿La información que se presenta es apropiada para los usuarios a la cual está dirigido el software?	15 30%	0	0	2 4%	13 26%	18 36%	12

¿La información que se presenta es suficiente para el grado?	41 82%	6 12%	1 2%	5 10%	26 52%	13 26%	13
¿La información posee respaldo científico y actualizada?	46 92%	2 4%	1 2%	5 10%	22 44%	19 38%	14
¿Los textos tienen buena ortografía y gramática?	46 92%	1 2%	0	2 4%	22 44%	22 44%	15
¿Los contenidos son significativos para el usuario y están relacionados con problemas de su interés?	47 94%	1 2%	0	2 4%	25 50%	20 40%	16
Navegación e interacción. ¿Posee un mapa de navegación que permite acceder fácilmente a los contenidos, actividades, niveles y servicios en general?	44 88%	4 8%	0	2 4%	23 46%	20 40%	17
¿La velocidad del software en la relación con el usuario es la adecuada? (animaciones, lectura de datos...)	46 92%	2 4%	2 4%	3 6%	21 42%	21 42%	18
¿El software presenta errores cuando se está ejecutando?	10 20%	37 74%	4 8%	4 8%	11 22%	7 14%	19
¿El software despierta y mantiene la curiosidad e interés del usuario?	46 92%	2 4%	1 2%	3 6%	14 28%	29 58%	20
¿Permite tener acceso a todos los servicios en cualquier instante y las veces que el usuario considere necesario?	40 80%	7 14%	1 2%	3 6%	20 40%	16 32%	21
¿Permite la interacción con otros usuarios ya sea para plantear o solucionar inquietudes o para confrontar sus modelos mentales?	34 68%	8 16%	1 2%	3 6%	22 44%	9 18%	22
¿Posee un buscador de términos, que le facilita al usuario encontrar temas relacionados con una(s) palabra(s)?	24 48%	14 28%	1 2%	4 8%	14 28%	8 16%	23
¿Permite que el usuario tenga la posibilidad de decidir que información y en que orden trabajar?	41 82%	4 8%	1 2%	0	26 52%	15 30%	24
¿Favorece la autonomía y la autogestión del estudiante?	44 88%	3 6%	1 2%	3 6%	18 36%	23 46%	25
¿Puede utilizarse en variedad de ocasiones, o una vez recorrido ya no es nuevamente utilizable?	33 66%	7 14%	0	0	19 38%	16 32%	26
¿El software establece una relación de interactividad (comunicación) con el usuario?	41 82%	6 12%	2 4%	4 8%	20 40%	18 36%	27
Potencialidad de los recursos didácticos. ¿Presenta actividades que permiten diversas formas de utilización y de acercamiento al conocimiento?	46 92%	1 2%	0	4 8%	22 44%	23 46%	28
¿Emplea diversos códigos comunicativos, como por ejemplo verbales o icónicos?	43 86%	2 4%	0	2 4%	20 40%	23 46%	29
¿Permite incluir preguntas para relacionar el conocimiento inicial del estudiante con el nuevo	27 54%	15 30%	4 8%	2 4%	14 28%	12 24%	30

¿Las imágenes y videos que presenta aportan información relevante para el usuario?	41 82%	1 2%	0	3 6%	21 42%	17 34%	31
Fomento de la iniciativa y el autoaprendizaje.	48 96%	0	0	2 4%	25 50%	21 42%	32
¿Promueve el desarrollo de la iniciativa y el aprendizaje autónomo y significativo de los usuarios?							
¿Promueve el aprendizaje por prueba y error?	34 68%	6 12%	1 2%	4 8%	18 36%	12 24%	33
¿Fomenta el desarrollo de estrategias de aprendizaje en los usuarios, que les permitan planificar, regular y evaluar su propia actividad de aprendizaje?	42 84%	3 6%	0	2 4%	22 44%	17 34%	34
¿Promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento?	47 94%	0	1 2%	1 2%	18 36%	25 50%	35
Enfoque pedagógico actual.	24 48%	16 32%	1 2%	8 16%	8 16%	12 24%	36
¿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?	43 86%	3 6%	1 2%	1 2%	16 32%	26 52%	37
La documentación.	42 84%	4 8%	1 2%	2 4%	21 42%	24 48%	38
¿Posee ayuda para el usuario?							
¿Incluye un tutorial o ayuda para la operación del software y sus herramientas de apoyo al aprendizaje?	38 76%	4 8%	2 4%	0	24 48%	14 28%	39
¿Incluye guías didácticas con sugerencias claras y ejemplos de utilización que proponga estrategias de uso e indicaciones para su integración curricular?	28 56%	9 18%	4 8%	2 4%	15 30%	10 20%	40
Requisitos de Hardware y software							
¿Los requisitos mínimos de hardware y software los pueden cumplir la mayoría de los computadores de las escuelas?	39 78%	6 12%	1 2%	6 12%	20 40%	15 30%	41
¿Requiere los parlantes para su buen funcionamiento?	20 40%	26 52%	6 12%	5 10%	10 20%	9 18%	42
Otras características							
¿El software impone obligaciones metodológicas para su uso, tanto para el profesor como para el estudiante?	22 44%	25 50%	4 8%	4 8%	15 30%	8 16%	43
¿El software ofrece diferentes posibilidades de uso, de acuerdo con las necesidades e intenciones del usuario?	44 88%	3 6%	2 4%	2 4%	26 52%	12 24%	44
¿Presenta preguntas que motivan al usuario a interactuar con los experimentos?	36 72%	9 18%	3 6%	3 6%	18 36%	12 24%	45
¿Se pueden ejecutar los experimentos bajo diferentes condiciones (variación de	36 72%	6 12%	1 2%	3 6%	23 46%	12 24%	46

parámetros)?							
¿El software permite la construcción de modelos?	29 58%	10 20%	1 2%	2 4%	15 30%	14 28%	47
En las siguientes preguntas, subraye los aspectos que fomenta el software:1							
¿Exigencias de aprendizaje: El software exige al estudiante acciones y habilidades para: <u>memorizar información</u> , <u>construir conceptos</u> , seguir instrucciones, construir secuencias de aprendizaje propias, <u>hacer preguntas</u> , construir respuestas originales, relacionar lo aprendido con otros conocimientos, colaborar con compañeros.							
¿El trabajo individual, <u>cooperativo</u> ?							
El software puede ser utilizado para: Entrenar - Aprender - <u>Informar</u> - Motivar - Explorar - <u>Experimentar</u> - 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>							

N. Conclusiones de información recogida a cerca de la evaluación de MICRHO 1.0.

**CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN DEL SOFTWARE MICRHO 1.0 POR PARTE
DE LOS PROFESORES
CONVENIO CPE – UIS 2006**

Como resultado de la evaluación del software MICRHO 1.0 realizada por los docentes de las instituciones educativas participantes del convenio CPE-UIS 2006, se destaca lo siguiente:

- Todos los usuarios consideraron que el software es fácil tanto de instalar como de usar, quedaron satisfechos con estos dos aspectos
- Los usuarios consideran que la herramienta se puede utilizar en diversos entornos, no sólo en la sala de informática, donde cada niño trabaja independientemente, sino en una clase magistral donde el profesor explique y los niños pongan atención; o cada niño en su hogar. Además, piensan que proporciona valiosa información a la hora de realizar su evaluación
- Se muestran un poco inconformes con la imposibilidad de modificar los contenidos o parámetros presentes en la herramienta
- Hay algún inconformismo por la imposibilidad de realizar un seguimiento a las actividades realizadas por el alumno dentro de la herramienta
- Se puede notar una buena aceptación del entorno visual, ya que piensan que la herramienta cuenta con un diseño claro y atractivo en su interfaz
- Gran parte de los usuarios considera que la información presentada es suficiente para los grados a los que va dirigida (4° y 5°); aunque hay usuarios que piensan todo lo contrario, es decir, que estos contenidos son insuficientes
- Casi la totalidad de los encuestados piensan que la información presentada en Micrho 1.0 cuenta con respaldo científico, que se encuentra actualizada, que los problemas o temáticas tratadas tienen algún significado para los usuarios finales (alumnos).
- Una gran parte de las personas encuestadas afirman que el software no posee un buscador de términos que facilite a los usuarios navegar por la herramienta o encontrar una temática específica.
- Una buena porción de personas aseveran que en Micrho 1.0 no es posible relacionar el conocimiento previo o los presaberes con los conocimientos adquiridos mediante el uso de la herramienta.
- La totalidad de las personas que respondieron afirman que la herramienta fomenta el auto-aprendizaje, la iniciativa y la curiosidad. Además que también promueve el aprendizaje por prueba y error pero no en la misma medida del auto-aprendizaje.
- Micrho 1.0 promueve y favorece el desarrollo de las habilidades del pensamiento.
- Las personas encuestadas piensan que la herramienta promueve un aprendizaje construido más que conducido o repetitivo.
- Algunos usuarios opinan que en la herramienta hacen falta más ayudas didácticas como un tutorial, guías o ejemplos de utilización.
- La mayoría de los encuestados aseveran que los equipos que poseen soportan la herramienta, aunque para una pequeña cantidad de ellos los requisitos mínimos para el buen funcionamiento del software no fueron cumplidos.
- En cuanto a la necesidad de los parlantes para el buen funcionamiento de la herramienta las opiniones están divididas aproximadamente un poco más de la mitad

consideran los parlantes son necesarios para el uso de Micrho mientras que el otro tanto afirma que no hay necesidad de los parlantes para que la herramienta tenga un buen desempeño.

- El software no impone obligaciones metodologicas para su uso afirman aprox. la mitad de los encuestados, otro tanto piensa que si.
- La gran mayoría de la personas aseguran que se pueden construir nuevos modelos usando Micrho.

