

**MICROMUNDO DE MODELADO Y SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE
FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.**

“MAC Ambiental”

Categoría: Producción de recursos educativos digitales.

HUGO HERNANDO ANDRADE SOSA

Profesor Titular

Universidad Industrial de Santander

Facultad Físico-Mecánicas

handrade@uis.edu.co

NATHALI ANGÉLICA ORTIZ SUÁREZ

Estudiante decimo semestre de

Ingeniería de Sistemas

Universidad Industrial de Santander

Facultad Físico-Mecánicas

nathik_15@hotmail.com

GINA PAOLA MAESTRE GÓNGORA

Ingeniera de Sistemas

Candidata a Magister en Ingenierías

Universidad Industrial de Santander

Facultad Físico-Mecánicas

g.maestre@gmail.com

RESUMEN¹

Se presenta un software llamado MAC Ambiental, desarrollado para facilitar el aprendizaje de los estudiantes de sexto a once grado en el área de medio ambiente, en lo concerniente al calentamiento global. Este software se diseñó bajo los lineamientos de una propuesta pedagógica que involucra las ideas del pensamiento sistémico, el modelado y la simulación con dinámica de sistemas y el enfoque pedagógico constructivista; incluyendo recursos como multimedia, ambientes-web, modelado y simulación y administración de contenidos, los cuales soportan los contenidos asociados al cambio global para promover mejores prácticas en los estudiantes en su relación con el medio ambiente, a través de la reflexión de las causas y efectos de fenómenos asociados al calentamiento global.

PALABRAS CLAVE: Ambiental, Modelado, Simulación, Micromundo, Informática

¹ Esta ponencia se presenta en nombre de la Universidad Industrial de Santander, por integrantes del grupo SIMON de Investigación en Modelamiento y Simulación, adscrito a la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, Bucaramanga, Colombia; en el marco del Congreso Internacional de Informática Educativa- Ribie 2010 Mayor información sobre este trabajo y demás labores del grupo SIMON. <http://simon.uis.edu.co>, handrade@uis.edu.co, handrade_sosa@hotmail.com

1. INTRODUCCIÓN

El problema del calentamiento global (aceleramiento) cada día se constituye más en una preocupación de todos los humanos que habitamos el planeta tierra. Desde 1972 la Organización de las Naciones Unidas (ONU) incluyó en su agenda de trabajo el tema del ambiente; resultado de esto la ONU le otorgó a la educación en lo ambiental gran importancia para los procesos de cambio, recomendando la enseñanza de nuevos conocimientos teóricos, prácticos, valores y actitudes que constituirían la clave para conseguir el mejoramiento ambiental.²

En Colombia desde 1974 la estrategia se encamino hacia la relación educación-ambiente; a través de decretos, leyes y principalmente en la política nacional de educación ambiental donde se refleja esta relación. “Desde 1991 en Colombia se ha venido desarrollando una propuesta nacional, cuyos esfuerzos han estado orientados a la inclusión de la temática, tanto en el sector ambiental como en el sector educativo específicamente” (Ministerio de Educación Nacional, Ministerio de Medio Ambiente, 2002); en la política de ambiente se han realizado esfuerzos por parte del Ministerio de Medio ambiente, de la mano con la educación, por el fortalecimiento de estrategias como los Proyectos Ambientales Escolares-PRAE, los Comités Interinstitucionales de Educación Ambiental-CIDEA, los proyectos ciudadanos de educación ambiental-PROCEDA, entre otros, como un aporte al desarrollo sostenible y al mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos a través de procesos de formación desde la educación.

El grupo SIMON de investigaciones en modelamiento y simulación, ha trabajado durante varios años en el desarrollo de la propuesta MAC (Micromundos de Aprendizaje de las Ciencias), donde se involucra el modelado y simulación de enfoque estructural con Dinámica de Sistemas (DS)³ y el Pensamiento Sistémico (PS) en la educación, como una propuesta que promueve el enfoque educativo constructivista. La herramienta software: Micromundo de simulación para el aprendizaje de fenómenos ambientales asociados al cambio global (Mac Ambiental), objeto de esta ponencia, hace parte de un conjunto de

² <http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/aea/descargas/belgrado01.pdf>

³ Metodología para la construcción de modelos de simulación para sistemas complejos, como los estudiados por las ciencias sociales, la economía o la ecología

software educativos que han sido desarrollados bajo esta propuesta en los últimos años⁴, y que se han llevado a más de 1800 sedes educativas públicas en marco de la Fase de Profundización (FP) y la Etapa de Formación y Acompañamiento (EFA)⁵ del programa Computadores Para Educar (CPE)⁶.

