

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

**NATHALI ANGELICA ORTIZ SUAREZ
RAFAEL ORLANDO VARGAS ALMEIDA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMATICA
BUCARAMANGA**

2010

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

**NATHALI ANGELICA ORTIZ SUAREZ
RAFAEL ORLANDO VARGAS ALMEIDA**

**Trabajo de Grado para optar al título de
INGENIERO DE SISTEMAS**

Director

**HUGO HERNANDO ANDRADE SOSA
Ingeniero de Sistemas M.Sc. Informática**

Codirectora

**GINA PAOLA MAESTRE GONGORA
Ingeniera de Sistemas M.Sc. Informática**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMATICA
BUCARAMANGA**

2010

DEDICATORIA

*A dios por llenarme de la sabiduría necesaria
para alcanzar mis metas y por iluminar
mi camino.*

*A mis padres Mary Luz y Sergio por su amor y apoyo
en todos los momentos de mi vida.*

*A mi abuela Soledad y mi hermana Ingrith
que siempre estuvieron ahí cuando necesite
una palabra de apoyo.*

*A mi familia que siempre me apoyo en cada momento durante el proceso
de largos años de estudio y esfuerzo.*

*En fin a todas las personas que hicieron posible que culminara
mis estudios de manera exitosa, muchas gracias a todos.*

Nathali

DEDICATORIA

"Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria a Dios por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día.

Le agradezco a mi mamá Lucila Almeida y mi papá Rafael Vargas ya que gracias a ellos soy quien soy hoy en día, es a ellos a quien les debo todo, horas de consejos, de regaños, de tristezas y de alegrías de las cuales estoy muy seguro que las han hecho con todo el amor del mundo para formarme como un ser integral y de las cuales me siento extremadamente orgulloso.

Les agradezco a mis hermanos los cuales han estado a mi lado. También les agradezco a mis amigos más cercanos, a esos amigos que siempre me han acompañado y con los cuales he contado desde que los conocí. También agradezco a todos los profesores que me han apoyado una y otra vez y todos aquellos a quien no menciono por lo extensa que sería la lista."

Gracias infinitas

Rafael

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Dios por permitirnos alcanzar cada uno de los escalones que hoy nos hacen posible lograr esta meta.

Profesor Hugo Hernando Andrade Sosa, por su dirección en el desarrollo de este trabajo de grado y por enriquecer con su experiencia nuestra vida profesional y personal.

La ingeniera Gina Paola Maestre, por su codirección y todo su apoyo.

El ingeniero Emiliano Lince Mercado, por su colaboración y orientación durante el desarrollo de este trabajo de grado.

La Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, por la formación profesional recibida.

El grupo SIMON de Investigaciones y sus integrantes por darnos la oportunidad de robustecer nuestro proceso de formación mediante el desarrollo del proyecto y por el apoyo brindado a lo largo del mismo.

Nuestras familias por el apoyo, colaboración y formación a lo largo de nuestras vidas.

Nuestros amigos y compañeros quienes nos acompañaron en las diferentes etapas de nuestra formación profesional, en especial a aquellos quienes compartieron sus conocimientos para fortalecer este desarrollo

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	27
1. PRESENTACION	30
1.1 DESCRIPCION GENERAL	30
1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO	30
1.2.2 Objetivos específicos	30
1.3 ANTECEDENTES Y DESCRIPCION DEL PROBLEMA	32
1.4 JUSTIFICACION Y VIABILIDAD DEL PROYECTO	37
1.4.1 Justificación	37
1.4.2 Viabilidad	40
1.5 METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO	41
1.5.1 Metodología	41
1.5.1.1 Metodología para la construcción de los modelos	42
1.5.1.2 Metodología para la construcción del software	43
1.5.2 Plan de trabajo	45
1.5.2.1 Fase de inicio.	45
1.5.2.2 Fase de elaboración.	46
1.5.2.3 Fase de construcción	47
1.5.2.4 Fase de transición	48
2. MARCO TEORICO	49
2.1 DESCRIPCION GENERAL	49
2.2 PENSAMIENTO SISTEMICO, DINÁMICA DE SISTEMAS Y METODOLOGIA DE DESARROLLO Y ANALISIS DE LOS MODELOS.	49
2.2.1 Pensamiento sistémico	49
2.2.1.1 Características del pensamiento sistémico	50
2.2.2 Dinámica de sistemas	50
2.2.2.1 Modelado y simulación con D.S	51
2.2.2.2 Software de simulación con D.S.	55

2.2.3 Prototipado evolutivo	56
2.2.4 Análisis de sensibilidad para los modelos.	58
2.3 MARCO EDUCATIVO	58
2.3.1 Enfoque pedagógico constructivista	59
2.3.2 Aprendizaje colaborativo	60
2.3.3 El modelo educativo propuesto por el grupo SIMON.	61
2.4 MARCO CAMBIO GLOBAL	63
2.4.1 Calentamiento global.	63
2.4.1.1 Causas del calentamiento global	64
2.4.1.2 Consecuencias del calentamiento global	67
2.4.1.3 Convenios internacionales para reducir el impacto del calentamiento global.	72
2.4.1.4 Soluciones a la problemática.	72
2.5 INGENIERIA DEL SOFTWARE	74
2.5.1 El ciclo de vida del software y el Proceso unificado	74
2.5.1.1 Descripción de la metodología	78
2.5.2 Programación orientada a objetos	81
2.5.3 Base de datos	83
2.5.4 Modelo cliente-servidor	85
3. DESARROLLO MODELOS	87
3.1 DESCRIPCION GENERAL	87
3.2 RECOPIACIÓN Y SELECCIÓN DE TEMÁTICAS ASOCIADAS AL CALENTAMIENTO GLOBAL.	87
3.2.1 Efecto invernadero	88
3.2.2 Aumento del nivel del mar	91
3.2.3 Efectos en los seres humanos (salud	93
3.2.4 Calidad de aguas	95
3.2.5 Deforestación	97
3.2.6 Daños ocasionados a flora y fauna	101
3.3 RECOPIACIÓN DESARROLLO Y DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS	102

3.3.1 Efecto invernadero	104
3.3.1.1 Primer prototipo calentamiento global causado por efecto invernadero (sin atmosfera).	105
3.3.1.2 Segundo prototipo calentamiento global causado por efecto invernadero (con atmosfera)	111
3.3.1.3 Tercer prototipo	114
3.3.1.4 Cuarto prototipo Calentamiento global causado por la intervención de hombre en la emisión de gases de invernadero	119
3.3.1.5 Quinto prototipo Calentamiento global causado por la intervención del hombre y la quema de combustibles fósiles, como principal fuente de emisión de los gases de invernadero	123
3.3.2 Aumento del nivel del mar	127
3.3.2.1 Primer prototipo aumento del nivel del mar como consecuencia del deshielo glaciar.	128
3.3.2.2 Segundo prototipo aumento del nivel del mar como consecuencia de la alta precipitación.	134
3.3.2.3 Cuarto prototipo aumento del nivel del mar como consecuencia del calentamiento global	143
3.3.3 Efectos en los seres humanos (salud).	148
3.3.4 Calidad de las aguas	162
3.3.4.1 Primer prototipo Disminución de aguas por altas demandas de agua potable por parte de la población, dado el incremento de temperatura	162
3.3.4.2 Segundo prototipo Sequias de ríos y quebradas por altas temperaturas	169
3.3.4.3 Tercer prototipo Papel fundamental que juega el aumento de la población en la disminución del agua de los ríos	173
3.3.5 Deforestación	177
3.3.5.1 Primer prototipo Arborización	178
3.3.5.2 Segundo prototipo Bosque tropical	182

3.3.5.3 Tercer prototipo Cambios bruscos en las diferentes regiones (aumento de desiertos)	186
3.3.5.4 Cuarto prototipo Incremento de la población y su intervención en la deforestación.	191
3.3.6 Daños causados a la flora y fauna	194
3.3.6.1 Primer prototipo Disminución de vegetación perteneciente a regiones frías.	195
3.3.6.2 Segundo prototipo Causa efecto entre flora y fauna	199
3.3.6.3 Tercer prototipo Aumento de vegetación perteneciente a climas tropicales	204
4. DESARROLLO PLATAFORMA MAC AMBIENTAL	207
4.1 DESCRIPCION GENERAL	207
4.2 FASE DE INICIO	207
4.2.1 Recopilación y selección de fuentes bibliográficas.	208
4.2.1.1 MACMedia 1.0.	208
4.2.1.2 MAC 6-7.	209
4.2.1.3 MAC 8-9.	210
4.2.1.4 MAC 4-5.	211
4.2.1.5 MACMedia 2.0.	211
4.2.1.6 MAC 6-7 2.0.	212
4.2.1.7 MACSecundaria	213
4.2.2 Objetivos MAC ambiental	216
4.2.3 Actores del sistema	219
4.2.4 Caso de uso sistema general	220
4.3 FASE ELABORACION.	223
4.3.1 Requisitos del sistema	223
4.3.2 Descripción requisitos de plataforma	229
4.3.3 Profundización casos de uso.	231
4.3.3.1 Casos de uso administrador y profesor	237
4.3.3.2 Casos de uso administrador	242

4.3.3.3 Casos de uso profesor	245
4.3.3.4 Casos de uso estudiante	248
4.3.4 Diseño del modelo de datos	250
4.3.4.1 Diagrama entidad relación	250
4.3.4.2 Diagrama de referencia.	254
4.3.5 Diseño componentes MacAmbiental	257
4.3.6 Diseño de la interfaz gráfica del MacAmbiental	259
4.3 FASE DE CONSTRUCCION	261
4.3.1 Iteraciones y flujos de trabajos	261
4.3.1.1 Primera iteración	262
4.3.1.2 Segunda iteración	262
4.3.1.3 Tercera iteración	263
4.3.1.4 Cuarta iteración	264
4.3.1.5 Quinta iteración	264
4.3.1.6 Sexta iteración	265
4.4 FASE DE TRANSICION	273
4.4.1 Diseño pruebas	273
4.4.1.1 Objetivos de las pruebas	273
4.4.1.2 Recursos necesarios	274
4.4.1.3 Actividades a realizar	275
4.4.2 Desarrollo de las pruebas de receptibilidad	276
4.4.2.1 Prueba Llano Grande Norte de Santander	276
4.4.2.2 Prueba con los formadores de CPE	279
CONCLUSIONES	271
RECOMENDACIONES	274
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	287
ANEXOS	293

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Fases y flujos fundamentales de trabajo fundamentales del proceso de desarrollo unificado	44
Figura 1. Modelamiento con D.S	53
Figura 2. Prototipado evolutivo.	57
Figura 3. Esquema de la práctica educativa sistémica	62
Figura 4. Esquema del modelo educativo orientado al desarrollo de formas de pensamiento.	63
Figura 5 . Diagrama de influencias primer prototipo calentamiento global.	106
Figura 6. Diagrama de flujo-nivel primer prototipo calentamiento global	107
Figura 7 . Comportamiento de la variable calor de la tierra para el primer modelo calentamiento global.	109
Figura 8. Comportamiento de la variable de nivel calor de la tierra, con diferentes valores del parámetro tasa de salida.	110
Figura 9. Comportamiento de la variable de nivel calor de la tierra, con diferentes valores del parámetro calor de retorno.	110
Figura 10. Diagrama de influencias segundo prototipo calentamiento global.	112
Figura 11. Diagrama de flujo-nivel segundo prototipo calentamiento global.	113
Figura 12 . Comportamiento de la variable calor de la tierra para el segundo modelo calentamiento global.	114
Figura 13. Diagrama de influencias tercer prototipo calentamiento global.	116
Figura 14. Diagrama de flujo-nivel tercer prototipo calentamiento global.	117
Figura 15 . Comportamiento de la variable calor de la tierra para el tercer modelo calentamiento global.	119
Figura 16. Diagrama de influencias cuarto prototipo calentamiento global	121
Figura 17. Diagrama de flujo-nivel cuarto prototipo calentamiento global.	121
Figura 18 . Comportamiento de la variable calor de la tierra para el cuarto modelo calentamiento global.	123