O. Formato aplicado durante la prueba de receptividad No. 1 de MICRHO 1.0 para profesor y estudiantes

**FORMATO DE EVALUACIÓN PARA CONOCER LA RECEPTIVIDAD DEL SOFTWARE
MICRHO 1.0 DIRIGIDO A ESTUDIANTES Y PROFESOR
CONVENIO CPE-UIS 2006**

Preguntas a estudiantes

1. ¿Cómo te pareció la presentación del software que acabas de usar?
2. ¿Te quedaron claros los conceptos manejados con MICRHO?
3. ¿Qué te gustó más de la experiencia que tuviste con MICRHO?
4. ¿Qué aprendiste con MICRHO?
5. ¿Qué cosas no te gustaron de MICRHO?
6. ¿Crees que lo que viste en la herramienta se aplica a la vida real o se ve reflejado en ella?
7. ¿Te parece fácil de usar este software?
8. ¿Te parece que los modelos se ven acorde con lo que representan o no tienen nada que ver?
9. ¿Viste los modelos con claridad?
10. ¿Qué aprendiste usando este software?
11. ¿Quieres hacernos algún comentario en especial sobre la actividad que acabas de desarrollar?

Preguntas al profesor

1. ¿En qué áreas se puede utilizar la herramienta?
2. ¿Qué utilidad cree que se le puede dar a este software?
3. ¿Cómo calificaría su funcionamiento?
4. ¿En qué grado cree que la herramienta cumple con sus objetivos?
5. ¿Cómo le parece su accesibilidad y qué tan clara le parece la información proporcionada por MICRHO?
6. ¿Qué opina de la presentación de MICRHO?
7. ¿Le aparece aplicable a sus clases y contenidos de este curso? ¿De qué manera?
8. Sugerencias

P. Formato aplicado durante la prueba de receptividad No. 2 de MICRHO 1.0 para estudiantes.

**FORMATO DE EVALUACIÓN PARA CONOCER LA RECEPTIVIDAD DEL SOFTWARE
MICRHO 1.0 DIRIGIDO A ESTUDIANTES
CONVENIO CPE – UIS 2006**

Institución:		
Nombre Alumno:	Curso:	Edad:
Municipio:	Departamento:	
FORMATO DE EVALUACIÓN DE MICRHO 1.0		
Fecha prueba:		
Temas Estudiados:		
<ol style="list-style-type: none">1. ¿Te pareció fácil el uso de MICRHO? ¿Por qué?2. ¿Te gustaron las imágenes y colores que trae MICRHO? ¿Qué le cambiarías?3. ¿Qué aprendiste hoy con MICRHO?4. ¿Qué temas te gustaría que incluyera MICRHO?5. ¿Te gustaría trabajar más a menudo en tus clases con MICRHO?6. ¿Qué más te gustaría que tuviera MICRHO? ¿Qué le quitarías?		

Q. Clase integrada con MBOR - Ciclo del agua

CLASE INTEGRADA CON MBOR

Tema: Ciclo del Agua

Objetivo General

Reconocer el proceso conocido como ciclo del agua y comprender este fenómeno apreciando los diferentes estados del agua e identificando los demás elementos que en él influyen.

Objetivos específicos:

- Identificar los elementos que intervienen en el ciclo del agua.
- Observar el ciclo del agua y comprender cada uno de los estados por los que pasa el agua.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:

¿Sabes en cuántos estados existe el agua en la tierra y cuáles son?

MÁS PREGUNTAS:

- ¿Cómo influye el sol en el agua de los mares y los ríos?
- ¿Cómo puede el hombre modificar el ciclo del agua? ¿Qué consecuencias pueden traer estas acciones?

PREGUNTAS EXPERIMENTALES:

Utilizando el modelo en Homos o MICRHO, observa el ciclo del agua y responde las siguientes preguntas:

- ¿Qué sucede cuando el agua se evapora?
- ¿De dónde proviene el agua que cae cuando llueve?
- ¿Qué se hace el agua que cae cuando llueve?

R. Resultados de receptividad del software MICRHO 1.0 por parte de estudiantes – Prueba de receptividad No. 1.

CUESTIONARIO ESTUDIANTES

1. ¿Te gustaron las imágenes de Michro? ¿Qué le agregarías?
Juegos

2. ¿Qué aprendiste hoy con MICHRO?
varias cosas

3. ¿Qué te gustó de MICHRO?
los programas

4. ¿Te gustaría que MICHRO se usara en tus clases?
Si

5. ¿Por qué crees que llueve?
por el vapor

6. ¿De donde proviene el agua que cae cuando llueve?
del mar

7. ¿Que se hace el agua que cae cuando llueve?
se dulce o traves agua

8. ¿Cómo funciona el ciclo del agua?
bien porque el ciclo del agua
se refresca

Jun Pablo Blanco

Jhon Andrés Flórez Moreno

CUESTIONARIO ESTUDIANTES

1. ¿Te gustaron las imágenes de Michro? ¿Qué le agregarías?

Sí
más imágenes
juegos

2. ¿Qué aprendiste hoy con MICHRO?

todo lo del agua
el tiempo

3. ¿Qué te gustó de MICHRO?

las imágenes

4. ¿Te gustaría que MICHRO se usara en tus clases?

Sí

5. ¿Por qué crees que llueve?

Porque el agua de
mar se evapora

6. ¿De donde proviene el agua que cae cuando llueve?

de las nubes

7. ¿Qué se hace el agua que cae cuando llueve?

se estanca

8. ¿Cómo funciona el ciclo del agua?

bien

no se

el agua se se evapora
x suve a las nubes

Jennifer Tatiana Calera

CUESTIONARIO ESTUDIANTES

1. ¿Te gustaron las imágenes de Michiro? ¿Qué le agregarías?

Si, Juegos

2. ¿Qué aprendiste hoy con MICHRO?

Sobre el ciclo del agua

3. ¿Qué te gustó de MICHRO?

las imágenes de crispeta

4. ¿Te gustaría que MICHRO se usara en tus clases?

las imágenes

5. ¿Por qué crees que llueve?

porque el sol le da calor al agua y el agua se evapora y sube a las nubes y las nubes se estrellan y baja lluvia

6. ¿De dónde proviene el agua que cae cuando llueve?

De mar

7. ¿Qué se hace el agua que cae cuando llueve?

Se va para un río o mar

8. ¿Cómo funciona el ciclo del agua?

1) Los rayos del sol caen al agua
2) se evapora y sube a las nubes
3) y las nubes se estrellan y llueve

S. Resultados de receptividad del software MICRHO 1.0 por parte del profesor - Prueba de receptividad No. 1.

APRECIACIONES DEL MAESTRO

1. ¿Qué le pareció la herramienta Michro 1.0?

Es interesante el programa, presenta un fenómeno de la naturaleza en forma didáctica y práctica.

Es una innovación para la metodología educativa.

por lo tanto es una excelente propuesta para la enseñanza y aprendizaje a través de la simulación virtual.

2. ¿Le gusta la apariencia de la herramienta? ¿Qué le agregaría o cambiaría?

Si me gustaría que tuviera sonido y un poco más interactivo.

3. ¿Cree que esta clase de herramientas le sirvan en su labor docente?

CLARO QUE SI.

Realmente este tipo de software le permite crear o diseñar el tema que se desea explicar o enseñar de una manera práctica y moderna.

4. ¿Qué sugerencias haría para una futura versión de esta herramienta?

Lo ideal de esta aplicación, sería que el docente pueda crear sus propios temas y ponerlos a simular generando espacios virtuales. Llegando de esta manera al conocimiento en una forma fácil, creativa, innovadora, práctica simulando mundos virtuales.

Francisco JAVIER SAINES FRANCO

T. Clase integrada con MBOR – Incendios forestales

CLASE INTEGRADA CON MBOR

TEMA: Los incendios forestales

ASIGNATURAS: Ciencias Naturales e Informática

LOGROS:

Área de ciencias Naturales:

- Conocer cuáles son los elementos que pueden provocar un incendio, y también conocer su comportamiento.

Área de informática:

- Interactuar con MICRHO como herramienta informática.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:

- ¿Por qué se producen los incendios?

MÁS PREGUNTAS:

- ¿Cuáles son los elementos que participan para que exista el fuego?
- ¿Cómo evitar que comience el fuego?
- ¿Cuándo no se debe combatir el fuego?
- ¿Cuáles son los tipos de incendios forestales?

PREGUNTAS EXPERIMENTALES:

Utilizando MICRHO 1.0, ingresa a Micromundos, en el tema “Por qué existen los incendios”, sigue los pasos de “Observa un incendio de cerca” y responde las siguientes preguntas:

- ¿A qué crees que se deba que la expansión del fuego se dé más rápidamente?
- ¿Por qué no siempre obtienes los mismos resultados?
- ¿En qué elementos te basas para poder explicar el fenómeno de los incendios forestales?

U. Resultados de receptividad del software MICRHO 1.0 por parte de estudiantes – Prueba de receptividad No. 2.

INSTITUCION : COLEGIO INTEGRADO CAMACHO CARREÑO		
Nombre del estudiante	Curso	Edad
Lizeth Yamile M.S.	5	10 años
Municipio: Susata	Departamento Santander	
FORMATO DE EVALUACION DE MICRHO 1.0		
FECHA PRUEBA <u>Septiembre 4 de 2006</u>		
TEMAS ESTUDIADOS <u>Los incendios</u>		

1. Te pareció fácil el uso de MICRHO? ¿Por qué?

si. Porque aprendimos muchas cosas

2. Te gustaron las imágenes y colores que hace MICRHO? si

¿Qué le cambiarías?

nada

3. Qué aprendiste hoy en MICRHO?

aprendimos a cuidar la naturaleza sin incendios

4. Qué temas le gustaría que incluyera MICRHO?

sobre los Planetas

5. Te gustaría trabajar mas a menudo en tus clases con MICRHO?

mas si

6. Qué mas te gustaría que tuviera MICRHO?

Que hablen mas de la naturaleza y que tenga temas de Matematica.