Con esta ponencia se busca mostrar las principales características del software Mac ambiental, desarrollado bajo los lineamientos de la propuesta MAC. Para ilustrar las posibilidades de este software, se presenta un conjunto de temáticas que facilitan la comprensión de algunos de los fenómenos asociados a la aceleración del cambio global, integrando uso de la multimedia, ambientes soportados en páginas Web, facilidades de comunicación, acceso a información especializada, con las potencialidades de la computación actual para modelar y simular fenómenos soportados en modelos matemáticos con DS y ambientes de experimentación interactivos, que apoyan el proceso de construcción y reconstrucción de explicaciones científicas desde el paradigma dinámico sistémico (PDS), paradigma que considera básicamente que las cosas son siendo, son en su devenir, en su dinámica de ser y que son explicables en términos de sistemas o, como si fueran sistemas.

2. MODELO EDUCATIVO DE LA PROPUESTA MAC

En los últimos años el grupo SIMON ha venido desarrollando investigaciones sobre la aplicación del pensamiento sistémico y la dinámica de sistemas en la educación como una alternativa de apoyo en el aprendizaje de las ciencias; especialmente en temas que tienen algún nivel de dificultad para su comprensión y que son interés general desde la educación.

A partir de las investigaciones realizadas se formula la propuesta general de modelo educativo del grupo SIMON, que tiene como base la integración de tres agentes esenciales: el paradigma del pensamiento, el enfoque pedagógico y los medios utilizados

⁴ MAC 4-5 – Quitián y Bermúdez, MAC 6-7 –Navas y Benitez, MAC 8-9 – Dueñas y Rojas, MACMedia 2.0 –Sequeda y Torres y MAC 6-7 2.0 –r Vargas y Guerrero, MAC Primaria- Anaya y Vera, MAC Secundaria- Cala y Tasco.

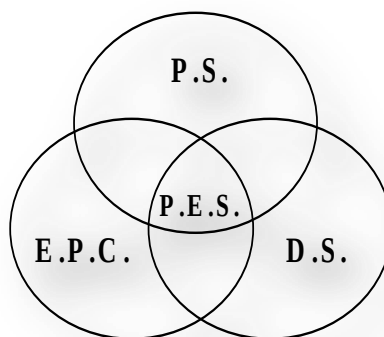
⁵ La FP y EFA tiene como objetivo acompañar a las instituciones educativas, en el proceso de integrar la TI a su proyecto educativo; en una dinámica de aprendizaje y práctica docente, en procura de consolidar un proyecto de informática, sostenible por las comunidades mismas que lo desarrollan.

⁶ La UIS a través del grupo SIMON de Investigaciones ha acompañado a grupos de escuelas con una cobertura así: 43 en el 2004, 153 en el 2005, 206 en el 2006, 298 en el 2007, 455 en el 2008, 683 en 2009.

para su desarrollo. La práctica educativa sistémica (PES) identifica e integra agentes a saber: el P.S. como paradigma del pensamiento, el enfoque educativo constructivista (EPC) como modelo pedagógico y la DS como medio para la formulación del conocimiento (Andrade y Navas,2002)

La práctica educativa sistémica (P.E.S) hace posible que el estudiante viva situaciones de aprendizaje apoyadas en el modelado y la simulación. En la figura 2 se representa gráficamente este ambiente educativo.