Figura 19 . Diagrama de influencias quinto prototipo calentamiento global	125
Figura 20 . Diagrama de flujo-nivel quinto prototipo calentamiento global	125
Figura 21 . Comportamiento de la variable calor de la tierra para el quinto modelo calentamiento global.	127
Figura 22 . Diagrama de influencias primer prototipo aumento del nivel del mar	129
Figura 23 . Diagrama de flujo-nivel primer prototipo aumento nivel del mar	130
Figura 24 . Comportamiento de la variable nivel del mar para el primer modelo aumento del nivel del mar	132
Figura 25 . Comportamiento de la variable nivel del mar con diferentes valores del parametro tasa de evaporizacion	133
Figura 26 . Comportamiento de la variable nivel del mar con diferentes valores del parámetro cantidad agua glaciar	133
Figura 27 . Diagrama de influencias segundo prototipo aumento del nivel del mar	135
Figura 28 . Diagrama de flujo-nivel segundo prototipo aumento nivel del mar	136
Figura 29 . Comportamiento de la variable nivel del mar para el segundo modelo aumento del nivel del mar	138
Figura 30. Comportamiento de la variable nivel del mar con diferentes valores del parámetro tasa de expansión	139
Figura 31 . Diagrama de influencias tercer prototipo aumento del nivel del mar	141
Figura 32 . Diagrama de flujo-nivel tercer prototipo aumento nivel del mar	141
Figura 33 . Comportamiento de la variable nivel del mar para el tercer modelo aumento del nivel del mar	143
Figura 34 . Diagrama de influencias cuarto prototipo aumento del nivel del mar.	145
Figura 35 . Diagrama de flujo-nivel cuarto prototipo aumento nivel del mar.	145
Figura 36 . Comportamiento de la variable nivel del mar para el cuarto modelo aumento del nivel del mar	147
Figura 37 . Comportamiento de la variable nivel del mar con diferentes valores del parámetro tasa de deshielo	148

Figura 38 Diagrama de influencias primer prototipo efecto seres humanos (salud).	150
Figura 39 . Diagrama de flujo-nivel primer prototipo efecto en seres humanos (salud)	150
Figura 40 Comportamiento de la variable cantidad de personas enfermas para el primer modelo efectos seres humanos (salud)	153
Figura 41 . Comportamiento de la variable nivel del mar con diferentes valores del parametro tasa de evaporizacion.	154
Figura 42 . Diagrama de influencias segundo prototipo efecto seres humanos (salud)	156
Figura 43 . Diagrama de flujo-nivel segundo prototipo efecto en seres humanos (salud).	156
Figura 44 . Comportamiento de la variable cantidad de personas enfermas para el segundo modelo efectos seres humanos (salud)	158
Figura 45 .Diagrama de influencias tercer prototipo efecto seres humanos (salud)	159
Figura 46 . Diagrama de flujo-nivel tercer prototipo efecto en seres humanos (salud).	160
Figura 47 . Comportamiento de la variable cantidad de personas enfermas para el tercer modelo efectos seres humanos (salud)	161
Figura 48 . Diagrama de influencias primer calidad de agua potable	164
Figura 49 . Diagrama de flujo-nivel primer prototipo calidad de agua potable	164
Figura 50 . Comportamiento de la variable cantidad de agua en los ríos para el primer modelo calidad de aguas.	167
Figura 51 . Comportamiento de la variable nivel agua rios con diferentes valores del parametro tasa de evaporizacion	168
Figura 52 . Comportamiento de la variable nivel agua rios con diferentes valores del parametro tasa de consumo humano	169
Figura 53. Comportamiento del variable nivel agua ríos con diferentes valores del parámetro tasa de consumo agrícola	169

Figura 54. Diagrama de influencias segundo prototipo calidad de agua potable	171
Figura 55. Diagrama de flujo-nivel segundo prototipo calidad de agua potable	171
Figura 56. Comportamiento de la variable cantidad de agua en los ríos para el segundo modelo calidad de aguas.	173
Figura 57. Diagrama de influencias tercer prototipo calidad de agua potable	174
Figura 58. Diagrama de flujo-nivel tercer prototipo calidad de agua potable	175
Figura 59 . Comportamiento de la variable cantidad de agua en los ríos para el tercer modelo calidad de aguas.	177
Figura 60. Diagrama de influencias primer prototipo deforestación	179
Figura 61. Diagrama de flujo-nivel primer prototipo deforestación	180
Figura 62. Comportamiento de la variable cantidad de árboles en un bosque para el primer modelo deforestación.	181
Figura 63. Diagrama de influencias segundo prototipo deforestación	183
Figura 64. Diagrama de flujo-nivel segundo prototipo deforestación	184
Figura 65. Comportamiento de la variable cantidad de arboles en un bosque para el segundo modelo deforestacion	185
Figura 66. Diagrama de influencias tercer prototipo deforestación	187
Figura 67. Diagrama de flujo-nivel tercer prototipo deforestacion	187
Figura 68 . Comportamiento de la variable cantidad de arboles para el tercer modelo deforestacion	189
Figura 69. Comportamiento de la variable zona desértica con diferentes valores del parámetro tasa de siembra	190
Figura 70. Comportamiento de la variable zona desértica con diferentes valores del parámetro tasa de tala	190
Figura 71. Diagrama de influencias cuarto prototipo deforestación	192
Figura 72. Diagrama de flujo-nivel cuarto prototipo deforestación	192
Figura 73. Comportamiento de la variable cantidad de árboles para el cuarto modelo deforestación	194

Figura 74. Diagrama de influencias primer prototipo daño causado a flora y fauna	196
Figura 75. Diagrama de flujo-nivel primer prototipo daños a la flora y fauna	196
Figura 76. Comportamiento de la variable de nivel cantidad de flora no tropical para el primer modelo daño a flora y fauna	199
Figura 77. Diagrama de influencias segundo prototipo daño causado a flora y fauna	200
Figura 78. Diagrama de flujo-nivel segundo prototipo daños a la flora y fauna	201
Figura 79. Comportamiento de la variable de nivel cantidad de flora no tropical y cantidad de especies animales para el segundo modelo daño a flora y fauna	203
Figura 80. Diagrama de influencias tercer prototipo daño causado a flora y fauna	205
Figura 81. Diagrama de flujo-nivel tercer prototipo daños a la flora y fauna	205
Figura 82. Comportamiento de la variable de nivel cantidad de flora tropical y cantidad de especies animales para el tercer modelo daño a flora y fauna	206
Figura 83. Casos de uso sistema general estudiante	220
Figura 84. Casos de uso sistema general profesor	221
Figura 85. Casos de uso sistema general administrador	222
Figura 86. Diagrama de despliegue requisitos plataforma	231
Figura 87. Caso de uso visor de contenidos y material de consulta	232
Figura 88. Diagrama de actividad mostrar tema seleccionado	233
Figura 89. Diagrama de clase: Tema	234
Figura 90. Caso de uso árbol de contenidos	235
Figura 91. Diagrama de actividad mostrar contenido	236
Figura 92. Caso de uso buscado	237
Figura 93. Caso de uso administrador de referencias	238
Figura 94. Caso de uso administrador de contenidos	239
Figura 95. Caso de uso administrar glosario	240
Figura 96. Caso de uso administrar buscador web local	241

Figura 97. Caso de uso administrador foro de inquietudes	242
Figura 98. Caso de uso administrar usuarios	243
Figura 99. Caso de uso administrador de cursos	244
Figura 100. Caso de uso administrar preguntas	245
Figura 101. Caso de uso programador de clases	246
Figura 102. Caso de uso bitácora	247
Figura 103. Ayuda	248
Figura 104. Caso de uso buscador web local	249
Figura 105. Caso de uso panel de preguntas	249
Figura 106. Caso de uso foro de inquietud	250
Figura 107 . Diagrama entidad relación parte 1	251
Figura 108. Diagrama entidad relación parte 2	252
Figura 109. Diagrama entidad relación parte 3	253
Figura 110. Diagrama de referencia parte 1	254
Figura 111. Diagrama de referencia parte 2	255
Figura 112. Diagrama de referencia parte 3	256
Figura 113. Diagrama de componentes	257
Figura 114. Bosquejo interfaz gráfica del Mac Ambiental	260
Figura 115. Figura formulario administrar usuarios y cursos	264
Figura 116. Imagen formulario exportar temas	265
Figura 117. Imagen del software registro de usuario	266
Figura 118. Imagen del software Selección grado	267
Figura 119 . Imagen nivel lector	268
Figura 120. Imagen nivel experimentador	269
Figura 121. Imagen nivel investigador	270
Figura 122. Formato de imagen para la aplicación	271

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Simbología utilizada en diagramas de Flujos y Niveles	55
Tabla 2. Producción actual de gases de efecto invernadero.	90
Tabla 3. Modelos con su respectiva temática.	102
Tabla 4. Modelos asociados al temático efecto invernadero	104
Tabla 5 . Elementos que constituyen el modelo del primer prototipo calentamiento global.	107
Tabla 6 . Elementos que constituyen el modelo del segundo prototipo calentamiento global.	113
Tabla 7 . Elementos que constituyen el modelo del tercer prototipo calentamiento global.	117
Tabla 8 . Elementos que constituyen el modelo del cuarto prototipo calentamiento global.	122
Tabla 9 . Elementos que constituyen el modelo del quinto prototipo calentamiento global.	126
Tabla 10 . Modelos asociados al temático aumento del nivel del mar	127
Tabla 11 . Elementos que constituyen el modelo del primer prototipo aumento nivel del mar	130
Tabla 12. Elementos que constituyen el modelo del segundo prototipo aumento nivel del mar.	136
Tabla 13 . Elementos que constituyen el modelo del tercer prototipo aumento nivel del mar	142
Tabla 14 . Elementos que constituyen el modelo del cuarto prototipo aumento nivel del mar	146
Tabla 15 . Modelos asociados al temático efecto en los seres humanos (salud)	148
Tabla 16 . Elementos que constituyen el modelo del primer prototipo efecto seres humanos (salud)	151

Tabla 17 Diagrama de flujo-nivel segundo prototipo efecto en seres humanos (salud).	157
Tabla 18 . Diagrama de flujo-nivel tercer prototipo efecto en seres humanos (salud)	160
Tabla 19 . Modelos asociados a la temática calidad de aguas	162
Tabla 20 . Elementos que constituyen el modelo del primer prototipo calidad de agua potable	165
Tabla 21. Elementos que constituyen el modelo del segundo prototipo calidad de agua potable	172
Tabla 22. Elementos que constituyen el modelo del tercer prototipo calidad de agua potable	175
Tabla 23. Modelos asociados a la temática deforestación	175
Tabla 24. Elementos que constituyen el modelo del primer prototipo deforestación	180
Tabla 25 . Elementos que constituyen el modelo del segundo prototipo deforestacion	184
Tabla 26 . Elementos que constituyen el modelo del tercer prototipo deforestacion	188
Tabla 27. Elementos que constituyen el modelo del cuarto prototipo deforestacion	193
Tabla 28. Modelos asociados al temático daño causado a la flora y fauna	194
Tabla 29. Elementos que constituyen el modelo del primer prototipo daño causado a la flora y fauna	197
Tabla 30. Elementos que constituyen el modelo del segundo prototipo daño causado a la flora y fauna	201
Tabla 31. Elementos que constituyen el modelo del tercer prototipo daño causado a la flora y fauna	206
Tabla 32. Resultado pruebas para MAC Secundaria	214
Tabla 33. Objetivo del sistema 1	216
Tabla 34. Objetivo del sistema 2	217