INSTITUCION : COLEGIO INTEGRADO CAMACHO CARREÑO

Nombre del estudiante Liliana Marcela Rojas Curso 5º Edad 10

Municipio: Sukotá Departamento Santander

FORMATO DE EVALUACION DE MICRHO 1.0

FECHA PRUEBA Septiembre 4 2006

TEMAS ESTUDIADOS Los incendios

1. Te pareció fácil el uso de MICRHO? ¿Por qué?

Si. Porque es especial

2. Te gustaron las imágenes y colores que hace MICRHO? Si

¿Qué le cambiarías? Nada

3. Qué aprendiste hoy en MICRHO?

q no hacer incendios en el bosque

4. Qué temas le gustaría que incluyera MICRHO?

Sobre los animales

5. Te gustaría trabajar mas a menudo en tus clases con MICRHO?

Siempre

6. Qué mas te gustaría que tuviera MICRHO?

que todo que tenga mas sobre la fauna

INSTITUCION : COLEGIO INTEGRADO CAMACHO CARREÑO

Nombre del estudiante	Curso	Edad
Sindi Rosalba	5°	11
Municipio: Suratá	Departamento Santander	
FORMATO DE EVALUACION DE MICRHO 1.0		
FECHA PRUEBA Septiembre 4 2006		
TEMAS ESTUDIADOS los incendios		

1. Te pareció fácil el uso de MICRHO? ¿Por qué?

Si por que aprendi mucho

2. Te gustaron las imágenes y colores que hace MICRHO? _____

¿Qué le cambiarías? Si nada

3. Qué aprendiste hoy en MICRHO?

a no hacer incendios en la naturaleza

4. Qué temas le gustaría que incluyera MICRHO? sobre los

Animales

5. Te gustaría trabajar mas a menudo en tus clases con MICRHO?

Si

6. Qué mas te gustaría que tuviera MICRHO?

que hablen mas sobre la Matematica

V. Propuesta pedagógica para el desarrollo de la actividad integrada con MBOR con los docentes.

Ver modelo del reloj de arena en el CD anexo en la carpeta Modelos en Homos.

ESTÁNDARES QUE SE DESARROLLAN EN LA ACTIVIDAD DEL RELOJ DE ARENA.

- Realiza comparaciones entre dos situaciones explicando sus cambios de argumento.
- Establece relaciones de funcionalidad acorde con la evolución de las comunidades
- Comprende que la información circula a través de algunos sistemas de comunicación no verbal (relaciona gráficas con textos escritos)
- Identifica los principales elementos y roles de la comunicación para enriquecer procesos comunicativos auténticos.
- Desarrollo compromisos personales y sociales cuando respeta y reconoce las diferentes explicaciones de sus compañeros.
- Me aproximo al conocimiento como científico natural (observo mi entorno, formulo preguntas sobre objetos y fenómenos de mi entorno y exploro posibles respuestas, hago conjeturas para responder mis preguntas, registro mis observaciones en forma organizada y rigurosa, utilizando palabras, dibujos y números.
- Reconozco en el entorno fenómenos físicos que me afectan y desarrollo habilidades para aproximarme a ellos.
- Describir y cuantificar situaciones con números en diversas representaciones.
- Reconoce nociones de horizontalidad, verticalidad, paralelismo y perpendicularidad en distintos contextos con respecto a diferentes sistemas de referencia.
- Reconoce en los diferentes textos la intencionalidad particular y por ello se presenta en diferentes formatos.
- Produce un texto donde describe cualitativamente situaciones de cambio y variación utilizando el lenguaje natural, dibujos, pictogramas y diagrama de barras.
- Reconozco regularidades y patrones en diferentes contextos.
- Valoro la utilidad de algunos objetos y técnicas desarrollados por el ser humano y reconozco que somos agentes de cambio en el entorno y la sociedad.
- Participo en el aula de clase en la construcción de acuerdos básicos sobre normas para el logro de metas comunes y las cumplo.

GUIA DE ACTIVIDAD A DESARROLLAR

1. Docente: Se plantea una pregunta de investigación sobre un fenómeno en particular:
¿Cómo funciona un reloj de arena?
2. D: ¿Qué se entiende por reloj de arena?
3. D: ¿Para qué cree que sirve un reloj de arena?
4. Estudiante: Registra las ideas teniendo en cuenta la coherencia entre las explicaciones del reloj de arena y sus posibles funcionalidades.
5. E: Socializa y debate la producción textual anterior.
6. D: Complementa las ideas necesarias para la construcción final del concepto de reloj de arena a partir de la socialización de los estudiantes.
7. D: Relata la historia de la evolución del reloj de arena en las diferentes civilizaciones.

8. E: Establece relaciones de funcionalidad del reloj de arena acorde con la evolución de las civilizaciones.
9. E: Identifica los materiales que componen el reloj de arena y las características físicas que lo identifican.
10. E: Plantean hipótesis sobre posibles materiales con los cuales se puede construir un reloj de arena, teniendo en cuenta las relaciones de funcionalidad.
11. E: Realiza comparaciones entre las dos situaciones explicando los cambios en sus argumentos.
12. E: Se plantean preguntas relacionadas con el funcionamiento del reloj de arena, en cuanto a la caída de la arena, la forma, las características de la arena, entre otros.
13. D: El docente orienta las diferentes situaciones a presentarse con el movimiento de la arena y la probabilidad de ocurrencia (caída vertical, diagonal, lanzamiento vertical, horizontal, si se mueven cuando caen, entre otros teniendo en cuenta que existen unas reglas a seguir).
14. E: Se plantea hipótesis con relación al funcionamiento del reloj de arena, relacionadas con sus características físicas, de materiales entre otros.
15. E: Utiliza el simulador para realizar observaciones que le permitan comprobar sus hipótesis.
16. E: Realiza un registro sistemático y riguroso relacionado con las observaciones hechas en el simulador.
17. E: Valida o invalida las hipótesis que escribió anteriormente a partir de lo observado en el simulador.
18. E: Produce un texto donde describe cualitativamente situaciones de cambio y variación utilizando el lenguaje natural, dibujos, pictogramas y diagrama de barras.
19. E: Dibuja lo sucedido en el tiempo con la hipótesis que le es más significativa.
20. E: Socializa a sus compañeros sus apreciaciones y explica sus gráficos.
21. D: Generaliza la explicación del movimiento de la arena del reloj acorde con las explicaciones dadas por (los – las) estudiantes.

*. Se escriben algunas intervenciones del docente a nivel general, sin embargo, estas deben aparecer con mayor frecuencia en el desarrollo de cada actividad en el aula de clase. En el ejemplo se parte de unos presaberes del equipo de trabajo docente.

W. Agendas de actividades desarrolladas en las jornadas de formación (Convenio CPE – UIS 2007)

AGENDA PRIMERA JORNADA DE FORMACION			
Día 1			
HORA	TEMA	ACTIVIDAD	RECURSOS
8:00 a 8:30	Verificación de participantes y entrega de materiales	Revisión de la inscripción, utilizando el formato de inscripción de primera visita. Solicitar fotocopia de la cédula	Formato de inscripción, Asistencia y libro
8:30 a 9:00	Presentación general del acompañamiento escolar y su programa de formación	Charla por parte del tutor acerca del acompañamiento escolar y el programa de formación enmarcado en este. El objetivo, estructura y uso del libro. (Diplomado, exigencias mínimas)	Prefacio del Libro e introducción a cada una de las partes.
9:00 a 9:30	Dinámica de presentación e integración del grupo	Dinámica de la agenda u otra dinámica.	Formato de la dinámica de la agenda.
9:30 a 10:00	Revisión de tareas	Socialización de los compromisos a nivel institucional e identificación por parte del tutor de los logros y dificultades presentados.	Formato de seguimiento de tareas y compromisos
10:00 a 10:15	Descanso		
10:15 a 10:45	Clasificación de Recursos Informáticos	Exposición por parte del tutor con apoyo de la presentación.	Presentación en Power Point y Capítulo 16 del libro
10:45 a 12:00	Taller de conocimientos básicos	Desarrollo del taller de conocimientos básicos (Ver en observaciones el desarrollo del taller)	Tutorial Mouse Tangram Solitario Paint
12:00 a 2:00	Almuerzo		
2:00 a 4:00	Taller de conocimientos básicos	Desarrollo del taller de conocimientos básicos (Ver en observaciones el desarrollo del taller)	Tutorial Mouse Tangram Solitario Paint
4:00 a 4:15	Descanso		
4:15 a 5:00	Introducción al enfoque del acompañamiento y el enfoque pedagógico planteado por el grupo	El tutor realizara una introducción 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. Las ideas de Aprender	Prefacio del libro, secciones 2.1, 2.2 y 2.3 del libro.

		a Aprender, aprendizaje autónomo y aprendizaje significativo, explicar que es el enfoque SAHI (en papel) que posteriormente se trabajará.	
5:00 a 5:30	Video: Cambio en la educación	Observación y socialización de las ideas planteadas en el video (Ver observación 1)	Video del Profesor Hugo
5:30 a 6:00	Lectura y socialización de las secciones del artículo "La Informática y el Cambio en la Educación"	Lectura y socialización por grupos pequeños de las secciones propuestas y posteriormente planteen conclusiones generales en la puesta en común.	Apéndice A secciones I,II, III y IV