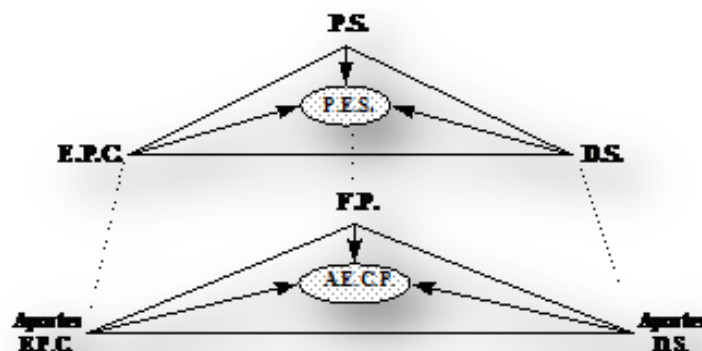
Figura 1. Esquema de la práctica educativa sistémica



Al integrar los aportes de cada uno de los elementos de la Práctica Educativa Sistémica, se propicia un Ambiente Educativo Centrado en los Procesos de Pensamiento (AECP), el cual facilita el desarrollo de habilidades de pensamiento que a su vez hacen posible los procesos de construcción y reconstrucción de conocimiento. La figura 2 presenta una descripción del modelo, mostrando dos niveles de abstracción, en donde el nivel inferior es una representación particular del nivel superior.

Este modelo propone centrar el proceso educativo en el desarrollo de habilidades de pensamiento, combinando el PS con el enfoque constructivista y motivando a los estudiantes a comprender fenómenos de diversa naturaleza al identificar los elementos e interacciones que los describen como sistemas y que explican su dinámica en el tiempo, esperando así aportar a la formación de un espíritu crítico e investigador.

Figura 2. Esquema del modelo educativo orientado al desarrollo de formas de pensamiento.



La integración del PS y el EPC con el lenguaje de la DS, tiene implicaciones en los objetivos educativos, en los roles del profesor y del estudiante, así como en el papel de los materiales y medios. Lo anterior hace necesario el diseño de un ambiente educativo que integre dichos roles, acorde con los objetivos y con los materiales y medios, para los cuales el contexto tecnológico aporta el computador, el software y los recursos de la multimedia.

3. SOFTWARE MAC AMBIENTAL

De manera coherente con el modelo esbozado en el apartado anterior, se ha diseñado y desarrollado el MAC ambiental (Ortiz, Vargas Andrade y Maestre, 2010) software pensado para aportar a la comprensión, en la escuela, de los fenómenos ambientales asociados a la aceleración del cambio global. A continuación se presentan las diferentes características y funcionalidades:

3.1 Usuarios del software

Para el MAC ambiental existen tres tipos de usuarios, cada uno con funciones y permisos específicos:

- **Administrador:** Administra el sistema software en general. Es el único usuario que tiene acceso a casi todas las funciones de la herramienta.
- **Profesor:** Para éste usuario, la herramienta software le facilita su labor pedagógica directa con los estudiantes y su tarea de organizar y elaborar materiales apropiados a las temática de su interés académico.

- **Estudiante:** Puede leer, experimentar, modelar y responder preguntas, es el usuario que más utiliza el software para ampliar sus conocimientos; los contenidos temáticos y temas fueron creados para él.

3.2 Interfaz

Los usuarios tienen acceso a tres diferentes niveles, cada uno aporta características diferentes en la comprensión de las temáticas a través de la interacción, principalmente con modelos en DS con Evolucion 4.0 (Hernández,Monsalve y Andrade,2010), los cuales sirven para conocer las causas y efectos de los fenómenos que componen esta problemática; nivel lector, experimentador e investigador (modelador). Además el MAC Ambiental permite interactuar con imágenes, videos, bibliografía, etc.

1. **Nivel Lector:** En éste nivel, figura 3, el usuario puede ver las temáticas y los temas correspondientes al grado seleccionado; encuentra información teórica relacionada con cada fenómeno, enriquecida con imágenes y vídeos. Como ayuda para acceder a los contenidos, en la parte izquierda de la pantalla se encuentra un navegador que lo lleva a la temática o tema de interés. Este es el nivel de aprendizaje tradicional, donde el lector aprende por lo que le dice el otro, por la explicación del otro. Igualmente es el nivel donde el profesor puede dar a conocer la diversidad de explicaciones alrededor del objeto de conocimiento, incluyendo la suya.