Tabla 35. Objetivo del sistema 3	217
Tabla 36. Objetivo del sistema 4	217
Tabla 37. Objetivo del sistema 5	217
Tabla 38. Objetivo del sistema 6	218
Tabla 39. Objetivo del sistema 7	218
Tabla 40. Objetivo del sistema 8	218
Tabla 41. Objetivo del sistema 9	218
Tabla 42. Objetivo del sistema 10	218
Tabla 43. Objetivo del sistema 11	219
Tabla 44. Objetivo del sistema 12	219
Tabla 45. Actores del sistema	219
Tabla 46. Requisito del sistema 1	223
Tabla 47. Requisito del sistema 2	224
Tabla 48. Requisito del sistema 3	224
Tabla 49. Requisito del sistema 4	225
Tabla 50. Requisito del sistema 5	226
Tabla 51. Requisito del sistema 6	226
Tabla 52. Requisito del sistema 7	227
Tabla 53. Requisito del sistema 8	227
Tabla 54. Requisito del sistema 9	228
Tabla 55. Requisito del sistema 10	228
Tabla 56. Requisito del sistema 11	228
Tabla 57. Requisito del sistema 12	229
Tabla 58. Requisito del sistema 13	229
Tabla 59. Explicación marcas de la figura 116	266
Tabla 60. Explicación marcas de la figura 117	267
Tabla 61. Descripción marcas nivel lector	268
Tabla 62. Descripción marcas nivel experimentador	269
Tabla 63. Descripción marcas nivel investigador	270
Tabla 64. Descripción marcas de las imágenes formato para la aplicación	271

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. PROYECTOS MAC: MICROMUNDOS DE SIMULACIÓN PARA EL APRENDIZAJE DE CIENCIAS	294
ANEXO B.RESULTADOS PRUEBA REALIZADA A MAC SECUNDARIA	302
ANEXO C RESULTADOS DE RECEPTIVIDAD DEL SOFTWARE MAC AMBIENTAL. LLANO GRANDE	306
ANEXO D.TABULACIÓN RESULTADOS DE RECEPTIBILIDAD EN LA ESCUELA LLANO GRANDE.	329
ANEXO E. TABULACIÓN DE RESULTADOS DE PRUEBA REALIZADA EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER EN LA SALA 3 DEL EDIFICIO DE LA FACULTAD FISICO MECANICA	342

RESUMEN

TÍTULO: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL .

AUTORES: NATHALI ANGELICA ORTIZ SUAREZ
RAFAEL ORLANDO VARGAS ALMEIDA **

PALABRAS CLAVES: Software Educativo, Pensamiento Sistémico, Dinámica de Sistemas, Constructivismo, Formas de Pensamiento, Ciencias Naturales, Micromundo, MAC Ambiental.

El presente proyecto fue desarrollado en el grupo SIMON de investigaciones, se basa en el modelo educativo constructivista centrado en los procesos de aprendizaje propuestos por el grupo, en el cual se integra el pensamiento sistémico y la dinámica de sistemas para generar una práctica educativa sistémica; con el propósito de contribuir con esta propuesta, se desarrolló un ambiente software que apoya el aprendizaje de fenómenos ambientales asociados al cambio global dirigido a estudiantes de secundaria.

Este software presenta una interfaz agradable; puede ser usado por tres tipos de usuarios: administrador, profesor y estudiante; ofrece tres niveles de interacción: lector, experimentador e investigador. Permite interactuar y agregar contenidos teóricos, imágenes, videos, experimentos, etc. realiza la gestión de usuarios (crear, modificar y eliminar usuarios). Facilita al profesor la administración de sus clases creando las mismas y haciendo un seguimiento de las actividades que realiza el estudiante por medio de la bitácora.

Los contenidos del software fueron desarrollados basados en una investigación realizada con el fin de aportar a la formación de estudiantes de secundaria en el área de medio ambiente específicamente en el tema calentamiento global, a través de un conjunto de modelos desarrollados bajo lineamientos dinámicos sistémicos y seleccionados por medio del análisis de temáticas relacionadas con el tema, que reflejan las características principales de este gran tema como es el deterioro del medio ambiente, actualmente de preocupación mundial.

Para la construcción del ambiente se eligió el proceso unificado como metodología de desarrollo, el lenguaje de programación Delphi 7.0, el motor de base de datos mysql, el generador de instaladores innoSetup 5.1.6, como aplicaciones de apoyo se usó sqlyog4.1. Para el desarrollo de los modelos que integran las temáticas del software se utilizó Evolución 3.5. Herramienta de Modelado con Dinámica de Sistemas. MAC Ambiental funciona sobre las siguientes plataformas: Windows 95, o superiores.

*Proyecto de grado de Investigación

**Facultad de Ciencias Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería de Sistemas. Director Ing. Msc. Hugo Hernando Andrade Sosa.

ABSTRACT

TITLE. MICROWORLD SIMULATION LEARNING PHENOMENAGLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE PARTNERS*

AUTHORS: NATHALI ANGELICA ORTIZ SUAREZ
RAFAEL ORLANDO VARGAS ALMEIDA**

KEY WORDS: Educational Software, Systems Thinking, System Dynamics, Constructivism, Forms of Thought, Science, Microworld, MAC Environment.

This project was developed in the research SIMON group and is based on the constructivist model of education focused on learning processes also proposed by the Simon group, that seeks to integrate this educational model with systems thinking and system dynamics to generate a systemic educational practice, so in order to contribute to this proposal has developed a software environment that supports learning of environmental phenomena associated with global change and which is aimed at students from sixth to eleventh grade.

This software provides a nice interface, can be used for three types of users: administrator, teacher and student, offers three levels of interaction: reader, experimenter and researcher. Can interact and add theoretical content, images, videos, tests, glossary terms, models and references. Allows user management (create, modify and delete users) easily. We provide teachers manage their classes to create them and by monitoring the activities of the student through the log.

The contents of the software were developed based on research conducted in order to contribute to the education of students from sixth to eleventh grade in the environmental field specifically in the acceleration of global warming through a set of dynamic models developed under guidelines systemic and selected through analysis of a number of issues related to the topic, which was obtained some parameters that make up the main features of this great issue as is the deterioration of the environment that concerns the world's population.

For the construction of the environment was chosen the Unified Process as development methodology, programming language Delphi 7.0, the database engine mysql, generator InnoSetup 5.1.6 installer, and support applications used sqlyog4.1.

To develop models that integrate the themes of the software, was used Evolution 3.5. Modeling Tool with System Dynamics. Environmental MAC operates on the following platforms: Windows 95 or higher.

* Degree thesis

** Fisicomecánicas Sciences Faculty, School of Systems Engineering. Director Eng Msc. Hugo Hernando Andrade Sosa

INTRODUCCION

En la última década el grupo de investigaciones SIMON que hace parte de la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Industrial de Santander, ha venido desarrollando un proyecto llamado MAC (Micromundos de Simulación para el Aprendizaje de las Ciencias) donde la base metodológica combina la Dinámica de Sistemas (D.S), el pensamiento sistémico (P.S) y el modelo pedagógico constructivista, en un entorno de aprendizaje que combinan herramientas informáticas.

Obedeciendo a lo anterior, se han desarrollado ocho prototipos que enmarcan el macroproyecto: MAC 4-5, MAC 6-7, MAC 6-7 2.0, MAC 8-9, MACMedia 1.0, MACMedia 2.0, MacPrimaria y MacSecundaria. Estas herramientas se han desarrollado en un proceso de análisis, diseño, desarrollo, evaluación y mejoramiento; en procura de obtener productos de gran calidad.

Haciéndose partícipe de la tarea emprendida por el grupo SIMON y observando la preocupación mundial que existe por el deterioro del medio ambiente, se desarrolla e implementa el proyecto de grado (Micromundo de simulación para el aprendizaje de fenómenos ambientales asociados al cambio global) **MacAmbiental**, cuyo resultado presenta un ambiente software con características multimedia, tales como videos e imágenes y que tiene como objetivo principal mostrar los daños y problemas que tiene la tierra y algunas consecuencias que generan estos fenómenos en la vida del ser humano. Esta herramienta software pretende facilitar y potencializar el proceso de aprendizaje de fenómenos ambientales asociados al cambio global, promoviendo el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y reflexivo acerca de esta problemática que preocupa al mundo entero.

Es así como se da inicio a la implementación del presente proyecto de grado Mac Ambiental tomando como base de desarrollo la evolución de los Mac's anteriores; y plasmado en el presente informe que muestra los fundamentos que soportan su creación, así como el producto software obtenido. Se estructura en cuatro capítulos, los cuales dan cuenta del proceso de desarrollo del proyecto y sus resultados de la siguiente manera:

En el primer capítulo, se encuentra la descripción del proyecto, los antecedentes y la situación problema que motivó su realización y los objetivos que se propusieron.

En el segundo capítulo, se detalla el marco teórico, constituido por: teorías educativas, el modelo educativo propuesto por el grupo SIMON de investigación, el marco educativo, conceptos de cambio global y teoría de ingeniería del software.

En el tercer capítulo, se documenta el proceso de recopilación y desarrollo de los modelos relacionados con el fenómeno de cambio global, así como la selección de las temáticas que encierran gran parte del fenómeno propuesto como es las causas y consecuencias del calentamiento global.

El capítulo cuarto, muestra las fases para el desarrollo de software:

- La fase de inicio, se encuentra la descripción brevemente de los Mac's desarrollados, los objetivos del Mac Ambiental, la descripción de los actores del sistema y los casos de uso generales para esos actores.
- En la fase de elaboración, se profundiza en los casos de uso además se describen los requisitos del sistema en si en esta fase se centra en el diseño.
- La fase de construcción muestra el producto alcanzado.

- En la fase de transición se da a conocer los resultados de las pruebas realizadas durante la elaboración de MAC Ambiental.

Para finalizar el informe, se formulan las conclusiones y recomendaciones surgidas al terminar este trabajo de grado.

1. PRESENTACION

1.1 DESCRIPCION GENERAL

En este capítulo se da una descripción detallada del proyecto como son el objetivo general y los objetivos específicos que muestran el alcance del proyecto; los antecedentes y la descripción, la justificación y viabilidad del problema que permiten conocer más a fondo las razones por las cuales se realizó el presente trabajo; finalmente se habla de la metodología y plan de trabajo que sirven de guía para el desarrollo no solo del software sino también de los modelos.

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.2.1 Objetivo general. Desarrollar un micromundo de simulación para apoyar los procesos de aprendizaje de los fenómenos ambientales, asociados a la aceleración del cambio global, mediante un conjunto de modelos de simulación con dinámica de sistemas (DS) y un ambiente software que facilite su uso en la educación básica y media.

1.2.2 Objetivos específicos

- Recopilar e implementar contenidos relacionados con aspectos ambientales que sirvan de soporte, apoyen la experimentación y la construcción de los modelos e interacción con ellos.
- Construir modelos de simulación apoyados en dinámica de sistemas basados en temáticas de fenómenos ambientales.

- Implementar un software que permita simular fenómenos ambientales asociados al cambio global que satisfaga los siguientes requerimientos básicos:
 - ✓ Permitir iniciar la aplicación con diferentes sesiones (administración, docencia y aprendizaje).
 - ✓ Construir una interfaz que motive el interés del estudiante por aprender. Para facilitar la construcción de modelos relacionados con la aceleración del cambio global.
 - ✓ Dar la posibilidad al usuario de asumir los diferentes roles dentro del proceso de aprendizaje:
 - Lector: donde mediante la lectura se puede acceder a los fundamentos teóricos.
 - Experimentador: en el cual es posible efectuar la experimentación simulada de los fenómenos en estudio.
 - Investigador: donde el estudiante puede conocer los modelos matemáticos que sustentan los experimentos que se simulan (modelos), conociendo así las causas del comportamiento.
 - ✓ Permitir al usuario dentro del proceso de administración la posibilidad de:
 - Facilitar la edición de contenidos actuales e inserción de nuevos restringiendo esta posibilidad a los usuarios con sesión como estudiantes.
 - ✓ Permitir al usuario dentro del proceso de docencia la posibilidad de:

- Docente: Permitir llevar un seguimiento del proceso de aprendizaje por parte del estudiante

- Llevar control de la utilización de los servicios de software en el desarrollo de clases por el profesor, de un grupo en particular.