Día 2			
8:00 a 9:00	Formalización del concepto de actividad integrada con informática y selección de software educativo	Formalización de conceptos sobre actividades integradas. Explicación de la importancia del registro de las experiencias. (Ver observación 2) Con base en el diagrama anexo (Ver Observación 3 y 4) explicar el proceso de cómo realizar una actividad integrada y posteriormente revisar el CD de recursos y escoger un software educativo.	Capitulo 3 del libro. Anexo y CD de recursos educativos.
9:00 a 10:00	Diseño de actividades integradas	Los docentes individualmente planearan y registraran como mínimo una actividad integrada con asesoría de los tutores. (Ver observación 5)	Capitulo 3 del libro
10:00 a 10:15	Descanso		
10:15 a 11:15	Diseño y socialización de 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.	Capitulo 3 del libro
11:15 a 12:00	Que se requiere para interactuar con Web PDA. (SPA Ver Observaciones)	Charla en torno a 3 ideas: Diferencia entre La Internet e Internet, Internet sin conexión y Educar para el mundo de Internet. Presentación Inicial sobre el Web PDA. (Hablar que se tiene esta herramienta). Introducción (Socializar la introducción al capítulo 5).	Libro Capitulo 5 Webpda: Todos los docentes inscritos y agendas programadas

12:00 a 2:00	Almuerzo		
2:00 a 3:00	Navegación y Búsqueda	Taller de Tipue: hacer búsqueda de temas según un formulario de preguntas. Opción (si hay Internet trabajar con un buscador de Internet). Tarea: solución por parte del docente de algunas preguntas utilizando Tipue. La respuesta debe ser enviada a través del Web PDA en un archivo .txt. (Ver observación 6)	Tipue 1.7. Libro Capitulo 5.
3:00 a 4:00	Generalidades y Servicios de Internet (énfasis en navegación, correo, descarga de archivos, adjuntar archivos).	Socialización del taller por parte de los participantes. Explicación y aclaración de los conceptos tratados en el taller.	Presentación en Power Point. Libro Capitulo 5, Pág. 92 – 124.
4:00 a 5:00	Presentación de Webpda y Redescuela	Presentación de los sitios Web, objetivos, estrategias de trabajo y exploración de los sitios	Webpda y Redescuela
5:00 a 6:00	Internet en la educación	Reforzar la idea de clase integrada usando Internet. Organizar grupos de trabajo y a cada uno asignarle un subtema de la lectura, luego socializar las ideas de cada grupo.	Libro Secciones 5.15, 5.16 y 5.17

Día 3			
8:00 a 9:00	Introducción Administración de recursos informáticos	Lectura del artículo de las posturas <ul style="list-style-type: none"> • Para iniciar se realizan las preguntas de la actividad 12.3, parte 1, pag. 273, se orienta que se dividan los docentes de cada institución en dos grupos y cada uno de ellos responda una pregunta, que se socializará. • Los 30 docentes se dividen en cuatro grupos, a cada grupo se le asigna una imagen, la cual explicarán. • Se realiza la parte 2, de la actividad 12.3. Cada institución representará mediante una dramatización, ilustración, 	Libro Capitulo 12

		canción, etc. la imagen en la que se encuentra su institución.	
9:00 a 10:00	Introducción al paradigma de pensamiento sustentado de la propuesta de modelado y simulación en la educación	En esta actividad es importante partir un poco del pensamiento sistémico, “mostrar cómo esta forma de pensamiento puede permear nuestro diario vivir”, para introducir seguidamente la dinámica de sistemas como el lenguaje que representa a la comunidad de pensadores sistémicos; Aquí es importante señalar la aplicación del modelado y la simulación en la educación. Presentarlo como una temática que responde como una opción de innovación con la informática en la educación	Lectura la Informática y el cambio en la educación; artículos de Internet y tener presentes las secciones 10.3 y 9.5
10:00 a 10:15	Descanso		
10:15 a 12:00	Juego de Entrada – Salida Sencillo	En primera instancia se ejecutara el juego de manera grupal, en el tablero como una actividad grupal El juego se puede ejecutar con cada docente de una forma independiente(mediante un cartón y una tapas con reglas diferentes entre los participantes) seguidamente se pasa a confrontar algunos de los resultados obtenido, realizar alguna tabulación y seguidamente consolidar los procesos mentales en términos de aprendizaje, estos procesos se complementaran, con la presentación del juego en evolución	Modelo de entrada y salida simple, materiales didácticos Para la simulación con los docentes
2:00 a 2:30	Clases integrada con D.S.	Primer acercamiento a la realización de una clase integrada con dinámica de sistemas (se plantea un esquema general con los animadores)	Modelos de dinámica de sistemas, Guía de clases integradas

2:30 a 4:00	Primer Prototipo del modelo poblacional y otros modelos sencillos	Trabajo con el primer prototipo del modelo de los conejos, mostrar otros ejemplos donde se manejen estructuras similares(isomorfismos) Se asume este espacio de tiempo amplio, pues la idea es empezar a concretar conceptos básicos tanto de dinámica de sistemas, como del manejo de la herramienta(trabajo con escenario)	con DS
4:00 a 4:30	D.S. en el contexto mundial	Hablar sobre la informática en el contexto mundial con el fin de enmarcar la DS en un contexto mas amplio; en esta actividad se busca plantear algunas ideas generales.	Articulo la dinámica de sistemas en el contexto mundial (sección 7.4 Libro) ; y artículos de Internet
4: 30 a 5:00	Introducción al Modelado Basado en Objetos y Reglas(MBOR)	Plantear Conceptos Básicos de MBOR como introductoria al tema que se abordara en las siguientes jornadas, hablar un poco de la metodología que sustenta este modelado	
5:00 a 6:00	Proyección Institucional y Cierre de Jornada	Ver observaciones sobre las actividades de proyección institucional, tareas y compromisos y evaluación de la jornada	Evaluación de la jornada, Acta.

AGENDA SEGUNDA VISITA

Las actividades que se propone desarrollar durante los dos días de la visita son las siguientes:

- Reunión con el rector (15 minutos)
- Reunión general con el Comité CPE (30 minutos)
- Clases integradas con los estudiantes (3 horas)
- Actividad integrada dirigida por el tutor aplicando Modelado y simulación con un grupo de estudiantes y con la asistencia de los participantes en las jornadas de formación. (1:30 Horas)
- Reunión general con la comunidad educativa (45 minutos)
- Taller de Ofimática (3 horas), metodología SAHI (todos los docentes de la Institución)
- Reunión con lo docentes participantes en la Fase de Profundización (1 hora)
- **Modelado y Simulación: Reforzar los conceptos de modelado y simulación tratados en al primera jornada (2 hora)**
- Taller de mantenimiento de Hardware y Software (3 horas) (Todos los docentes si es posible)
- Webpda y Redescuela (2 Horas).

- Revisión del estado del aula de cómputo (30 minutos). Se recomienda realizarla en simultaneo con el taller de mantenimiento.

A continuación se encuentra en detalle algunas de las actividades descritas anteriormente con el tiempo para cada una de ellas el momento de cada actividad se decide con los docentes en la jornada de formación.

Día 1			
HORA	TEMA	ACTIVIDAD	RECURSOS
3 horas	Clases integradas con los estudiantes	Se realizan dos clases integradas, cada una con un grupo diferente de estudiantes. Deben ser clases diferentes a las ya realizadas y los docentes eligen la estrategia de trabajo.	Planeaciones realizadas por los profesores. Formato de seguimiento de actividades para visita.
3 horas	Taller de ofimática	Este taller lo orientara el tutor utilizando la metodología SAHI. Es necesario realizar previamente la inscripción de los participantes, quienes pueden ser docentes no participantes o personas de la comunidad.	Planeación del taller. Formato conceptual de SAHI
1 hora	Modelado y simulación	<ul style="list-style-type: none"> • Repaso de conceptos básicos de modelado y simulación vistos en la primera jornada (Dinámica de Sistemas, Modelado basado en Objetos y reglas). • Práctica con modelos DS sencillos para recordar los conceptos de Flujo, nivel y el trabajo con Evolución 	<ul style="list-style-type: none"> • Libro: capítulo relacionado con modelado con DS • Modelos con DS
1 hora	Modelado y simulación	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo con Micrcho: Instalación del software y exploración del mismo. Es necesario hacer una introducción a la metodología MBOR como otra posibilidad para modelar sistemas dinámicos, recordando lo que se habló en la primera jornada. (Ver orientaciones) <p>TAREA: Continuar con la exploración de la herramienta, seleccionar un modelo y hacer el relato en</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Instaladores de Micrcho • Libro: capítulo relacionado con MBOR

		prosa de dicho fenómeno para la próxima jornada.	
--	--	--	--

Día 2			
1:30 horas	Actividad integrada con Modelado y Simulación	Realizar con un grupo de estudiantes una actividad integrada con Modelado y Simulación, dirigido por el tutor y con la asistencia de los docentes participantes en las jornadas de formación con el objetivo de reforzar los no conceptos tratados en la jornada.	
2:00 horas	Webpda y Redescuela	Profundización en el conocimiento y manejo de los sitios Web	
3:00 horas	Taller de Mantenimiento de Hardware y Software	Presentar las ideas de mantenimiento de computadores y realizar un taller practico con los equipos del aula de cómputo	

Observaciones:

1. La reunión con los rectores consiste en informar de las actividades a realizar en la segunda visita y en una charla informando del estado del proceso de acompañamiento.
2. En la reunión con el comité se revisaran los compromisos dejados en la primera visita, observando el avance hasta el momento. La idea es en conjunto, tutores y comité CPE, diseñar estrategias para el cumplimiento de las tareas y compromisos y la participación activa del comité en todas las actividades del acompañamiento, especialmente en las visitas y actividades de replica.
3. Los docentes deben presentar previamente al tutor las planeaciones de las clases que van a ejecutar en la visita y deben anexarlas al portafolio de la escuela con las evidencias tomadas en dicha actividad. Además terminada la actividad deben registrar la actividad en el formato de registro de experiencias. Las clases integradas pueden presentarse por grupos de docentes (máximo 2) o individualmente.
4. La actividad con la comunidad inicialmente debe ser una charla de 15 minutos donde se planteen algunas ideas sobre la Fase de profundización y en los 30 minutos restantes se realice un taller donde los padres de familia tengan la posibilidad de acercarse a los computadores pero con una metodología propuesta y desarrollada por los docentes participantes. Una sugerencia para esta actividad puede ser que un grupo de niños enseñen a sus padres algún tema trabajado en

alguna clase, pero es importante que la sugerencia no sesgue la posibilidad de generar otras ideas para esta actividad.