Figura 3. Imagen nivel lector

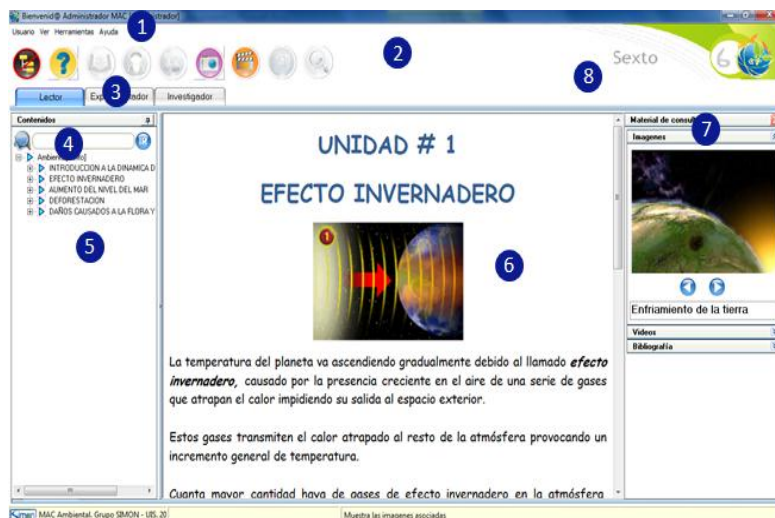


Tabla 1. Descripción marcas nivel lector

Marca	Explicación
1	Barra de menú.
2	Barra de herramientas
3	Pestaña que identifica el nivel
4	Buscador de temáticas
5	Árbol de contenidos
6	Espacio para mostrar las páginas HTML
7	Material de consulta
8	Identificador del grado

2. **Nivel investigador:** figura 4, En este nivel se recrean las explicaciones científicas, propias y ajenas, en términos de modelos formales, modelos matemáticos de simulación, en este caso, mediante el lenguaje de la DS y desde el Paradigma Dinámico Sistémico (PDS). Con éste espacio se hace posible el recrear formalmente las explicaciones del otro y el construir las propias, de tal forma que dichas explicaciones puedan ser confirmadas o refutadas mediante la experimentación (simulación) mediada por el modelo (la explicación) en diversos escenarios. En los lenguajes de la DS, este nivel presenta el diagrama de influencias⁷, el diagrama de flujos-niveles⁸, y las ecuaciones correspondientes a

⁷ En este diagrama se expresan las relaciones causales y los ciclos de realimentación entre variables.

cada fenómeno. Si el usuario desea estudiar los modelos el software le da la opción de abrirlos directamente en Evolución 4.0 para modificar variables y parámetros, construyendo alternativas que explican el fenómeno en estudio.