1.3 ANTECEDENTES Y DESCRIPCION DEL PROBLEMA

En los últimos años gobiernos y habitantes muestran cada día mayor preocupación por los problemas ambientales locales y globales, provocando que este tema se convierta en el eje central en la agenda de la mayoría de gobiernos del mundo. Las preguntas que hoy se plantean los ciudadanos en nuestro país, no son distintas de las que en este momento recorren el mundo ya que el cambio climático es uno de los problemas ambientales más graves o, quizá el más grave, al que se enfrenta la población mundial en la actualidad; temas como la desaparición de los glaciales, el calentamiento global y la destrucción de la capa de ozono son algunas de las más grandes preocupaciones frente a las cuales Colombia no es ajena.

Mundialmente se ha trabajado en buscar la forma de concientizar a la población del daño que ocasiona con algunas actividades que realiza en su diario vivir y que la mayoría de veces tienen fines económicos. Se cree que el trabajo internacional hacia la formulación de estrategias que disminuirían la aceleración del cambio global y ubica la educación ambiental como la principal de ellas, inicio a finales de la década de los años 60 y comienzos de los años 70, período en que se muestra claramente preocupación mundial por las graves condiciones ambientales; en el año 1968 el gobierno sueco dio el primer paso recomendando al consejo económico y social de la ONU¹ que incluyera entre su agenda de trabajo el tema

¹ Organización de las naciones unidas

del estado del medio ambiente. En 1972 gracias a este llamado de atención la ONU organizó la primera reunión intergubernamental en Suecia con su principal aporte: “Es indispensable una labor de educación en cuestiones ambientales, dirigida tanto a las generaciones jóvenes como a los adultos y que presente la debida atención al sector de población menos privilegiado, para ensanchar las bases de una opinión pública bien informada y de una conducta de los individuos, de las empresas y de las colectividades inspirada en el sentido de su responsabilidad en cuanto a la protección y mejoramiento del medio en toda su dimensión humana...”². Esto se refiere a la necesidad que había de establecer un programa internacional de educación sobre el medio ambiente de carácter interdisciplinario que se enfocara en la disminución de la aceleración del deterioro ambiental que se estaba presentando teniendo en cuenta que la suma de muchísimos pequeños aportes (comportamientos por parte de la población mundial) genera un gran efecto global; además que las acciones actuales, tendrán sus efectos positivos o negativos dentro de varios o muchos años. Después de la conferencia de Estocolmo se realizó en 1975 un seminario en Belgrado donde se otorga a la educación ambiental una gran importancia en los procesos de cambio y se recomendó la enseñanza de nuevos conocimientos teóricos, prácticos, valores y actitudes que constituirían la clave para conseguir el mejoramiento ambiental. En Belgrado se definen también las metas, objetivos y principios de la educación ambiental en un documento que se deriva de este evento llamado carta de Belgrado³ donde se muestra a la educación ambiental como una herramienta que contribuirá a la formación de una nueva ética universal que reconozca las relaciones del hombre con la naturaleza. Existieron otros encuentros como la conferencia de Nairobi (1976), Reunión de Tbilisi (1977), Encuentro de Moscú (1978), Conferencia de Malta (1991), Seminario de El Cairo

² Declaración de la conferencia de las naciones unidas sobre el medio ambiente humano, Estocolmo, Suecia, 5-16 de junio de 1972; principio 19

³ Seminario internacional de educación ambiental; Belgrado, 13-22 de octubre de 1975

(1991), Acción 21 (1992), Conferencia de Río (1992), Encuentro de Chile (1995), Encuentro de Cuba (1995), Encuentro de Paraguay (1995), Encuentro Iberoamericano de Formación y Educación Ambiental. México (1995), Conferencia Internacional de la UICN. Montreal (1996), Reunión Iberoamericana de Educación Ambiental para los países de la Región Central de América Latina. Managua (1996), Reunión Iberoamericana de Educación Ambiental para los países del Sur de América Latina. Bogotá (1997), Reunión Iberoamericana de Educación Ambiental para los países del cono sur. Argentina (1997), Conferencia Internacional sobre Ambiente y Sociedad: Educación y conciencia pública para la sustentabilidad (1997), II Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental. México (1998), III Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental. Venezuela (2000), Reunión Internacional de Expertos en Educación Ambiental. España. (2000) entre otros. Esto muestra que la preocupación por parte de la ONU y los gobiernos que la conforman, se hacía cada vez mayor a través del tiempo; y que la solución a esta crisis ambiental que estaba al alcance era la educación.

Por eso, a través del tiempo diversas estrategias se han puesto en marcha con el fin de incorporar reflexiones críticas y acciones concretas en las diferentes poblaciones y colectivos del mundo, frente a la necesidad de hacer sostenible el ambiente, de conservar y proteger aquella parte del planeta llena de vida, diversidad y colorido de la cual el hombre hace parte, pero la deteriora progresivamente con las actividades que realiza diariamente.

Campañas en los medios de comunicación, jornadas ambientales, conferencias y charlas son algunos de los métodos más empleados para este propósito. Sin embargo, dichos intentos parecen no dar los resultados esperados, pues aún muchos ciudadanos siguen ejecutando prácticas nocivas para la naturaleza, las cuales son parte de sus actividades socioculturales, por ejemplo, la compra de aerosoles, el uso de combustibles dañinos para el aire, la no adecuada recolección de basuras producidas industrialmente o en los hogares, entre otros.

En Colombia desde 1974 la estrategia se ha encaminado hacia la relación educación – ambiente; por medio del decreto 2811 se dicta el código nacional de recursos renovables, no renovables y de protección del medio ambiente donde se destaca: “El gobierno al reglamentar la educación primaria, secundaria y universitaria, procurará: Incluir cursos sobre ecología, preservación ambiental y recursos naturales renovables...”⁴ . De igual manera esta relación se refleja en la política nacional de educación ambiental; en el marco de la cual “desde 1991 en Colombia se ha venido desarrollando una propuesta nacional, cuyos esfuerzos fundamentales han estado orientados a la inclusión de la temática, tanto en el sector ambiental como en el sector educativo específicamente”⁵; en la sección de ambiente se han realizado esfuerzos por parte del ministerio de medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial de la mano con la educación por el fortalecimiento de estrategias como los Proyectos Ambientales Escolares PRAE⁶, los Comités Interinstitucionales de Educación Ambiental CIDEA⁷, los proyectos ciudadanos de educación ambiental PROCEDA⁸, etc. como un aporte al desarrollo sostenible y al mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos.

Además desde 1994 se crea un decreto por el cual “se instituye el proyecto de educación ambiental para todos los niveles de educación formal, se fijan los criterios para la promoción de la educación ambiental no formal e informal y se establecen los mecanismos de coordinación entre el ministerio de educación nacional y el ministerio del medio ambiente”⁹ donde se centra la educación como

⁴Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974, art 14

⁵Política nacional de educación ambiental SINA.

⁶Son proyectos que desde el aula de clase y desde la institución escolar se vinculan a la solución de la problemática ambiental particular de una localidad o región.

⁷se constituyen en mecanismos regionales y/o locales, que propenden por la descentralización de los procesos de Educación Ambiental, con el fin de promover, coordinar y ejecutar la gestión ambiental para contribuir al desarrollo sostenible.

⁸Son proyectos ambientales ciudadanos llevados a cabo por grupos y organizaciones de la sociedad civil, con el ánimo de contribuir en la resolución conjunta de problemas ambientales locales

⁹ Decreto 1743 de 1994, 3 agosto

la solución a la crisis apoyándose en la ley 115 de 1994 (ley general de educación) que define como uno de los fines primordiales de la educación “la adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de vida, del uso racional de los recursos naturales, de la prevención de desastres dentro de una cultura ecológica y del riesgo y la defensa del patrimonio cultural de la nación”¹⁰ especificando esto en los artículos 23 y 31 de la ley 115¹¹ donde se definen las áreas obligatorias y fundamentales para la educación básica y media colocando en su primer ítem las ciencias naturales y educación ambiental.

De igual manera se observa en el campo universitario específicamente en la Universidad Industrial de Santander una muestra del seguimiento de estas leyes por medio de la inclusión en el nuevo pensum de las carreras no biológicas de la asignatura de biología para ingenieros “donde se busca un espacio de reflexión-acción y principalmente generar conciencia de la protección y conservación de recursos naturales”¹²

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, es evidente que el gobierno colombiano y en general la comunidad muestran gran preocupación por esta problemática, y han buscado algunas soluciones como a través de normas mencionadas, con las cuales quieren aportar a la promoción en la toma de conciencia crítica y sensible respecto del medio ambiente, de sus problemas y de los riesgos que trae su deterioro para la humanidad y su calidad de vida ya que el estado del clima determina las condiciones de vida de la población entre las que se encuentran: las posibilidades de alimentación, la actividad económica en general, la seguridad de las poblaciones, etc.

¹⁰Ley general de educación fines de la educación art.5 fin numero 10

¹¹ Ley general de educación, art 23 y 31

¹² Universidad industrial de Santander, acuerdo No 105 de 2004, julio 30

Por eso se quiere aportar con el micromundo de simulación como una herramienta que apoyará una formación en el campo ambiental a través del conocimiento de las causas y efectos de algunos fenómenos que componen el problema del calentamiento global que son de alta complejidad dinámica y estructural; teniendo en cuenta que las acciones actuales tendrán sus efectos positivos o negativos a corto y largo plazo principalmente; también que la suma de muchísimos pequeños aportes generan un gran efecto global, además desde la educación son necesarias herramientas como esta para promover las leyes, iniciativas y proyectos mencionados anteriormente.

1.4 JUSTIFICACION Y VIABILIDAD DEL PROYECTO

1.4.1 Justificación. Actualmente se observan los diferentes desastres climatológicos que han sido causados por el calentamiento global ocasionado por las actividades cotidianas realizadas por el hombre, en su afán por adquirir bienes materiales sin medir las consecuencias que traen al entorno en el que viven. Por eso es que el gobierno nacional y para tomar parte en esta problemática incluye como un componente de la educación el cuidado del medio ambiente a través de normas como las enmarcadas en la política de educación ambiental y en la ley general de educación, entre otras, ya mencionadas en los antecedentes; por esto se ve necesario que existan herramientas que apoyen el aprendizaje significativo específicamente desde la educación básica y media como en Panamá donde se creó un proyecto educativo realizado a través de una herramienta software que no estaba diseñada con componentes basados en dinámica de sistemas pero que asumió el papel de colaborar al profesor por medio de un ambiente alternativo en la escuela ayudando al niño, no sólo a conocer verbalmente sobre los recursos

naturales, sino a percibir de manera visual y audible la riqueza natural que ese país posee y la forma de protegerla¹³.

A través de este proyecto se quiere aportar a la educación ambiental por medio del micromundo de simulación para el aprendizaje de fenómenos ambientales asociados al cambio global que haría parte del conjunto de software educativo ya existente en respuesta a la propuesta conocida como proyecto MAC: Una estrategia para promover un cambio en las prácticas educativas¹⁴. Esta propuesta define los MAC (Micromundos para el aprendizaje de las Ciencias) como herramientas para la acción, desarrolladas con la intención de posibilitar el pensar y diseñar la estrategia de cambio proponiendo una alternativa de educación distinta del enfoque conductista, donde el estudiante sea parte activa de su aprendizaje de tal forma que el conocimiento no es adquirido propiamente sino construido mediante la reflexión, la creación de modelos mentales y la experimentación individual o grupal. Es decir, la herramienta así concebida, no sólo es un instrumento sino también un elemento del contexto en el cual es posible idear estrategias y proponer acciones acordes con la postura institucional frente a la educación en comportamientos sociales y a la informática. Motivándose el estudio de este tipo de problemas por la manera como se presentará la información (multimedios, videos, imágenes, etc.) integrando modelos con dinámica de sistemas que facilitaran la comprensión de los fenómenos ambientales en términos de sus causas y los elementos que intervienen en la generación de estos y así intentar a crear conciencia desde la educación.