5. En el taller WebPda los docentes deben aprender a subir las tareas para ser calificadas por el tutor y en Redescuela que participen en los proyectos pero en la actividad sobre los comentarios de las experiencias ya subidas. Además que sigan explorando los sitios y conociéndolos un poco mejor.
6. En el taller de ofimática deben estar presentes obligatoriamente los docentes participantes y los no participantes deben inscribirse antes de la visita para que puedan trabajar en la sala máximo 2 docentes por equipo (si es posible). Además se sugiere que los docentes lleven a la mano la copia del manual de consulta de informática para que sea mas ágil y efectivo el taller.
7. En la reunión con los docentes participantes se deben revisar los compromisos dejados en la primera visita y recordarles la información sobre los encuentros. Que entreguen un informe sobre la replica con los docentes no participantes.
8. En el taller de mantenimiento debe realizarse una corta presentación sobre las ideas de mantenimiento preventivo y correctivo, tanto de software como de hardware y luego pasar a un taller practico con mínimo los docentes participantes de las jornadas de formación y con otros asistentes de la institución que previamente se hayan inscrito a la actividad. Se recomienda formar grupos de trabajo de hasta 3 personas para realizarle mantenimiento a los equipos con la guía y orientación permanente de los tutores.

Orientaciones trabajo con Micrho:

1. Iniciar la presentación de la herramienta MICRHO, que es un micromundo que cuenta con varios fenómenos, cuyo comportamiento puede ser simulado y donde el estudiante puede interactuar con él.
2. Los profesores deben realizar la instalación y exploración del software. Se recomienda seleccionar un fenómeno y explicarles cómo funcionan los controles (tiempo y velocidad). Es importante mencionar que la idea es que vayan pensando para qué grados podrían servir los fenómenos y qué temas abarcan los modelos que vienen con Micrho.
3. Una vez hayan terminado de explorar la herramienta, la idea es seleccionar un modelo y se pide a los profesores que hagan el relato en prosa de dicho modelo.

AGENDA SEGUNDA JORNADA DE FORMACION			
Día 1			
HORA	TEMA	ACTIVIDAD	RECURSOS
8:00 a 8:30	Presensación de la jornada de formación	Introducción a jornada, Metodología: Exposición del tutor (recordad el enfoque, compromisos y diplomado)	Agenda de la jornada
8:30 a 10:00	Revisión de tareas y compromiso	Socialización de los compromisos e identificación por parte del tutor de los logros y dificultades presentados en el desarrollo de	WebPDA-Tutor Formato de seguimiento de tareas

		los mismos.	
9:30 a 10:00	Revisión de tareas y compromisos	Socialización de los compromisos a nivel institucional e identificación por parte del tutor de los logros y dificultades presentados.	Formato de seguimiento de tareas y compromisos
10:00 a 10:15	Descanso		
10:15 a 12:00	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 de evaluación y de profundización)	PDA, CD Recursos, y otro software. Enfoque SAHI paper Proponer situaciones problemáticas
12:00 a 2:00	Almuerzo		
2:00 a 2:30	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?.	Libro págs. 33-39. SAHI paper.
2:30 a 3:00	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.	Evaluación para clasificar a los participantes en niveles SAHI. Libro págs. 33-39. SAHI paper.
3:00 a 4:00	Banco de situaciones problemáticas	Solución a Situaciones Problemáticas de Aprendizaje (SPA)	Libro págs. 40-43 Manual de informática (digital)
4:00 a 4:15	Descanso		
4:15 a 5:00	Banco de situaciones problemáticas	Solución a Situaciones Problemáticas de Aprendizaje (SPA)	Libro págs. 40-43

			Manual de informática (digital)
5:00 a 5:30	Concepto de Tecnología	<p>Lectura y discusión colectiva.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para comenzar se formulan las tres preguntas que aparecen en el taller de actividades 1.3 de la pág. 33, posteriormente se socializan. • Exposición del tutor sobre el tema de tecnología <p>Nuevamente se socializan las preguntas anteriores</p>	Concepto de Tecnología
5:30 a 6:00	Ciclo de Nolan	<ul style="list-style-type: none"> • Lectura del ciclo de Nolan <p>Ilustración con el modelo de la epidemia. Desarrollo del segundo prototipo del modelo de la epidemia en evolución.</p>	

Día 2			
8:00 a 10:00	Modelado y Simulación MBOR	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo con Homos (Ver orientaciones) <ul style="list-style-type: none"> ➢ Es importante iniciar recordando lo tratado en formaciones anteriores a cerca de MBOR (hacer si no se ha hecho la lectura relacionada con este tema en el libro). ➢ Explicación de conceptos básicos de MBOR (qué es un objeto, regla, cómo se definen, etc.) ➢ Instalación y exploración de Homos ➢ Explicación de ejemplo de la epidemia (este modelo se encuentra explicado con detalle en el libro) <p>TAREA: Los profesores deben seleccionar un modelo (bien sea de Micrho o de Homos) y se pide a los profesores que hagan el relato en prosa de dicho modelo y luego elaboren una planeación integrada utilizando el esquema</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Instaladores de Homos • Libro: capítulo relacionado con MBOR • Modelo de la Epidemia (utilizado en el libro)

		de Clase integrada con DS (pregunta guía, preguntas puntuales y experimentos).	
10:00 a 10:15	Descanso		
10:15 a 11:15	Modelado y Simulación MBOR	Continuación de la actividad anterior	
11:15 a 12:00	Juego de entrada – Salida con cargueros	Juego de Entrada y salida con cargueros, desarrollo del juego en Evolución (identificar los nuevos aprendizajes planteados en este juego) Tarea Partiendo un poco de los nuevos aprendizajes que permite el juego, los docentes deberán escoger diferentes grupos de trabajo de estudiantes replicar el juego y reconocer en los grupos escogidos, los aprendizajes planteados	Modelo de Evolución, con el juego de cargueros
12:00 a 2:00	Almuerzo		
2:00 a 2:45	Juego de entrada – Salida con cargueros	Continuación de la actividad anterior	
2:45 a 4:00	Estudio de modelos con Dinámica de Sistemas.	Estudio de un modelo mas avanzado de D.S, buscando entrar en detalles de otros elementos del lenguaje que a la fecha no se han abordado(me parece que aquí se puede seguir trabajando con el segundo y tercer prototipo poblacional), Analizar los diferentes lenguajes que presenta la D.S En este punto se pueden introducir varios modelos, y los profesores deberán pensar en una actividad integrada con estos modelos	Diferentes modelos en D.S Como Hamlet, Romeo y Julieta entre otros modelos sencillos y el segundo prototipo poblacional planteado en el libro guía
4:00 a 4:15	Descanso		
4:15 a 5:00	Juego de la epidemia	Desarrollar el juego de epidemia y seguidamente pasar a modelar el juego en D.S (me parece que en este punto no es tan relevante hacer mucho énfasis en el modelo	

		de D.S pues este modelo se va a tratar en mas detalle con HOMOS)Hacer una reflexión (como en el juego de entrada y salida) sobre el modelo e introducir el trabajo con MBOR	
5:00 a 6:00	Propuesta MAC.	Leer y puesta en común de la propuesta de DS en la escuela (Propuestas MAC) y desarrollo en Paralelo de una clase integrada con D.S con el modelo de cambio de estado	Propuesta MAC libro (MAC papel) Pag... Modelos Bien estructurados con su respectivo animador, como el del cambio de estado. Formato de clase integrada Con D.S

Día 3			
8:00 a 10:00	Administración de recursos informáticos	Taller sobre administración de recursos informáticos	Libro capítulo 13 y actividades del punto 13.4
10:00 a 10:15	Descanso		
10:15 a 12:00	Redes Humanas	Taller de rompecabezas, mapa y REDESCUELA	Rompecabezas Mapa REDESCUELA
12:00 a 2:00	Almuerzo		
2:00 a 4:00	Redescuela	Trabajo con el sitio, subir las actividades integradas desarrolladas hasta el momento	Redescuela
4:00 a 4:15	Descanso		
4:15 a 5:30	Proyección institucional	Compromisos individuales e institucionales para la tercera jornada.	
5:30 a 6:00	Cierre de Jornada	Recordar compromisos y motivar lo que será la segunda visita.	Formato de evaluación de la jornada

Observaciones

Orientaciones trabajo con Micrho:

4. Iniciar la presentación de la herramienta MICRHO, que es un micromundo que cuenta con varios fenómenos, cuyo comportamiento puede ser simulado y donde el estudiante puede interactuar con él.
5. Los profesores deben realizar la instalación y exploración del software. Se recomienda seleccionar un fenómeno y explicarles cómo funcionan los controles (tiempo y velocidad). Es importante mencionar que la idea es que vayan pensando para qué grados podrían servir los fenómenos y qué temas abarcan los modelos que vienen con Micrho.
6. Una vez hayan terminado de explorar la herramienta, la idea es seleccionar un modelo y se pide a los profesores que hagan el relato en prosa de dicho modelo.