Figura 4. Imagen nivel investigador

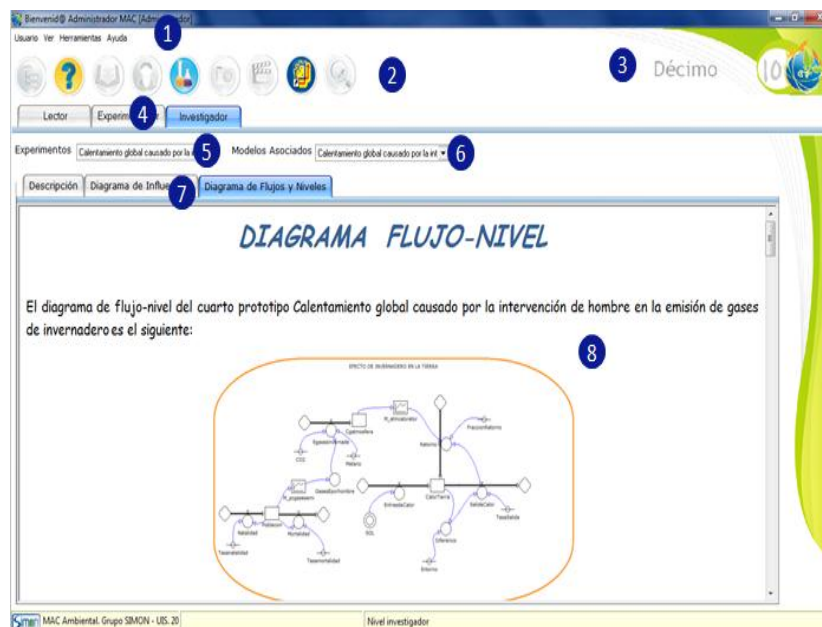


Tabla 2. Descripción marcas nivel investigador

Marca	Explicación
1	Barra de menú.
2	Barra de herramientas.
3	Identificador del grado.
4	Pestaña que identifica el nivel investigador
5	Muestra el listado de experimentos asociados.
6	Muestra el listado de modelos asociados.
7	Pestaña para seleccionar los lenguajes
8	Espacio para mostrar las páginas HTML con la descripción, el diagrama de influencias y el diagrama de flujos y niveles.

⁸ El diagrama de flujos y niveles ilustra el modo como los niveles del sistema cambian en virtud de los flujos que los afectan; ofrece una mirada distinta de la estructura causal en la que prima la distinción entre estado y cambio, que no era evidente en el diagrama de influencias

3. **Nivel experimentador:** Permite la experimentación simulada de los fenómenos en estudio; permite el acceso a los animadores⁹ de los modelos, facilitando la construcción de escenarios (variación de parámetros y condiciones iniciales), para la comprensión de la dinámica del fenómeno en estudio, mediante la simulación. (Figura 5).

Figura 5. Imagen nivel experimentador



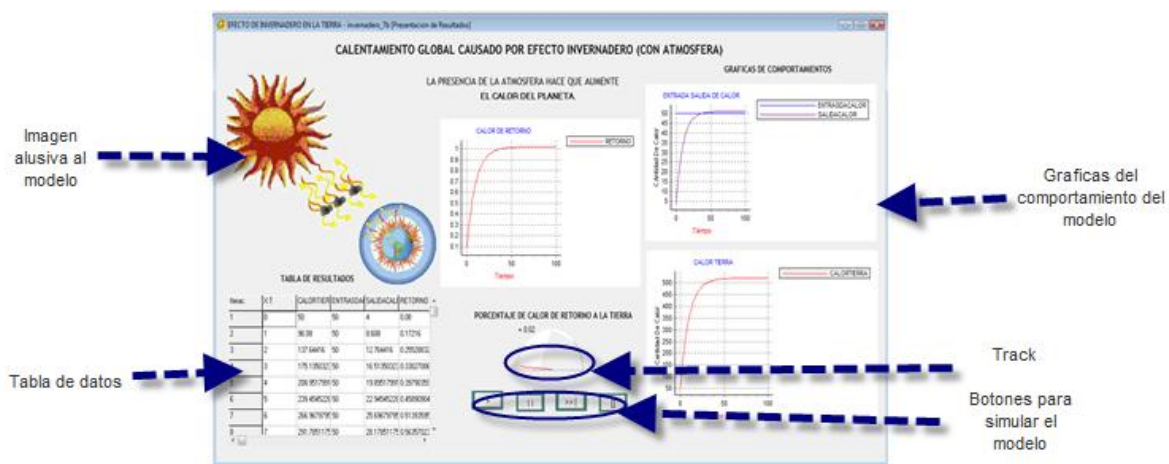
Tabla 3. Descripción marcas nivel experimentador

Marca	Explicación
1	Barra de menú.
2	Barra de herramientas.
3	Identificador del grado.
4	Pestaña que identifica el nivel experimentador.
5	Muestra el listado de experimentos asociados.
6	Muestra el listado de modelos asociados.
7	Botón para abrir el animador (simulador) del modelo.
8	Espacio para mostrar la página HTML con la descripción del experimento.

⁹ El término animador es usado en el software Evolución para referirse a un simulador o interfaz que permite operar un modelo a través de botones y desarrollar un conjunto de experimentos para la cual está diseñada.

En este espacio se puede acceder a los simuladores asociados a los modelos (figura 6). Estos simuladores permiten experimentar a la manera como se realiza en un laboratorio, observando lo observable de manera directa al ver suceder el fenómeno o, en otro caso, al simular e interpretar el suceder con la explicación, con el conocimiento del modelo que explica lo que sucede; alternativas que juegan papeles y aportes diferentes al aprendizaje.