¹³<http://www.comminit.com/en/node/40165/36>

¹⁴LA INFORMATICA Y EL CAMBIO EN LA EDUCACIÓN, Una Propuesta Ilustrada Con Ambientes De Modelado Y Simulación con Dinámica de Sistemas: Proyecto MAC. ANDRADE Hugo, NAVAS Ximena. Primer Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas, Monterrey, México.

Por lo anterior, se dice que este trabajo contribuye al ámbito social ya que por medio de él se puede contribuir a cambiar la forma de actuar que se verá reflejada en comportamientos que a lo mejor aumenten en un futuro la calidad de vida de todos, ya que las acciones actuales, tendrán su efecto positivo o negativo dentro de muchos años sobre todo aquellas acciones que tratan de remediar el caos climático que se está viviendo en la actualidad y que es la consecuencia de todas las malas prácticas ejercidas por el hombre en su anhelo de adquirir a toda costa beneficios.

De esta manera en el ámbito de la investigación este proyecto da continuidad al trabajo que ha venido desarrollando el grupo SIMON principalmente para brindar una alternativa de cambio en la educación, promoviendo un modelo educativo constructivista, el cual se ve estrechamente relacionado con el pensamiento sistémico (P.S) y la dinámica de sistemas (D.S)¹⁵; que deja atrás la memorización de conceptos y que permita la construcción de modelos mentales.

Asimismo en esta labor el estudiante de ingeniería de sistemas debe plasmar su formación principalmente en: Modelado matemático y estructural con dinámica de sistemas, pensamiento sistémico, diseño de software, diseño de bases de datos, ingeniería del software, programación, etc. Además debe comprender teorías educativas o propuestas del orden pedagógico y en la cual la informática juega un papel fundamental.

Igualmente, al tratar problemas de índole pedagógico y social, como lo son el mejoramiento de la calidad de la educación y el deterioro del medio ambiente, desde la ingeniería de sistemas, se estará trabajando en el desarrollo de un proyecto interdisciplinario pues se integran componentes educativos con la

¹⁵**LA INFORMÁTICA Y EL CAMBIO EN LA EDUCACIÓN**, Una Propuesta Ilustrada Con Ambientes De Modelado Y Simulación con Dinámica de Sistemas: Proyecto MAC. ANDRADE Hugo, NAVAS Ximena. Primer Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas, Monterrey, México

ingeniería de sistemas y así este proyecto está de acuerdo con los objetivos trazados por la universidad¹⁶ para la formación de los estudiantes de ingeniería de sistemas, entre los que destacan:

- Examinar, formular, analizar, tratar y resolver problemas en equipos interdisciplinarios, en forma eficaz, eficiente y fundamentada en una visión sistémica del mundo y sus fenómenos.
- Acometer la solución de problemas informándose adecuadamente de la naturaleza de los mismos, diciendo cuáles son sus objetivos, planteando o seleccionando un modelo y asegurando una forma de ejecución con base en recursos informáticos.
- Adquirir una formación profesional como agente social, técnico e investigador.

Lo expuesto justifica, en el marco de la investigación y de la formación de ingenieros de sistemas UIS, que la propuesta de este proyecto constituya un trabajo de grado para optar el título de ingeniero de sistemas.

1.4.2 Viabilidad. Este proyecto es de interés porque trata una problemática real que preocupa a todo el mundo, ya que el **calentamiento global** es uno de los problemas ambientales más graves o, quizá el más grave, al que la humanidad se enfrenta en la actualidad porque afecta a todos los habitantes del planeta sin distinguir género, raza, nivel económico, etc.

Además se dice que este proyecto es viable porque se cuenta con el apoyo de un grupo de desarrollo conformado por estudiantes, profesores y colaboradores altamente capacitados en el campo de la investigación y simulación con dinámica

¹⁶Estos objetivos pueden ser consultados a través del sitio web institucional de la UIS: <http://www.uis.edu.co> o en el catalogo general de pregrado de la Universidad.

de sistemas como es el grupo SIMON que propicia el desarrollo de la investigación acerca de Pensamiento Sistémico (P.S) y en especial en Dinámica de Sistemas (D.S) que tiene experiencias como es el caso del desarrollo de proyectos afines a este por ejemplo el de modelado del cambio global en el medio ambiente mediante la metodología de la dinámica de sistemas¹⁷entre otros; y en el campo de elaboración de software educativo tienen experiencias previas con los MAC's¹⁸ que han sido desarrollados en el marco del convenio computadores para educar-Universidad industrial de Santander (CPE-UIS).

En cuanto a los recursos requeridos para la realización del proyecto como son equipos, personal, material bibliográfico¹⁹ y software, serán suministrados por la Universidad Industrial de Santander, por intermedio del grupo SIMON de investigaciones que facilitará el conocimiento y experiencia en áreas como informática para la educación, modelos educativos, ingeniería del software, Pensamiento Sistémico y Dinámica de Sistemas, los cuales constituyen la base para afrontar y orientar el desarrollo del proyecto.

En general se demuestra que se está en capacidad de llevar a cabo los objetivos trazados por medio de una metodología de desarrollo de software y de modelado con dinámica de sistemas que infunde confianza en la obtención de un buen producto, lo cual hace ver la propuesta factible.

1.5 METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO

1.5.1 Metodología. En el desarrollo del micromundo de simulación para apoyar los procesos de aprendizaje de los fenómenos ambientales es necesario tener en

¹⁷ Gelvez Sergio, Murillo Oscar proyecto de pregrado desarrollado en el grupo SIMON

¹⁸ Micromundo de aprendizaje de las ciencias

¹⁹ Constituido por libros, artículos, ponencias, software, tesis de grado y maestría.

cuenta que se requiere una metodología adecuada tanto para la construcción de los modelos como para el desarrollo del software.

1.5.1.1 Metodología para la construcción de los modelos. En cuanto a la construcción de los modelos, dentro del proyecto se va a contemplar un enfoque de Pensamiento Sistémico, por medio del cual se elaboran los modelos de fenómenos, que son desarrollados bajo la Dinámica de sistemas, que se ajusta al propósito de conseguir este enfoque. Por esta razón después de conocer a fondo algunas de las metodologías existentes utilizadas para el desarrollo de modelos, se optó por adoptar un enfoque metodológico de prototipado evolutivo, aplicado comúnmente al desarrollo de un producto software, que consiste en el diseño y refinamiento de un prototipo inicial durante un incierto número de ciclos, hasta obtener un producto tolerable y acorde con las necesidades del usuario (en nuestro caso será el nivel de complejidad dependiendo a que grado de sexto a once al que va a pertenecer el modelo asumiendo por supuesto los más sencillos a los grados inferiores aumentando la complejidad de estos a media que incrementa el nivel de escolaridad teniendo en cuenta el currículo de ciencias naturales en el que esta especificado la educación ambiental de los colegios).

Además al utilizar dinámica de sistemas se estaría aplicando implícitamente el prototipado evolutivo ya que se estarían tomando los objetivos principales de cada modelo a desarrollar, como los requisitos necesarios a alcanzar en un producto software, hasta llegar a un modelo con cierto nivel de fidelidad que se obtendrá bajo un análisis apropiado. Otro punto importante que se tuvo en cuenta en el momento de escoger la metodología es la creación y modificación de cada modelo. Al diseñar y desarrollar un modelo específico se aplica un análisis y basándose en los resultados obtenidos se puede regresar a modificar el modelo hasta obtener un producto satisfactorio. Es por este motivo que el prototipado evolutivo es la metodología que encaja perfectamente con la necesidad de estar en una fase de análisis y que permita regresar a una fase de modificación y diseño

del modelo, sin alterar en ningún momento el desarrollo del proyecto, características esenciales y propias de un trabajo investigativo.

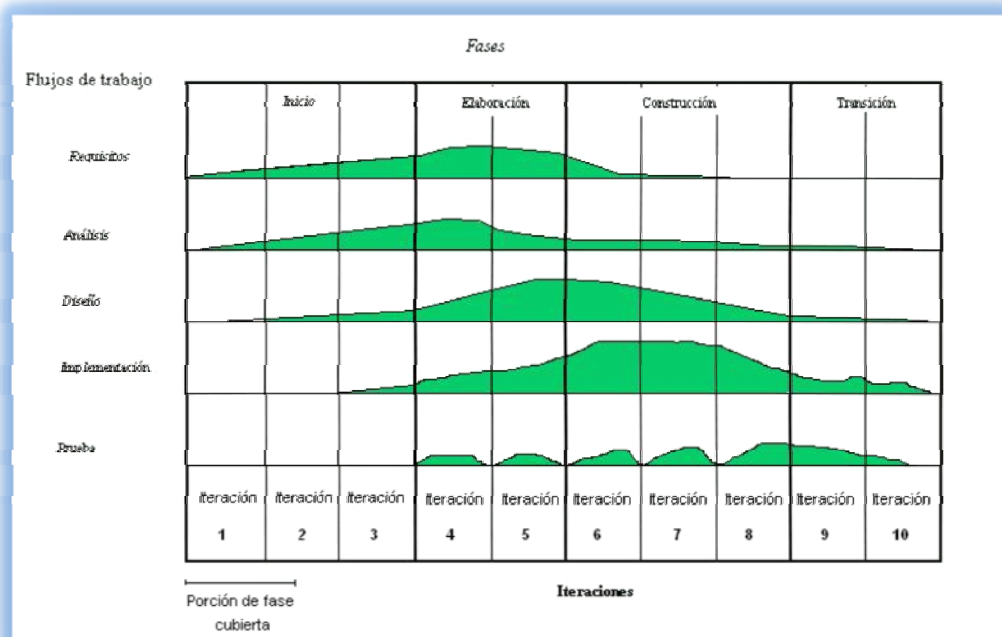
1.5.1.2 Metodología para la construcción del software. Aparte de la metodología de desarrollo de los modelos es necesario otra para lograr un buen software; se debe tener cuidado a la hora de escoger la metodología de desarrollo, en este caso la metodología más adecuada es el Proceso Unificado de Desarrollo de Software, que es dirigido por casos de uso. En este proceso cada ciclo se desarrolla a lo largo del tiempo, dividido en cuatro fases (inicio, elaboración, construcción y transición), que presentan iteraciones con sus incrementos. Cada iteración se compone de flujos de trabajo (requisitos, análisis, diseño, implementación y prueba) además soporta las técnicas orientadas a objetos. Se escoge esta metodología ya que facilita convertir los requisitos en un software de calidad a tiempo y con los recursos presupuestados, además, permite establecer claramente los roles dentro del equipo de desarrollo. Una característica importante del proceso unificado de desarrollo de software es que reconoce la importancia de la comunicación con el cliente y los métodos encaminados a describir el punto de vista del cliente con respecto al software; por eso se basa en los casos de uso que hacen parte del lenguaje unificado de modelado y utilizarlos es una ventaja para esta propuesta porque facilita y mejora la comunicación con entidades interesadas por medio de un lenguaje estandarizado y universal.

Teniendo en cuenta que este proyecto no parte de cero, pues se han desarrollado micromundos con anterioridad dentro del grupo SIMON que han contribuido con la consolidación y formalización de la propuesta “Micromundos de Simulación para el Aprendizaje de las Ciencias” (MAC), además, han permitido llegar a conocer las características y requerimientos que debe tener un software educativo que apoye el aprendizaje bajo un enfoque sistémico, se establece entonces que se ha recorrido parte del desarrollo de este software al tener claros los requisitos dando cobertura en parte al análisis. Por otro lado se debe tener presente que el proceso

unificado de desarrollo no sólo es iterativo, también es incremental, entonces para facilitar y agilizar estos incrementos se enfatizará en la reutilización de código que aportara en la fase de implementación, teniendo presente como fuente de programación específicamente en el MAC secundaria²⁰.

Además para garantizar mayor calidad en el micromundo se realizarán pruebas de este en el marco de las actividades que el grupo SIMON viene realizando a través de computadores para educar.