Orientaciones trabajo con Homos:

10. Iniciar recordando el trabajo que se ha hecho con la herramienta MICRHO, que es un micromundo que cuenta con varios fenómenos, cuyo comportamiento puede ser simulado y donde el estudiante puede interactuar con él.
11. Señalar que al igual que los MAC necesitan de Evolución para trabajar, MICRHO requiere de HOMOS, que también es una herramienta para modelar y simular el comportamiento de un fenómeno. Es bueno aclararles que en Homos van a encontrar los modelos que están en MICRHO pero además van a encontrar otros modelos y que en Homos se pueden construir más modelos (cosa que no se puede hacer en Micrho).
12. Así como en Evolución se habla de flujos, niveles, parámetros, etc., en Homos es necesario definir Objetos y reglas; y estos se deben ubicar en un espacio que se caracteriza por un conjunto de celdas. (Para obtener más información se recomienda leer, del libro, lo relacionado con la metodología de Modelado Basado en Objetos y Reglas -MBOR)
13. Recordar que ya se trabajó con el modelo de la epidemia y que éste mismo puede ser construido en Homos. Mencionar de nuevo el lenguaje en prosa del fenómeno. Después de describir el fenómeno, se identifican los objetos que intervienen en el fenómeno y las acciones que estos realizan – las reglas (Ver el libro).
14. Entrar a Homos, construir el modelo y hacer la simulación. Mencionar que se puede ver tanto el ambiente como la gráfica (en el menú ventana). Cambiar las condiciones iniciales del ambiente, por ejemplo, iniciar con un contagiado y luego iniciar con un número mayor de contagiados, etc.
15. Podemos también intentar modificar las reglas, por ejemplo que la persona contagiada ya no se mueva en todas las direcciones, sino sólo en un sentido. Intentar con otros supuestos y analizar los resultados.

AGENDA TERCERA JORNADA DE FORMACIÓN.

INTRODUCCION

En esta agenda se pretende dar una continuidad en las diferentes temáticas de los cinco ejes que se han manejado durante el transcurso del desarrollo del programa de acompañamiento de la fase de profundización, resaltando la importancia de esta capacitación de formación que es la última del año.

OBJETIVO			
<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer las diferentes temáticas vistas a lo largo del proceso de acompañamiento • Dar a conocer las temáticas que faltan por tratar. • Incentivar en los docentes la importancia de esta jornada y la aplicación que se verá reflejado en las visitas posteriores. • Brindar las pautas para la elaboración del trabajo final donde aplicarán lo visto en la fase de profundización. 			
Día 1			
HORA	TEMA	ACTIVIDAD	RECURSOS
8:00 a 8:30	Presentación de la jornada de formación	Introducción a jornada, Metodología: Exposición del tutor (recordar la importancia de esta última jornada, el enfoque, compromisos y diplomado)	Agenda de la jornada
8:30 a 9:30	Revisión de tareas y compromiso	Socialización de los compromisos e identificación por parte del tutor de los logros y dificultades presentados en el desarrollo de los mismos. Recordar los compromisos pactados.	WebPDA-Tutor Formato de seguimiento de tareas, compromisos
9:30 a 10:00	Profundización en temas de las jornadas anteriores	Profundizar en temas básicos de jornadas anteriores mediante pequeños talleres(Homos, Micrho Evolución, operación PDA y actividades integradas) Observación directa por parte de los tutores sobre el avance del mismo detectando fortalezas y debilidades ()	PDA, CD Recursos, y otro software. Repaso de algún modelo que fortalezca algunos conceptos, micrho, homos.
10:00 a 10:15	Descanso		
10:15 a 12:00	Profundización en temas de las jornadas anteriores	Continuación de la actividad anterior. (Con el objetivo de Consolidar los temas vistos en las anteriores jornadas, elaborar un taller de repaso con preguntas claves e interacción o exploración de los materiales suministrados por el convenio). Las Tematicas a tratar en los posibles talleres pueden ser: Homos, creación de un modelo sencillo. Tomar un modelo en micrho y elaborar su respectivo lenguaje en prosa.	PDA, CD Recursos, y otro software. Repaso de algún modelo que fortalezca algunos conceptos, micrho, homos.
12:00 a	Almuerzo		

2:00			
2:00 a 2:45	SAHI: software	Recordar la metodología por parte del tutor. Realizar la lectura correspondiente y plantear una reflexión acerca de lo leído. Dejar claro que es una SPA. Complementando con evaluación de software para la educación.	Libro págs. 50-59. SAHI. Ficha de guía para la evaluación de software Pág. 59
2:45 a 3:30	Actividades con SAHI software	Agrupar a los participantes por niveles SAHI y asignar los computadores. Importante. Instalación y exploración de la herramienta, observar los videos, registro de los participantes en el software. Explicación de la guía de trabajo y banco de situaciones problémicas en el software SAHI. El tutor debe aclarar la importancia de llenar la guía de trabajo y las memorias de aprendizaje para cada situación problémica.	CD de Jornada, Instalación y trabajo con el software SAHI.
3:00 a 4:00	Actividades con SAHI software	Solución a Situaciones Problemáticas de Aprendizaje (SPA), con el software SAHI	CD de jornada, software SAHI
4:00 a 4:15	Descanso		
4:15 a 4:30	Actividades con SAHI software	Solución a Situaciones Problemáticas de Aprendizaje (SPA), con el software SAHI. Desarrollo de nuevas SPA en el software SAHI (Teniendo en cuenta que Redescuela va a contener proyectos con SPA, sería bueno complementar este tiempo induciéndolo al uso de esta herramienta)	CD de jornada, software SAHI
4:30 a 6:00	Contratación de Recursos Informáticos	Organizar grupos y realizar la Lectura del cap 14 de la pagina 313 a 324 y por último discusión colectiva. Socializar la última contratación que ha hecho la institución en cuanto a recursos informáticos. Narrar la historia de la compra del Nevecon.	Cáp. 14 del libro

		Realización del punto 1 de las Actividades de la página 333.	
		Tarea Lectura del caso de estudio. Desarrollo de los puntos 2 y 3 de las actividades del cap 14 sección 14.3 pag 333	

Día 2			
8:00 a 10:00	Modelado y Simulación Mac	<p>Repaso de la propuesta del proyecto Mac, apéndice A, punto v. Reforzar los diferentes pensamientos.</p> <p>Presentación de los MAC a manera general.(que son, aplicaciones, etc)</p> <p>Instalación y exploración de los diferentes Mac.</p> <p>Mac 6-7, Mac 10-11, Mac primaria, Macseas.</p> <p>De acuerdo al área de trabajo de los docentes comenzar con la instalación de los MAC (ejemplo si son docentes de primaria comenzar con MAC primaria).</p> <p>Sugerencia. Orientaciones para instalación del MAC primaria en red.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Instaladores de los Mac: capítulo relacionado con Mac, apéndice A.
10:00 a 10:15	Descanso		
10:15 a 12:00	Modelado y Simulación Mac	Continuación de la actividad anterior	
12:00 a 2:00	Almuerzo		
2:00 a 2:45	Modelado y Simulación Mac	Continuación de la actividad anterior	
2:45 a 4:00	Modelado y Simulación (MAC y MICHRO).	<p>Taller de Modelado y simulación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los docentes en parejas deben elaborar un paralelo entre los diferentes software que han manejado hasta el 	MAC y MICHRO

		<p>momento con modelado y simulación (MAC, MICRHO, EVOLUCION, HOMOS), explicando que utilidad le puede dar a cada uno de ellos, en que área y en que grado. Socializar cada grupo su trabajo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de una propuesta de clase integrada por parte de los docentes en la cual ellos utilicen una de las herramientas (MAC, y MBOR), para que la ejecuten en visita. 	
4:00 a 4:15	Descanso		
4:15 a 5:00		En este espacio los docentes expondrán su propuesta en el cual entre tutores y estudiantes realizaran observaciones sobre lo expuesto.	
5:00 a 6:00	Red escuela, Web pda	Hacer énfasis en la importancia de participar en estos sitios. Trabajar algunas de las opciones que nos permite los sitios, montar algún trabajo en cualquiera de los sitios (Participación en un foro en redescuela). Como plan de contingencia para el caso de que no haya Internet, en sda jornada dejar como actividad el registro a redescuela, y en este espacio se aprovecharía para socializar fortalezas y/o dificultades que se le hayan presentado con esta actividad.	Sitios de Internet

Día 3			
8:00 a 10:00	Sistemas de información en la organización escolar	Exposición por parte del tutor sobre sistemas de información en la organización escolar. Análisis y reflexión sobre el caso de estudio punto 15.4.	Libro capítulo 15 y actividades del punto 15.5