Figura 6. Imagen simulador



3.3 Servicios

Para facilitar el ejercicio del modelo educativo esbozado y los niveles de interacción para el aprendizaje descritos en los apartados anteriores, este software ofrece diversos servicios, disponibles dependiendo del tipo de usuario y sus propósitos:

- **Administración de usuarios:** Permite crear, modificar o eliminar usuarios y cursos. Es un servicio que está disponible solo para los usuarios administradores.
- **Administración de contenidos:** Permite crear, modificar o eliminar temáticas, temas y los contenidos que hacen parte de cada una de ellas (páginas web, videos, imágenes, bibliografías, modelos, simuladores). Es un servicio disponible para los usuarios administradores y principalmente para los profesores al crear y organizar contenidos.
- **Glosario:** Se ha inicializado con un conjunto de palabras relacionadas con el lenguaje del calentamiento global.

- **Preguntas guías y puntuales:** Constituyen dos elementos integradores tanto de los tres niveles (lector, investigador y experimentador) como del proceso de aprendizaje. Las preguntas guías, son abiertas, orientan el proceso global de aprendizaje sobre el objeto de estudio y las preguntas puntuales son específicas orientadas a precisar los conceptos e enriquecer las respuestas generales.
- **Bitácora:** Es un mecanismo que puede utilizar el profesor para observar la evolución que sus estudiantes van obteniendo en el proceso de aprendizaje, apoyados por este software. Aquí se pueden apreciar las respuestas de cada estudiante a las preguntas asociadas a los temas y temáticas. Presenta un registro de cada una de las acciones que realizó el estudiante mientras estuvo interactuando con el software, por ejemplo cada vez que observa un video o abre un simulador. Además el profesor puede emitir un comentario y si lo desea, puede enviarle un correo al estudiante con nuevas orientaciones.
- **Crear clases:** facilita al profesor la organización de sus clases, puede planear sus clases con los contenidos presentes en el micromundo, mediante información presentada en las diversas formas que el software lo permite. Existe la posibilidad de editar los contenidos, de tal forma que el profesor puede insertar nuevos temas, videos, modelos, etc. e igualmente modificar o eliminar los existentes.
- **Foro de inquietudes:** Permite a los estudiantes trabajar en un ambiente de aprendizaje colaborativo en donde podrán construir y reconstruir sus ideas por medio de la confrontación y el debate con sus pares y profesores.
- **Buscador web local:** Permite a los usuarios consultar diferentes páginas web que indexadas en el buscador, los usuarios profesores y administrador pueden además incluir nuevas páginas.
- **Exportar e importar contenidos:** Este servicio se ofrece con el objetivo de que exista la posibilidad de intercambiar paquetes de contenidos ¹⁰entre la red de usuarios; o que simplemente se desee modificar un tema desde un computador diferente a donde está instalado el software. El usuario profesor puede exportar el tema, modificar lo que desea e importarlo nuevamente; así tendrá a su disposición los contenidos sin tener que incluir uno a uno los elementos de la unidad.

¹⁰ Incluye Páginas web, Modelos de simulación, Imágenes, Video del tema,

- **Correo:** Servicio a disposición de los usuarios estudiantes y es un buzón donde el encuentra las observaciones que el profesor ha hecho dependiendo de las actividades que ha realizado y lo apreciado en la bitácora de cada estudiante.
- **Ayuda:** El software cuenta con un servicio de ayuda donde se muestra a los usuarios de forma clara el uso de las diferentes funciones con las que cuenta la herramienta.

3.4 Requerimientos técnicos

Este software ha sido diseñado pensando en los recursos disponibles en las diferentes sedes educativas del país; en particular las beneficiadas por el programa CPE, quienes son los usuarios iniciales y directos.

Requerimientos técnicos mínimos para el adecuado funcionamiento de MAC ambiental:
Procesador 1 GHz, Memoria de 512 MB, Espacio en disco de 300 MB, Sistema operativo Windows 95 o superior.

En cuanto a la conectividad, teniendo en cuenta que algunas instituciones cuentan con red, el software está diseñado con un modelo arquitectónico cliente- servidor¹¹ que permite una fácil y eficiente administración de contenidos y de usuarios, facilitando la comunicación entre los estudiantes y profesores de forma sincrónica. Si no se cuenta con una red es posible la instalación monousuario, con todas las funciones. Además para suplir las necesidades de intercambio de contenidos, se creó el servicio de importar y exportar contenidos expuesto en la sección anterior.