Figura 1. Fases y flujos fundamentales de trabajo fundamentales del proceso de desarrollo unificado²¹



²⁰CALA AMAYA, Jenny Milena; TASCO BARON, Jairo. Proyecto de pregrado: Ambiente software apoyado en el modelado y simulación, para el aprendizaje de ciencias de la naturaleza en la educación básica secundaria y media vocacional. – un enfoque dinámico sistémico. 2008

²¹Fases del Proyecto. Adaptado de JACOBSON, Ivar. BOOCH, Grady.. RUMBAUGH, James. El proceso unificado del desarrollo del software. Pág. 11.

La figura 1 permite observar el proceso de desarrollo de este software. Se contemplan los flujos de trabajo fundamentales, las diferentes fases y la representación de las diferentes iteraciones.

Por otra parte, se afronta una problemática educativa, por lo tanto se debe asumir un enfoque pedagógico, que para este caso es el Modelo Educativo Constructivista. Desde un punto de vista Constructivista, se define que el individuo participa activamente en la construcción de la realidad que conoce y cada cambio o avance que realiza en su desarrollo genera una transformación en la estructura y organización de sus conocimientos. El individuo reconstruye la realidad de acuerdo a lo proporcionado por sus sentidos y a la experiencia previa; y lo hace partiendo de la interacción con la realidad, dándose cuenta de todos los fenómenos que ocurren a su alrededor.

1.5.2 Plan de trabajo. Las dos metodologías: la de construcción de modelos y la de desarrollo del software se van a trabajar paralelamente a través del tiempo para así poder cumplir con los objetivos del proyecto en el tiempo planeado

1.5.2.1 Fase de inicio.

- **Recopilación y selección de fuentes bibliográficas.** Fundamentalmente se debe acceder, seleccionar y organizar bibliografía acorde con temas como: D.S., P.S., Ingeniería de software, Ciencias de la naturaleza en la educación, calentamiento global, UML y programación orientada a objetos. Además es necesario recopilar información de otro tipo de fuentes como ponencias, artículos, tesis de grado y páginas web para obtener información filtrada y actualizada.

Se procede a extraer y organizar los aportes significativos de cada fuente de información, útiles en la construcción del ambiente software que contempla esta propuesta.

- **Formación y capacitación.** Principalmente formar y capacitar a los desarrolladores (autores) en dinámica de sistemas, pensamiento dinámico, Evolución 3.5²², el lenguaje de programación DELPHI, debido a que en la construcción del micromundo se hace indispensable utilizar los componentes de Evolución que solo son compatibles con DELPHI y se necesitan para la construcción y observación de modelos; por otro lado el MAC secundaria que es la fuente de código que se empleara esta desarrollado en este lenguaje, y de esta forma se puede obtener código fuente reutilizable siempre y cuando sea útil y acorde a los nuevos diseños, además, se debe estudiar el lenguaje UML, utilizado como soporte al Proceso Unificado de Desarrollo de Software, para establecer los diferentes diagramas de casos de uso.
- **Selección de modelos.** Se hace necesario hacer una selección de fenómenos ambientales de interés para la comunidad docente y estudiantil clasificando temáticas por nivel si es posible. Después de seleccionar estos fenómenos se inicia la búsqueda, principalmente en tesis de grado relacionadas con los MAC's y en la comunidad educativa de ingeniería de sistemas de la UIS, de modelos existentes, funcionales y probados que reflejen el comportamiento de dichos fenómenos; además de algunos trabajados fuera del grupo. Los modelos no encontrados deben ser construidos y probados a la luz de la D.S. y el P.S. Todos los fenómenos deben simularse en la herramienta Evolución.

1.5.2.2 Fase de elaboración.

- **Revisión del MAC secundaria.** Se revisará el MAC secundaria que es un proyecto desarrollado por el grupo SIMON, que es la fuente que más aporta a nuestro software.

²² EVOLUCIÓN Versión 3.5, Herramienta Software para el modelado de sistemas dinámicos. ANDRADE Hugo, CUELLAR Mario y LINCE Emiliano. Universidad Industrial de Santander. 2003.

- **Establecer los requerimientos del sistema.** Basándose en las actividades desarrolladas hasta el momento, se establecen los requerimientos que debe cumplir el sistema que se pretende implementar.
- **Modelado y diseño del sistema.** Modelado de los casos de uso, diseño de la interfaz del usuario y el diseño de la base de datos teniendo en cuenta toda la estructura del sistema.
- **Modificación, construcción y simulación de modelos.** Después de realizar las pruebas necesarias para evaluar la estructura y formulación de los modelos desarrollados hasta este punto, se observará si es indispensable realizar modificaciones; de la misma forma se evaluará si es necesario agregar nuevos modelos.

1.5.2.3 Fase de construcción

- **Construcción de prototipos.** Se procede entonces con la creación y desarrollo del software, se implementarán los algoritmos necesarios que contribuyan a la funcionalidad del sistema que satisfagan los requerimientos de los posibles clientes.

Se realizarán pruebas internas, planeadas con anterioridad, dentro del equipo de desarrollo que permitan identificar errores o falencias que deberán ser corregidas para obtener un producto totalmente funcional.

De la misma manera se procederá a realizar nuevamente las pruebas indispensables para evaluar la estructura y formulación de los modelos de fenómenos ambientales para refinar así los prototipos hasta hacerlos aceptables; también se revisará si faltan modelos a implementar para que el micromundo sea

lo más completo posible. Finalmente se harán pruebas por partes de los clientes finales (estudiantes de secundaria).

1.5.2.4 Fase de transición

- **Obtención de un software de calidad.** Se procede a preparar e instalar el software obtenido, luego se programaran pruebas con personal calificado, que conozcan el Proyecto MAC, para obtener deficiencias y falencias del producto (tanto de los modelos como del ambiente software), de esta forma los desarrolladores puedan corregirlas y entregar al final de este ciclo un software de calidad. Se obtiene entonces una versión funcional preparada para su entrega, que debe satisfacer las necesidades de los usuarios y los requisitos planteados en el proceso de desarrollo.

2. MARCO TEORICO

2.1 DESCRIPCION GENERAL

En este capítulo se dan a conocer las bases que orientan la elaboración del micromundo de simulación para el aprendizaje de fenómenos ambientales asociados al cambio global; siendo necesario dividir esta sección en cuatro partes; inicialmente se recopilan conceptos de pensamiento sistémico, modelo evolutivo y dinámica de sistemas que es el modelo y lenguaje de desarrollo de las temáticas del micromundo, así mismo; basados en los conceptos de dinámica de sistemas y pensamiento sistémico se desarrolla el modelo educativo del grupo sobre el cual está la propuesta MAC(ANEXO A) que hace parte de la segunda sección, también en esta parte se incluye el enfoque constructivista y el aprendizaje colaborativo; en la tercera parte se tratan conceptos de desarrollo del software: el proceso unificado que es la metodología de desarrollo de la plataforma, la programación orientada a objetos, base de datos y el modelo cliente-servidor. En la última parte se encuentran los conceptos de calentamiento global que es la temática para el desarrollo de los modelos que serán incluidos en el micromundo.

2.2 PENSAMIENTO SISTEMICO, DINÁMICA DE SISTEMAS Y METODOLOGIA DE DESARROLLO Y ANALISIS DE LOS MODELOS.

2.2.1 Pensamiento sistémico. El pensamiento sistémico es un pensamiento impulsado continuamente por un “afán holista”, es decir una búsqueda de unidad en la diversidad²³. Esto traduce que la actitud del ser humano, se basa en la percepción del mundo real en términos de totalidades para su análisis,

²³ ANDRADE, Hugo. DYNER, Isaac. ESPINOSA, Ángela. LOPEZ, Hernan. SOTAQUIRA, Ricardo. Pensamiento sistémico: Diversidad en búsqueda de unidad. Bucaramanga. Colombia. Ediciones Universidad Industrial de Santander, 2001 p35.

comprensión y accionar; consiste en pensar como un todo, con el fin de no crear organizaciones fijas sino cambiantes y adaptables a las dificultades.

2.2.1.1 Características del pensamiento sistémico²⁴:

- Enfatiza la observación del todo y no de sus partes.
- Es un lenguaje circular en vez de lineal.
- Tiene un conjunto de reglas precisas que reducen las ambigüedades y problemas de comunicación que generan complicaciones al discutir situaciones complejas.
- Contiene herramientas visuales para observar el comportamiento del modelo.
- Abre una ventana en nuestro pensamiento, que convierte las percepciones individuales en imágenes explícitas que dan sentido a los puntos de vista de cada persona involucrada.

2.2.2 Dinámica de sistemas. Para Forrester (1999), es un campo profesional que trata con la complejidad de los sistemas. La Dinámica de Sistemas es una metodología para la construcción de modelos de simulación para sistemas complejos, como los estudiados por las ciencias sociales, la economía o la ecología. Esta metodología sirve para el estudio de modelos duros (mecánicos) y blandos (organizacionales); se basa en el pensamiento sistémico ya que la dinámica de sistemas se encarga de cómo las cosas cambian a través del tiempo. La relación de la Dinámica de Sistemas con el Pensamiento Sistémico es que ambos estudian la misma clase de sistemas, desde la misma perspectiva; sin embargo el pensamiento sistémico solo llega hasta la construcción de los círculos causales²⁵, mientras que la Dinámica de Sistemas, continua con la construcción y

²⁴<http://www.monografias.com/trabajos37/pensamiento-sistemico/pensamiento-sistemico.shtml>.

²⁵Los círculos causales nos permite la comprensión de los problemas desde una óptica de sistema: un conjunto de elementos que se relacionan entre sí de manera tal que un cambio en uno de ellos modifica al conjunto.

prueba de un modelo de simulación por computadora, permitiendo la posterior prueba de posibles situaciones en el modelo, para así sacar conclusiones sobre lo que sucedería si se toman algunas formas de actuar y basados en esas conclusiones es posible entender la situación y tomar decisiones sobre ella para obtener un mejor resultado.

2.2.2.1 Modelado y simulación con D.S²⁶. El estado de entendimiento de un fenómeno está representado por la imagen o modelo mental que se tiene inicialmente de una situación; pero este puede ir cambiando dependiendo del entorno en que se encuentre el individuo y lo que perciba de él; por ejemplo, una persona que vive en la zona urbana tiene diferente perspectiva de los problemas sociales de un país que una persona que vive en la zona rural; y estos modelos mentales pueden variar si estos individuos se mudan de residencia e interactúan con el fenómeno desde un nuevo enfoque; en este nuevo entorno conocen diferentes perspectivas de las que tenían inicialmente y así pueden cambiar su modelo mental.

El modelo mental no solo representa el fenómeno desde una perspectiva sino que también actúa como filtro en la relación con el mismo²⁷. Estos modelos pueden cambiar por la simple razón de estar en interacción con el fenómeno; pero no solamente pueden haber cambios naturales, también puede existir un proceso dirigido de aprendizaje acerca del fenómeno; aquí es donde el modelado y la simulación con dinámica de sistemas entran a jugar un papel muy importante reorientando la perspectiva que tiene el individuo produciendo aprendizaje y esto se logra por medio de una representación visual del modelo mental a través de la dinámica de sistemas que proporciona un conjunto de lenguajes con los cuales es

²⁶ Algunos apartes de este subcapítulo fueron tomados del libro Pensamiento sistémico: diversidad en búsqueda de unidad. Pág. 238-241

²⁷ ANDRADE, Hugo. NAVAS, Ximena. Informática y el cambio en la educación. Una propuesta ilustrada con ambientes de modelado y simulación con dinámica de sistemas: Proyecto MAC.