		Tarea Desarrollar la actividad propuesta en la sección 15.5 pag 364	
10:00 a 10:15	Descanso		
10:15 a 12:00	Modelado y Simulación	Trabajar con animadores, los prototipos 3, 4, 5, 6 del modelo poblacional (El tutor debe crear un animador y presentarlo a los docentes)	Libro sección 10.2.1.3 y 10.2.1.4, modelos en evolucion, Libro sección 10.2.1.5 y 10.2.1.6 modelos en evolucion
12:00 a 2:00	Almuerzo		
2:00 a 2:30	Modelado y Simulación	Trabajar con animadores, los prototipos 3, 4, 5, 6 del modelo poblacional (El tutor debe crear un animador y presentarlo a los docentes)	Libro sección 10.2.1.5 y 10.2.1.6 modelos en evolucion
2:30 a 4:00	Nociones de Diseño, construcción y publicación de paginas Web	Lectura y socialización de la temática, capitulo 5.18 pag 137 Dar orientaciones sobre la elaboración de la página Web para la institución. (Cómo guardar la página, hipervínculos, imágenes, fondo, marcos, etc).	El libro de trabajo
4:00 a 4:15	Descanso		
4:15 a 5:00	Nociones de Diseño, construcción y publicación de paginas Web	Elaborar el diseño de una pagina según las orientaciones dadas. Nota (Anunciar desde el primer día buscar material para el trabajo de la página.)	Los PC de la sala, programa en Word.
5:00 a 5:30	Proyección Institucional	Concretar compromisos y motivar lo que será la tercera visita. Presentar en 3 jornada la agenda de la tercera visita	Agenda de la Tercera Visita
5:30 a 6:00	Cierre de Jornada	Evaluación de la Jornada	Formato de evaluación de la

			jornada
--	--	--	---------

AGENDA TERCERA VISITA

TIEMPO	HORA	TEMA	ACTIVIDAD	RECURSOS	Actividades previas	RESPONSABLES Y PARTICIPANTES
0:10		Saludo al señor rector y/o coordinador	Charla con el rector de la institución con el propósito de invitarlo a participar de las actividades a realizar. Se le comunicará que durante la cuarta, se hará la entrega del trabajo final de los docentes.	<ul style="list-style-type: none"> • Agenda de la visita 	Citar al señor rector.	R: Tutores P: Rector
1:00		Revisión detallada de la agenda	Revisión de los compromisos dejados anteriormente, réplicas y recordar la entrega del compromiso final (trabajo final). Se deben establecer los responsables para la ejecución de actividades previas, para asegurar la realización de las mismas, tales como las clases integradas con M y S.	<ul style="list-style-type: none"> • Agenda de la visita. • Planeaciones realizadas por los profesores. • Borrador del trabajo final. 	Citar a todos los participantes	R: Tutores P: Rector, profesores inscritos y personas comprometidas con la coordinación de las actividades de la visita
0:30		Participación en una reunión ordinaria del Comité CPE	Asistir a una reunión con el comité CPE, esta reunión debe ser normal y no una especial por la presencia de los tutores; en esta reunión se debe planificar la reunión de los padres de familia. Al final debe quedar un acta de realización la cual podría ser publicada en el periódico mural. Tener presente qué actividades se	<ul style="list-style-type: none"> • Acta de la reunión anterior. • Acta de compromisos para la sostenibilidad del proyecto. 	Citar a todos los participantes	R: comité CPE P: Tutores

			piensan desarrollar para la sostenibilidad del proyecto en los años siguientes.			
3:00		Clases integradas con los estudiantes	Se realizan dos clases integradas con M y S (en lo posible una con DS y otra con MBOR), cada una con un grupo diferente de estudiantes. Deben ser clases diferentes a las ya realizadas y los docentes eligen la estrategia de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación es realizadas por los profesores. • Formato de seguimiento o de actividades para visita. 	<p>Instalación del software (Evolución, Mac, Homos y/o Micrho).</p> <p>Citar a los participantes</p> <p>Preparar la clase</p>	<p>R:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>P: Tutores, Alumnos y profesores</p>
3:00		Taller de ofimática	Este taller lo orientará un docente utilizando la metodología SAHI. Es necesario realizar previamente la inscripción de los participantes, quienes pueden ser docentes no participantes o personas de la comunidad; asimismo se hace necesario tener en cuenta la clasificación en los niveles SAHI para poder orientar mejor a todos los participantes. Aquí mismo se pueden plantear los	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación del taller. • SAHI Software. 	Citar a los participantes	<p>R: Docentes y/o tutores (apoyo a los docentes)</p> <p>P: Docentes No inscritos y comunidad (opc)</p>

			compromisos para darle continuidad a esta metodología durante el siguiente año. Esta actividad debe ser trabajada por los docentes FP.			
2:00		Modelado y simulación	<ul style="list-style-type: none"> • Repaso de conceptos básicos de modelado y simulación vistos durante el acompañamiento (Dinámica de Sistemas, Modelado basado en Objetos y reglas). • Práctica con modelos elaborados por los docentes. • Se tendrán en cuenta las proyecciones que los docentes hagan para el siguiente año, con base en la propuesta formulada desde el grupo de investigación (aportes y apreciaciones). 	<ul style="list-style-type: none"> • Libro: capítulo relacionado con modelado con DS y MBOR • Modelos con DS y MBOR • Instaladores de Evolución y Homos. 	Instalación de software	R: Tutores P: docentes inscritos

TIEMPO	HORA	TEMA	ACTIVIDAD	RECURSOS	Actividades previas	RESPONSABLES Y PARTICIPANTES
1:30		Actividad integrada dirigida por el tutor aplicando Modelado y simulación	Realizar con el grupo piloto de estudiantes una actividad integrada con Modelado y Simulación, dirigido por el tutor y con la asistencia de los docentes participantes en las jornadas de formación con el objetivo de reforzar los conceptos tratados en las anteriores jornadas. En esta clase se hará la introducción de los conceptos de M y S, de una manera más formal y se hará ver el avance que se haya tenido en estas temáticas con el grupo piloto.	<ul style="list-style-type: none"> • Sala de cómputo. • Colección de modelos. • Software de modelado. • Colección de clases integradas ejecutadas con M y S. 	Instalación del software Citar a los alumnos	R: Tutores P: Profesores inscritos y estudiantes
2:00		Webpda y Redescuela	<p>Redescuela: que todos los docentes participen en los proyectos, es decir que la institución participe en todos los talleres propuestos. Se ingresará al sitio para observar las páginas institucionales y del Encuentro Departamental. Además que sigan explorando los sitios y de esta manera, profundizar en la red con los demás docentes.</p> <p>Webpda: Participar en el foro, de manera que los demás docentes respondan a la pregunta: "¿Cómo la Tecnología de la Información facilita y mejora las prácticas académicas en la escuela?"</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sala con Internet. • Foro en WebPDA. • Redescuela 	Conseguir una sala con acceso a Internet.	R: Tutores P: Profesores Inscritos

3:00		Taller de Mantenimiento de Hardware y Software	Presentar las ideas de mantenimiento de computadores y realizar un taller práctico con los equipos del aula de cómputo abarcando la temática de redes.	<ul style="list-style-type: none"> • Destornilladores. • Trapos • Multimetro • Cable de red 	Conseguir los materiales para el taller Sala CPE	R: Tutores P: Todos los profesores, comité CPE y comunidad (opc)
0:45		Participar en una reunión de toda la comunidad educativa	Actividad en la que los padres de familia hagan parte del acompañamiento y comprendan los beneficios del programa durante los siguientes años de sostenibilidad del proyecto.		Invitación a los padres	R: comité CPE y profesores P: padres de familia y tutores
0:30 (paralelo)		Revisión del estado del aula	Verificar el estado del aula de cómputo y planes de mejoramiento de la misma.	<ul style="list-style-type: none"> • Formato de revisión del aula 		R: Tutores P: Docentes participantes, comité CPE
		Proyectos de gestión escolar	Identificar qué se va a realizar en la escuela con el apoyo de las TI. Recoger ideas y necesidades, así como dar orientaciones y motivar proyectos y compromisos.	Apuntes para relatoría		R: Tutor P: Docentes inscritos y comité CPE

		Proyectos productivos	Identificar lo que se está desarrollando y/o posibilidades pensando un apoyo informático que no sólo incluya la difusión del proyecto, sino además, el fortalecimiento y calificación del mismo con mejor organización y mejor manejo del conocimiento asociado al mismo así como de la de gestión.	Apuntes para relatoría		R: Tutor P: Docentes inscritos y comité CPE
--	--	-----------------------	---	------------------------	--	--

X. Modelado y simulación del juego de la epidemia con MBOR

Ver modelo de la epidemia en el CD anexo en la carpeta Modelos en Homos.

MODELADO Y SIMULACIÓN DEL JUEGO DE LA EPIDEMIA Y LA EPIDEMIA DE LAS TI EN UNA ORGANIZACIÓN

1. Primer Prototipo

MODELO EN EL LENGUAJE EN PROSA

Asumamos que existe una población de 50 personas, entre las cuales una persona está contagiada (está con la TI). Lentamente las personas sanas (que no están con la TI) se irán contagiando, resultado de los encuentros entre los contagiados y los sanos. Es importante destacar que no siempre en el contacto entre contagiado y sano, el sano se contagia. Es decir, entre más convincentes seamos con nuestras ideas y ejemplo de uso de la TI, más efectivos seremos para contagiar a otros.

DIAGRAMA BOR

Para crear un modelo en Homos es necesario, después de enunciar en prosa el comportamiento del fenómeno que se desea modelar, identificar los objetos (clases-objeto) y las acciones que estos realizan (reglas).

Para el caso del fenómeno de la epidemia existen dos clases-objeto (tipos de persona): Contagiado y Sano.