3.4 Contenidos

Tanto las temáticas como los temas que hacen parte de cada una de ellas se escogieron en base a los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional-MEN¹² y el plan del área de ciencias y educación ambiental del colegio que se empleó como referencia¹³.

¹¹ Es un concepto que sirve para describir las comunicaciones entre procesos que se clasifican como consumidores de servicios (clientes) y proveedores del servicio (servidores).

¹² Temáticas basadas en lineamientos del ministerio de educación ambiental (MEN). <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-90938.html>

¹³ Contenidos basados en el plan de estudio del colegio Custodio García Rovira área: ciencias naturales y educación ambiental

Las temáticas y temas que son asociados a la aceleración del cambio global se seleccionaron incluyendo fenómenos que aportan al aprendizaje y reflexión acerca de las causas y consecuencias de los hábitos que el ser humano tiene en su relación con la naturaleza. Las temáticas seleccionadas fueron 6 y los temas asociados en promedio a cada temática fueron 4 como se muestran a continuación en la tabla 4:

Tabla 3. Descripción tematicas y temas

NOMBRE TEMATICA	NOMBRE TEMA ASOCIADO
Efecto invernadero	• Calentamiento global causado por efecto invernadero (Sin atmosfera) • Calentamiento global causado por efecto invernadero (con atmosfera) • Calentamiento global como consecuencia de la presencia en la atmosfera de los principales gases de invernadero (CO2 metano) • Calentamiento global causado por la intervención de hombre en la emisión de gases de invernadero • Calentamiento global causado por la intervención del hombre y las quema de combustibles fósiles como principal fuente de emisión de los gases de invernadero
Aumento nivel del mar	• Aumento del nivel del mar como consecuencia del deshielo glaciar. • Aumento del nivel del mar como consecuencia de la alta precipitación. • Aumento del nivel del mar como consecuencia de la expansión del agua • Aumento del nivel del mar como consecuencia del calentamiento global
Efectos en los seres humanos(Salud)	• Enfermedades causadas por altas temperaturas • Enfermedades causadas por diferentes tipos de insectos • Enfermedades causadas por los cambios en el clima
Calidad de las aguas	• Disminución de aguas por altas demandas de agua potable por parte de la población dado el incremento de temperatura • Sequias de ríos y quebradas por altas temperaturas • Papel fundamental que juega el aumento de la población en la disminución del agua de los ríos
Deforestación	• Arborización • Bosque tropical • Cambios bruscos en las diferentes regiones (aumento de desiertos) • Incremento de la población y su intervención en la deforestación.
Daños causados a la flora y fauna	• Disminución de vegetación perteneciente a regiones frías. • Causa efecto entre flora y fauna. • Aumento de vegetación perteneciente a climas tropicales.

Los contenidos que hacen parte de cada temática son páginas web para el nivel lector, preguntas guías; además se tiene la posibilidad de incluir imágenes y videos, cuando el profesor lo cree necesario. Cada temática puede tener varios temas que además de las páginas web para el nivel lector, las tiene para el nivel investigador y experimentador, además cuenta con preguntas puntuales, modelos desarrollados con DS, utilizando la metodología de prototipos de complejidad y cobertura creciente.

4. IMPACTO

El Mac Ambiental es un software de uso educativo y de libre distribución; se ha llevado desde finales del 2009 a aproximadamente 200 sedes educativas que hacen parte del acompañamiento que el grupo SIMON de investigaciones realiza en el marco del convenio CPE– UIS. Así mismo está a disposición de las 1155 sedes educativas que se han acompañado desde el 2004 al 2008, en los sitios web <http://simon.uis.edu.co/redescuela> y <http://simon.uis.edu.co>. Es de señalar que las sedes que lo usan ha realizado una formación en aspectos de informática en la educación, modelado y simulación con DS, lo que facilita la apropiación de la propuesta MAC y del uso del software acorde a las necesidades de cada sede.