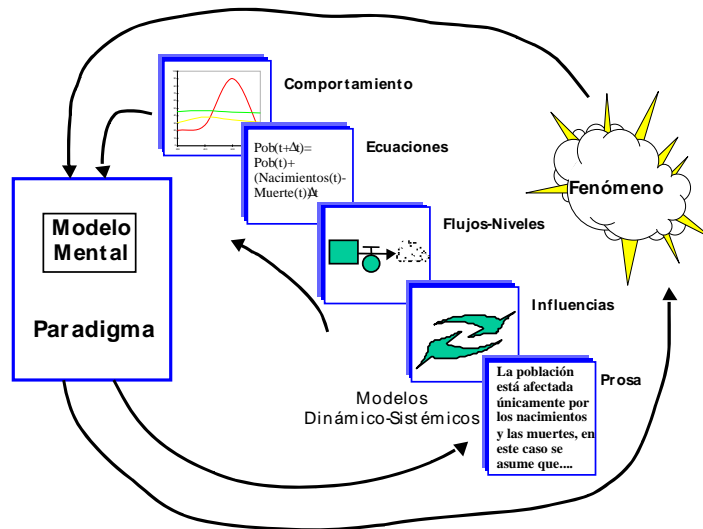
posible representar un fenómeno en términos de su causalidad circular; ya que los modelos mentales se hacen visibles en forma de hipótesis estructurales causales.

La figura 2. Muestra los lenguajes que permiten describir un modelo en términos dinámico–sistémicos: el lenguaje de prosa, el lenguaje de los diagramas de influencias, el lenguaje de los diagramas de flujo y niveles, el lenguaje matemático y el lenguaje de los resultados simulados o comportamiento. Cada uno de estos satisface de manera particular los requerimientos de un modelo dinámico–sistémico, es decir, la posibilidad de expresar hipótesis causales o de influencias de la dinámica y la posibilidad de realizar con ellas una interacción simulada.

Mediante el lenguaje de ecuaciones puede representarse la estructura causal como un sistema de ecuaciones diferenciales. Este sistema puede resolverse mediante su simulación por computador, transformándolo en un sistema de ecuaciones en diferencias. Con la representación matemática del sistema y haciendo uso de herramientas informáticas especializadas, se obtiene un modelo simulable en computador, con amplias facilidades para la interacción en un lenguaje visual de definición de escenarios de simulación y presentación de resultados numéricos y gráficos.

Los lenguajes de diagramas de influencias y diagramas de flujos y niveles, como lo indican sus denominaciones, tienen un carácter gráfico. En cada uno de ellos se puede dibujar y apreciar visualmente la estructura de influencias con sus ciclos de realimentación. Para cada uno de estos diagramas existe una lógica que permite inferir comportamientos posibles del sistema a partir de las estructuras que allí aparecen, de modo que se pueden realizar simulaciones “mentales”.

Figura 1. Modelamiento con D.S



Finalmente, en el lenguaje de prosa, que es el utilizado cotidianamente, es posible hablar en los términos de influencias, cómo ellas condicionan el comportamiento; el lenguaje de prosa permite comunicar fácilmente los supuestos de los modelos dinámico-sistémicos expresados en los otros lenguajes. Su papel no es el de facilitar una interacción simulada, para ello son mejores los otros lenguajes. Esto último es precisamente una característica general de los lenguajes de la Dinámica de Sistemas: cada uno de ellos satisface ciertas necesidades del modelador.

Mientras el lenguaje de prosa cumple un papel central en la posibilidad de comunicación y divulgación de los estudios con Dinámica de Sistemas, los lenguajes gráficos son instrumentos valiosos para lograr la comprensión de la complejidad estructural, y el lenguaje matemático permite, mediante herramientas informáticas, la interacción simulada con el modelo, mediante la cual se prueban alternativas de acción sobre el sistema. La variedad de lenguajes permite que la tarea de comprensión dinámico-sistémica del fenómeno se enriquezca de diferente modo con cada representación.

Los diagramas de influencias y los diagramas de flujos y niveles son, en cambio, lenguajes específicos de la Dinámica de Sistemas. Como ya se dijo, es posible con ellos dibujar una estructura causal o de influencias. En el diagrama causal claramente se expresan las relaciones de influencia y los ciclos de realimentación. También es posible indicar el sentido de cambio que un elemento produce sobre otro y, en consecuencia, es posible señalar cuando un ciclo de realimentación es positivo –amplificador-, o negativo -atenuador o regulador-. La visión que ofrece un modelo expresado como diagrama de influencias tiene cualidades didácticas porque permite comunicar y discutir con sencillez las hipótesis de influencias o causales con diferentes tipos de públicos, incluso con aquellos que no conocen la Dinámica de Sistemas.

El diagrama de flujos y niveles o de Forrester²⁸ ofrece una mirada distinta de la estructura causal a la que brindan los diagramas de influencias. Su lógica puede entenderse mediante una metáfora hidrodinámica²⁹. Metafóricamente, un fenómeno particular puede ser entendido en términos de su estado, sus niveles, y de aquello que produce su cambio, sus variables de flujo. El diagrama de flujos y niveles sirve así para ilustrar 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. Por consiguiente, este lenguaje ofrece una representación más estricta de las hipótesis causales y una fidelidad mayor en términos de las posibilidades de simulación del modelo. De hecho, el diagrama de flujo y niveles puede ser entendido como el esqueleto del modelo matemático.

²⁸ Esta denominación hace referencia al creador de la Dinámica de Sistemas, el profesor Jay W. Forrester (1961).



²⁹ Un sistema hidrodinámico muy simple puede estar compuesto por un tanque que almacena líquido y un par de llaves o grifos que permiten su llenado o su vaciado. En este sistema, el cambio es producido por la apertura o el cierre de las llaves; y el cambio genera un aumento o disminución en el nivel de líquido en el tanque, es decir, el estado de este sistema es representado por el valor actual de ese nivel.










El lenguaje matemático, que tampoco es exclusivo de la Dinámica de Sistemas, ofrece una posibilidad de expresión ordenada del modelo. No es muy útil para “ver” la estructura causal, pero abre las puertas para expresar finalmente el modelo en un lenguaje computacional de modo que se pueda interactuar con él a través de simulaciones.

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

2.2.2.2 Software de simulación con D.S. Existen herramientas de computo dedicadas a la simulación de modelos desarrollados bajo un enfoque dinámico-sistémico que sirven para llevar los lenguajes mencionados en el aparte anterior a su ejecución; la herramienta software con la que trabaja el grupo SIMON que facilita el proceso de modelamiento y simulación con D.S. se denomina EVOLUCION y actualmente circula la versión 4(Machado, González, 2006).

Tabla 1. Simbología utilizada en diagramas de Flujos y Niveles

	<p>Nube: Representa una fuente o pozo. Se interpreta como un nivel inagotable y que no tiene interés.</p>
	<p>Nivel: Es la variable de estado; representa una acumulación de flujos.</p>

	Flujo: Es la variación de un nivel; representa un cambio en el estado del sistema.
	Canal de Material: Es la transmisión de una magnitud física que se conserva.
	Canal de Información: Es la transmisión de información que no se necesita conservar.
	Variable Auxiliar: Cantidad con cierto significado para el modelador (que no siempre tiene un significado físico en el mundo real) y con un tiempo de respuesta instantáneo.
	Parámetro: Es un elemento del modelo independiente del sistema o una constante propia del sistema que no varía durante una corrida de simulación.
	Variable Exógena: Variable cuya evolución es independiente de las del resto del sistema. Representa una acción del medio sobre el sistema.
	Retardo: Es un elemento que simula retrasos en la transmisión de información o de material entre los elementos del sistema.
	No-Linealidad: Representa una relación de no linealidad entre dos variables. ³⁰
	Fis: Componente de sistema de inferencia difusa.

2.2.3 Prototipado evolutivo. Es importante observar que el presente proyecto tiene dos tipos de componentes la plataforma software y los modelos; esto provoca que sea necesario utilizar dos metodologías de desarrollo una para cada componente; para el desarrollo de los modelos se trabajara con una adaptación del prototipado evolutivo esta metodología se selecciono después de conocer más a fondo sobre algunas de las metodologías existentes.

³⁰ El uso del símbolo empleado para representar las No-Linealidades, se sugiere en Martínez y Requena 1986, y no corresponde a la notación original de Forrester.

Para el desarrollo de este proyecto, se opto por adoptar este enfoque metodológico aplicado comúnmente al desarrollo de un producto software, que consiste en el diseño y refinamiento de un prototipo inicial durante un incierto numero de ciclos, hasta obtener un producto tolerable que se acomode a las necesidades en este caso a el grado (sexto a once) de escolaridad adecuado que tenga el modelo dependiendo de unas políticas (pensum académico).

La metodología del “prototipado evolutivo” es entonces la más apropiada para el desarrollo de este proyecto, sin embargo se concluyó en usar una extrapolación de este tipo de metodología hacia la investigación, ya que esta metodología se le quiere aplicar es al desarrollo de unos modelos y no a un software. Además al utilizar dinámica de sistemas se estaría aplicando implícitamente el prototipado evolutivo porque se estarían tomando los objetivos principales de cada modelo a desarrollar, como los requisitos necesarios a alcanzar en un producto software, hasta llegar a un modelo con cierto nivel de fidelidad que se obtendrá bajo el análisis de sensibilidad apropiado.

Figura 2. Prototipado evolutivo.



Otro punto importante que se tuvo en cuenta en el momento de escoger la metodología es la creación y modificación de cada modelo, ya que un modelo puede ser utilizado en diferentes grados, aumentando el nivel de complejidad del mismo. Al diseñar y desarrollar un modelo específico a este se aplica un análisis de pruebas finales y basándose en los resultados obtenidos se regresa a modificar

el modelo hasta obtener un modelo satisfactorio. Es por este motivo que el prototipado evolutivo es la metodología que encaja perfectamente con la necesidad de estar en una fase de análisis y que permite regresar a una fase de modificación y diseño del modelo, sin alterar en ningún momento el desarrollo del proyecto, características esenciales y propias de un trabajo investigativo.

2.2.4 Análisis de sensibilidad para los modelos. El análisis de sensibilidad es una de las partes más importantes para el desarrollo de modelos con dinámica de sistemas, porque, ayuda a examinar como el cambio de una variable afecta un resultado. Esto permite identificar las variables mas criticas o construir los escenarios posibles que permitirán analizar el comportamiento de la solución a un problema bajo diferentes supuestos.

Además el análisis de sensibilidad sirve para:

- Identificar las variables mas criticas.
- Observar que partes del modelo necesitan mayor atención.
- Seleccionar las variables que se mostraran al momento de la simulación.

La tecnología ofrece diferentes herramientas para la realización del análisis de sensibilidad a un modelo desarrollado con dinámica de sistemas; en este proyecto se utilizara un modulo incluido en el software EVOLUCION que permite establecer diferentes escenarios para el análisis de sensibilidad de las variables del modelo.

2.3 MARCO EDUCATIVO

En esta sección se trataran temas educativos como es el caso del enfoque pedagógico constructivista que es una forma de educación en la cual se apoya la dinámica de sistemas; además también se anexan conceptos de aprendizaje colaborativo y se explica el modelo educativo del grupo SIMON.

2.3.1 Enfoque pedagógico constructivista. El aprendizaje en el enfoque pedagógico constructivista se logra gracias a la interacción con la situación a entender; este enfoque está centrado en la persona, en sus experiencias previas de las que realiza nuevas construcciones mentales, es decir a la relación con el medio y el grupo en el que se desenvuelve; además el conocimiento no se descubre, se construye; el estudiante construye su conocimiento a partir de su propia forma de pensar, ser e interpretar la información; además de la influencia de factores externos provenientes del sitio en donde vive; así mismo el estudiante es responsable de su propio aprendizaje dado que participa activamente en el proceso.

“Este modelo ha fomentado un enfoque de aprendizaje que prepara a los estudiantes para una participación activa, el profesor llega a ser un colega y un aprendiz participante. Los profesores actúan como personas ingeniosas, guías y no como las figuras autoritarias que señalan cada paso del proceso educativo (Forrester, 1992).”

Para el constructivismo el conocimiento no es el resultado de una copia de la realidad preexistente ni de la repetición mecánica de los contenidos o de la información proporcionada por el profesor o alguna otra fuente, sino de un proceso dinámico e interactivo mediante el cual la información externa es interpretada y re-interpretada por el pensamiento que va construyendo de manera gradual modelos mentales (Un modelo mentales un mecanismo del pensamiento mediante el cual un ser humano, u otro animal, intenta explicar cómo funciona el mundo real³¹).