A cada clase-objeto esta asociada una Regla de Movimiento, con las siguientes características:

Prioridad = 1; teniendo en cuenta que tanto sanos como contagiados se pueden desplazar al mismo tiempo

Probabilidad = 100%; ya que tanto sanos como contagiados tienen la misma probabilidad de moverse

El encuentro entre un contagiado y un sano se describe definiendo la Regla de Alteración (que para el ejemplo se llamará contagio), con las siguientes características:

Prioridad = 1;

Probabilidad = 80%; teniendo en cuenta que no siempre en el contacto entre contagiado y sano, el sano se contagia

El diagrama del modelo BOR, implementado en Homos, puede ser como lo indica la figura 1:

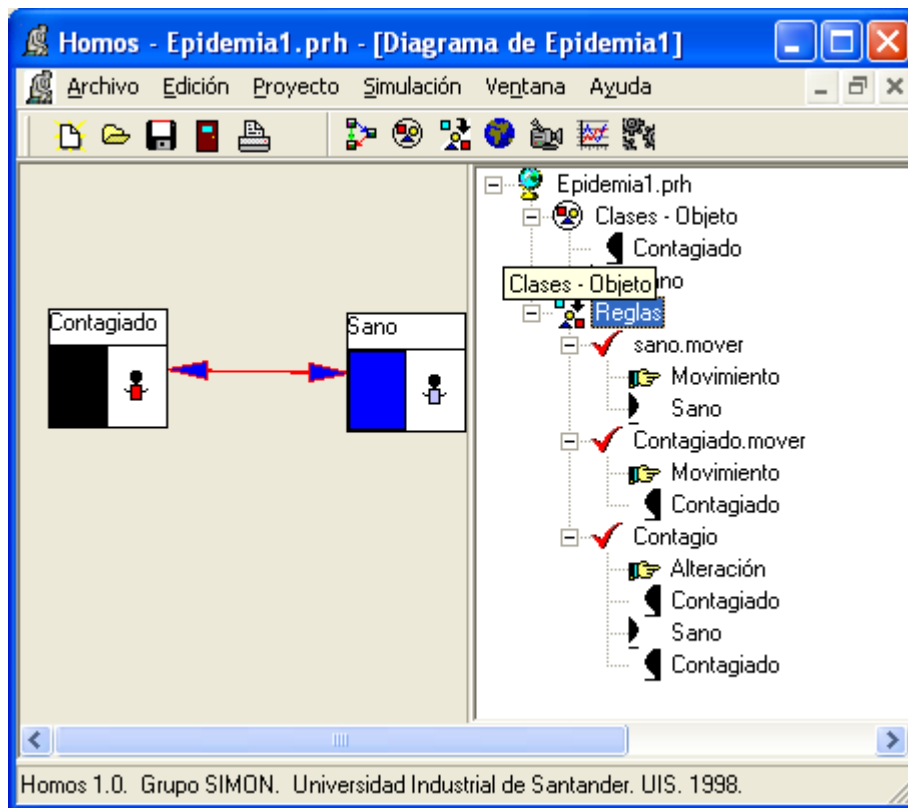


Figura 1: Diagrama BOR. Primer Prototipo

Para iniciar la simulación es necesario definir el ambiente en donde se desarrollará el fenómeno, el cual será de 20x20, con límite cíclico, ubicando a las personas sanas en forma aleatoria (49 personas sanas y un contagiado), como se muestra en la figura 2.

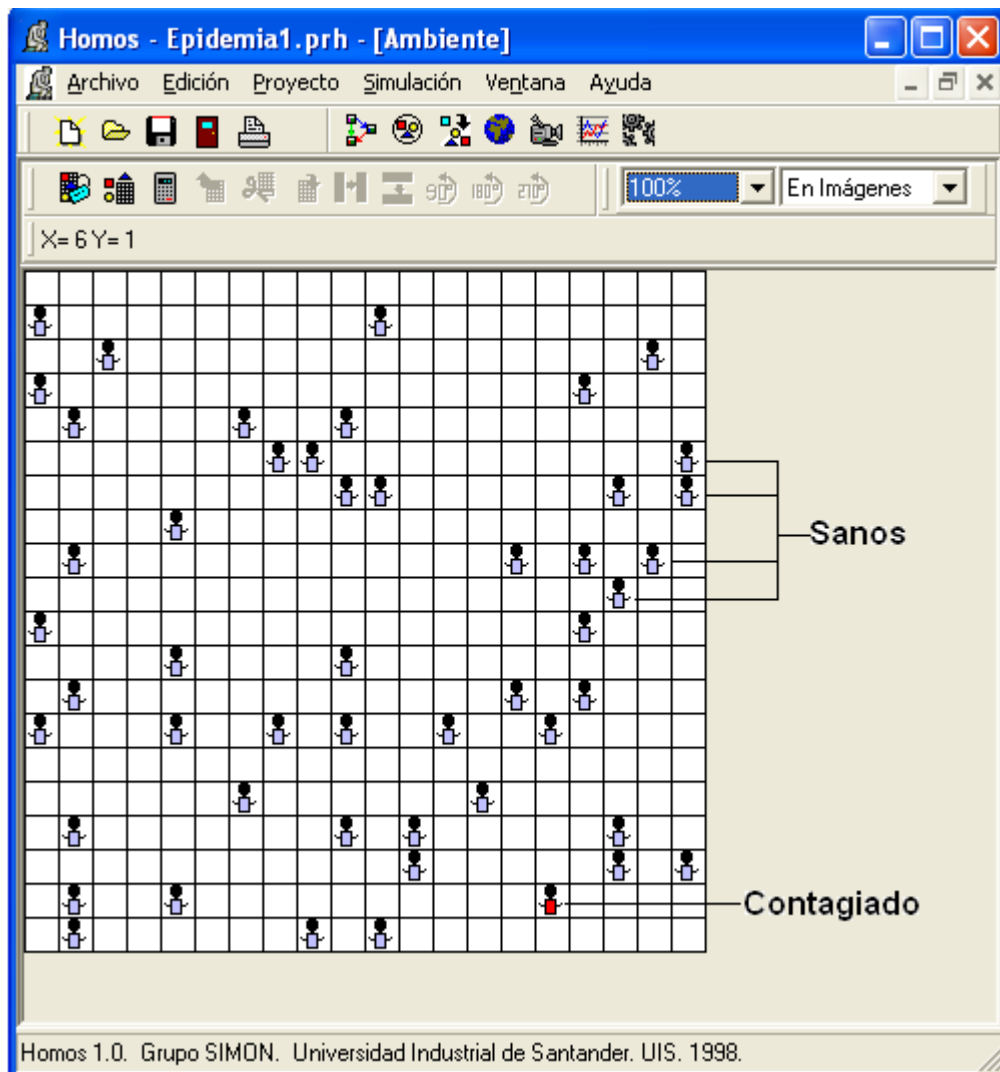


Figura 2: Ambiente Inicial. Primer prototipo

TRAYECTORIAS DE COMPORTAMIENTO

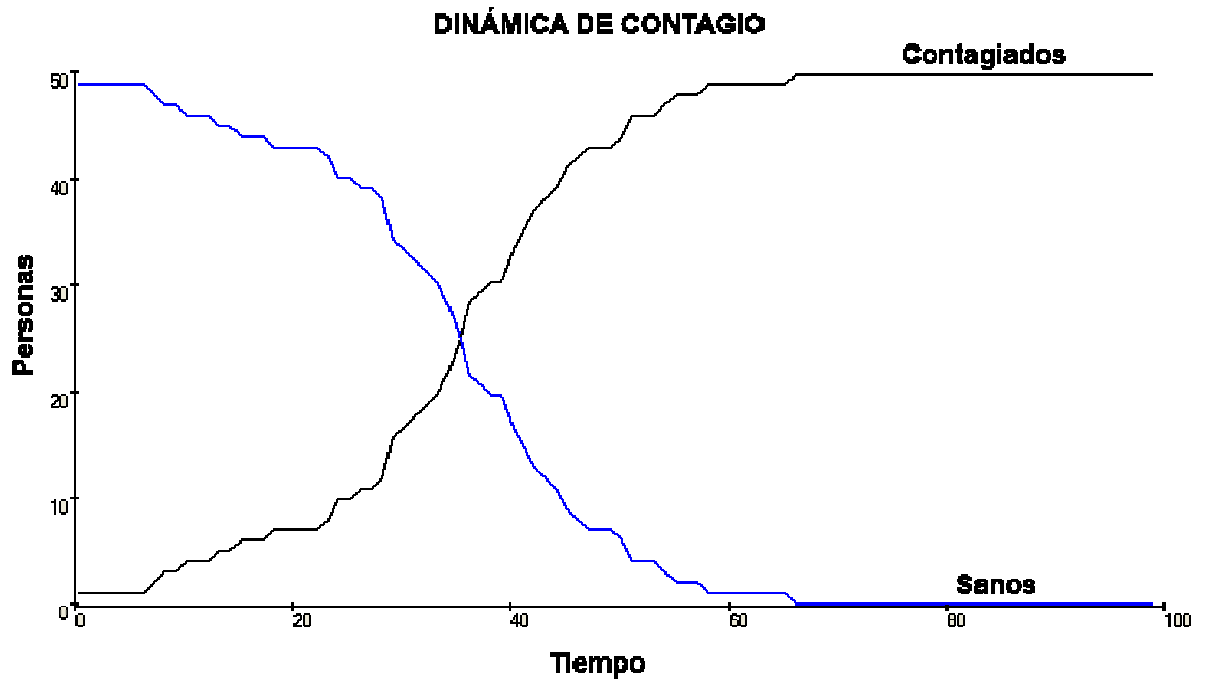


Figura 3: Dinámica de contagio. Primer prototipo

Como se observa en la figura 3, las personas contagiadas van aumentando y las sanas disminuyendo, hasta el paso de simulación en que todas los sanos de han convertido en contagiados; a partir de ese instante la cantidad de contagiados permanece constante.

Es importante mencionar que el modelado basado en objetos y reglas tiene en cuenta la distribución espacial en la dinámica del fenómeno modelado. Esto es, si se hubiese tomado una distribución inicial de los sanos agrupados y el contagiado alejado, a diferencia de lo apreciado en el caso anterior, el contagio se hubiese propagado de manera más lenta debido a la lejanía inicial entre el contagiado y los sanos. Esta característica distingue a esta metodología de otras, las cuales asumen una distribución uniforme.