Para el grupo SIMON de Investigación es de interés aportar a través de propuestas pedagógicas y de herramientas software que faciliten la integración de las TIC en la educación, destacando el componente de innovación representado en el uso de lenguajes de representación como lo es la DS; en general llevando el modelado y simulación de enfoque estructural a la educación básica y media, centrado en la preocupación de formar científicos, promoviendo formas de pensamiento dinámico sistémico (Andrade,Navas 2006), como el pensamiento estructural, el pensamiento dinámico, el pensamiento cíclico, el pensamiento operacional y el pensamiento científico. (Richmond,1993)

La preocupación por los temas ambientales es una iniciativa de orden internacional, nacional y local, se espera que con el uso de estos ambientes que integran diversas tecnologías se aporte a la formación teórica y facilite la experimentación de diversas situaciones donde el estudiante reflexione acerca del papel que él puede jugar en la conservación del medio ambiente y, así mismo, pueda adoptar mejores prácticas en su vida cotidiana, promoviendo acciones en el entorno que lo rodea, su comunidad, vecinos,

padres de familia; para que la formación en el aula trascienda con una preocupación de proyección social a su entorno.

5. CONCLUSIONES

Cada vez más las facilidades y el acceso a los recursos tecnológicos permiten la creación de ambientes educativos que integran diversos recursos como la multimedia, el modelado matemático, la simulación y la experimentación, internet, buscadores entre otras, que pueden aportar a la educación básica y media, y que pueden ser accesibles por la disponibilidad de recursos hardware, software y la formación de profesores en el uso de este tipo de herramientas en las sedes educativas.

El modelado y simulación con DS, constituye una herramienta importante para la educación, sus diferentes lenguajes como prosa, flujo-nivel y resultados, facilitan la comprensión de un fenómeno en estudio en términos de su explicación científica. La DS motiva la reflexión de cómo y por qué se generan ciertos comportamientos, cuál es la relación entre las variables y cuál su incidencia en la dinámica general o particular del fenómeno en estudio.

EL proyecto CPE-UIS ha facilitado el acercamiento de la universidad con la comunidad educativa colombiana, en particular al grupo SIMON de investigación, lo que ha permitido la formulación y reformulación a la luz de la experiencia de ésta propuesta educativa así como del software para guiar y apoyar la apropiación de TI en la escuela.

REFERENCIAS

ANDRADE, Hugo, Navas, Ximena. La informática y el cambio en la educación. Una Propuesta Ilustrada con Ambientes de Modelado y Simulación con Dinámica de Sistemas: Proyecto MAC. VI Congreso de Informática educativa RIBIE-Col Medellín 2002

ANDRADE, Hugo, Navas, Ximena. Propuesta informática para la educación en el cambio, basada en ambientes de modelado y simulación. Un enfoque sistémico. Tesis Maestría 2006.

ANDRADE Hugo, MAESTRE Gina, ORTIZ Nathali, VARGAS Rafael. Modelos base para recrear la formación ambiental en la escuela. Séptimo Congreso y Séptimo Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas 2009

ANDRADE Hugo, GOMEZ, Merly, MAESTRE Gina. Posibilidades y limitaciones para llevar la dinámica de sistemas a la escuela. Reflexión sobre una experiencia colombiana. Ponencia V congreso latinoamericano de Dinámica de Sistemas 2007

HERNANDEZ Alexander; MONSALVE Adriana, ANDRADE Hugo, LINCE Emiliano. Mantenimiento del software Evolucion 4.0 Trabajo de Grado. (En desarrollo) 2010

MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL. Temáticas basadas en lineamientos del ministerio de educación ambiental (MEN). <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-90938.html> 2005

MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE .Política nacional de educación ambiental SINA.

ORTIZ Nathali; VARGAS Rafael, ANDRADE Hugo, MAESTRE Gina. Micromundo de simulación para el aprendizaje de fenómenos ambientales asociados al cambio global. Trabajo de Grado 2010.Universidad Industrial de Santander.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Carta de Belgrado 1975 <http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/aea/descargas/belgrado01.pdf>

RICHMOND, Barry. Systems thinking: critical thinking skills for the 1990s and beyond. System Dynamics Review Vol. 9 No. 2. Summer 1993.