De acuerdo al constructivismo los seres humanos conocemos la realidad a través de los modelos que construimos para explicarla y que pueden ser cambiados y mejorados.

³¹ http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_mental

2.3.2 Aprendizaje colaborativo³². El aprendizaje colaborativo es "...un sistema de interacciones cuidadosamente diseñado que organiza e induce la influencia recíproca entre los integrantes de un equipo."(Johnson y Johnson, 1998). Se desarrolla a través de un proceso gradual en el que cada miembro y todos se sienten mutuamente comprometidos con el aprendizaje de los demás generando una interdependencia positiva que no implique competencia.

El Aprendizaje Colaborativo se adquiere a través del empleo de métodos de trabajo grupal caracterizado por la interacción y el aporte de todos en la construcción del conocimiento; compartiendo la autoridad, aceptando la responsabilidad y el punto de vista del otro, logrando construir consenso con los demás.

El docente, tiene que diseñar cuidadosamente la propuesta, definir los objetivos, los materiales de trabajo, dividir el tópico a tratar en subtareas, oficiar de mediador cognitivo en cuanto a proponer preguntas esenciales y subsidiarias que realmente apunten a la construcción del conocimiento y no a la repetición de información obtenida y, finalmente, monitorear el trabajo resolviendo cuestiones puntuales individuales o grupales según sea el emergente. Muchas veces, después de una práctica habitual de esta estrategia, el límite entre lo que corresponde al alumno y lo que corresponde al docente se desdibuja y es entonces cuando pueden ser los alumnos los que elijan los contenidos y diseñen en gran parte la forma de asumir la investigación del grupo.

Los alumnos asumen roles desde múltiples perspectivas que representan diferentes puntos de vista de un mismo problema. Esos roles los convierten en especialistas desde la mirada del conocimiento situado (las habilidades y el conocimiento se aprenden en contextos reales y específicos donde ese

³² Este capítulo es una síntesis de http://es.wikibooks.org/wiki/Aprendizaje_colaborativo/_/Definici%C3%B3n

conocimiento es aplicado en situaciones cotidianas). A partir de eso, el trabajo final del grupo colaborativo tendrá lugar cuando se llegue a la transformación de esa nueva información adquirida en algún producto que requiera de la aplicación efectiva de habilidades de pensamiento superior. Siempre se apunta a que haya que tomar una decisión, a optar por una solución entre varias y fundamentar la elección, a crear una propuesta diferente de las que ya existen, a analizar un hecho global y proponer una estrategia que se aplique a un contexto local , etc.

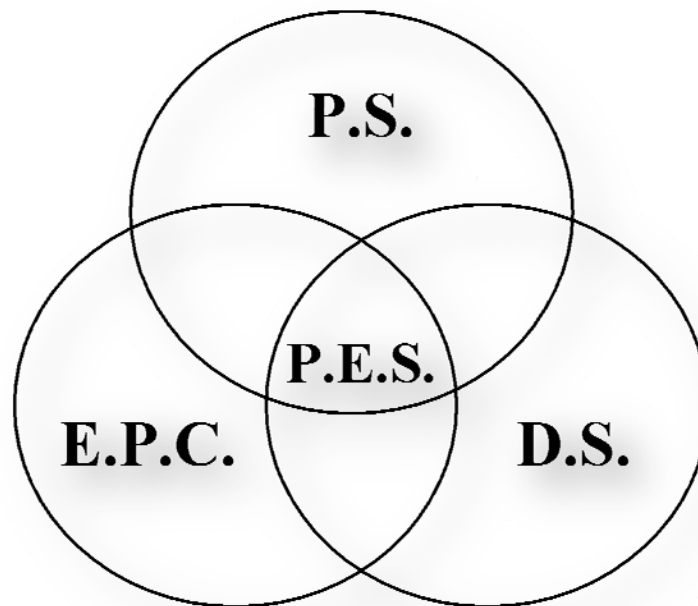
2.3.3 El modelo educativo propuesto por el grupo SIMON. En los últimos años el grupo SIMON ha venido desarrollando investigaciones sobre la aplicación del pensamiento sistémico y la dinámica de sistemas en la educación como una herramienta de apoyo en el aprendizaje de las ciencias; especialmente en temas que tienen algún nivel de dificultad para su comprensión.

A partir de las investigaciones realizadas se crea la propuesta del 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 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 D.S. como medio para su elaboración.

Actualmente se aplican estos estudios en la asesoría a instituciones educativas principalmente por medio del convenio computadores para educar (CPE) – Universidad industrial de Santander (UIS).

El fin del modelo educativo sistémico, es recrear en el estudiante situaciones de aprendizaje utilizando el modelado y la simulación. En la figura 4 se representa gráficamente este ambiente educativo.

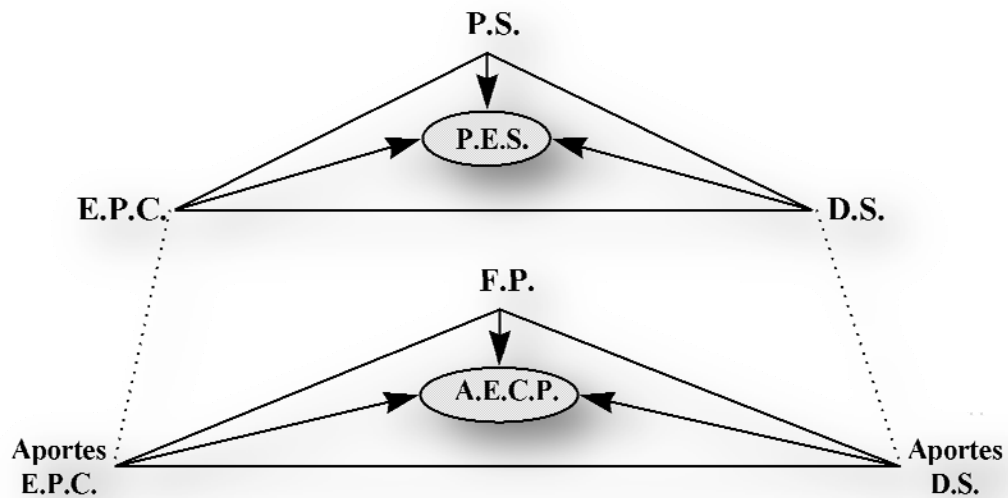
Figura 3. Esquema de la práctica educativa sistémica



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. La figura 5 presenta una descripción del modelo, mostrando dos niveles de abstracción, en donde el nivel inferior es una representación particular del nivel superior.

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

Figura 4. Esquema del modelo educativo orientado al desarrollo de formas de pensamiento.



La integración del PS y el EPC, con el soporte metodológico 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 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.

2.4 MARCO CAMBIO GLOBAL

En esta sección se incluyen conceptos básicos de efecto invernadero, calentamiento global, consecuencias del cambio global, etc. En general en este subcapítulo se tratarán temas conceptuales que servirán de base en el desarrollo de los contenidos que se colocaran en el MAC ambiental.

2.4.1 Calentamiento global. El calentamiento global es un fenómeno que se ha presentado desde el principio de la era industrial, debido al desequilibrio entre los flujos de energía entrante y saliente del sistema climático. Este desequilibrio, se

debe a que la energía que entra desde el sol a la atmósfera es mayor de la que sale de ella y produce una acumulación de calor; que junto con actividades de emisión de gases de efecto invernadero agudizan este problema.

La atmósfera ha incrementado su capacidad para retener la radiación que debería salir al espacio; esta retención se debe al incremento en la atmósfera de gases como el dióxido de carbono (CO₂); generalmente como consecuencia de la quema de combustibles fósiles y otras actividades humanas asociadas al proceso de industrialización. La concentración de estos gases en la atmósfera ha ocasionado que esta retenga más calor de lo debido, y es la causa de lo que hoy se conoce como calentamiento o cambio climático global.

El bióxido de carbono y otros contaminantes del aire se acumulan en la atmósfera formando una capa cada vez más gruesa, atrapando el calor del sol y causando el calentamiento del planeta. La principal fuente de contaminación por la emisión de bióxido de carbono son las plantas de generación de energía a base de carbón, pues emiten 2,500 millones de toneladas al año. La segunda causa principal, son los automóviles, emiten casi 1,500 millones de toneladas de CO₂ al año.

2.4.1.1 Causas del calentamiento global. Al buscar la causa de esta aceleración, algunos científicos después de realizar diversas investigaciones encontraron que existe una relación directa entre el calentamiento global y el cambio climático, concluyendo que el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GI) como son el bióxido de carbono y metano, provocado por la realización de actividades transgénicas de las sociedades industrializadas que basan sus sistemas en el empleo de combustibles fósiles y el aumento en la tala indiscriminada de los bosques son las principales causas de esta problemática.

- **Efecto invernadero.** Es un fenómeno natural que permite la vida en la tierra, es causado por una serie de gases que se encuentran entre la superficie de la tierra y la atmósfera, provocando que parte del calor del sol que nuestro planeta refleja quede atrapado manteniendo una temperatura media global en +15 °C favorable a la vida.

Debido al incremento de concentraciones de gases invernadero entre la superficie de la tierra y la atmósfera están creciendo rápidamente y sin la voluntad de control, como consecuencia de que el mundo quema cada vez mayor cantidad de combustibles fósiles.

En los últimos años, el efecto invernadero se ha incrementado. Es difícil saber por qué, pero se piensa que puede ser por dos tipos de causas³³:

- **Causas naturales.** En la Tierra han existido periodos más fríos y otros más cálidos. Ahora, por ejemplo, se vive en un periodo cálido. Pero hace unos cuantos millones de años, la temperatura media del planeta era más alta, y el nivel del mar sobrepasaba el actual.
- **La contaminación del aire.** Probablemente, es la causa principal. En los últimos siglos, desde la industrialización de la sociedad, las fábricas, las centrales térmicas de carbón o petróleo, los coches, etc., emiten continuamente algunos gases a la atmósfera, como el dióxido de carbono, el metano; entre otros gases generados por el hombre que también contribuyen a aumentar el efecto invernadero. Como una conclusión general, el hombre en sus diferentes actividades es el encargado de ocasionar y/o acelerar el efecto invernadero y quien debería trabajar por buscar una solución a este problema.

³³ Microsoft ® Encarta ® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

- **Deforestación.** Los humanos hemos cortado bosques durante miles de años, pero nunca tan extensamente como en la actualidad. Aún así, y con herramientas primitivas, las civilizaciones antiguas lograron destruir los bosques alrededor del Mar Mediterráneo. Más recientemente, la deforestación ha sucedido en Gran Bretaña y en Norte América. Ahora está ocurriendo la deforestación masiva en el Bosque Tropical Lluvioso del Amazonas. La gente ha cortado árboles para combustible (leña), para embarcaciones, para hacer espacio para la agricultura, para crear carreteras y para obtener productos de madera para su venta.

La tala excesiva amenaza la salud del bosque de muchas maneras, y también amenaza el bienestar social y económico de los humanos, Las talas esparcidas, particularmente la tala total ("tala rasa"), provoca la desfragmentación del bosque y conduce a la pérdida de biodiversidad. Otro resultado es la degradación del suelo, pero en algunas áreas los suelos pueden recuperarse luego de varios siglos mientras que la pérdida de diversidad genética es permanente.

Hay muchas alternativas en la silvicultura de "tala rasa" que no dañan los bosques tan severamente. El corte selectivo, tomando sólo ciertos árboles de un área en lugar de limpiarla completamente, es mucho más sostenible ecológicamente, siempre que se haga de manera que no dañe los árboles vecinos.

Mientras que las "talas rasas" son atractivas económicamente - ellas pueden resultar muy baratas ya que se efectúan con pocos trabajadores y mucha maquinaria, para nuestra sociedad ellas puede ser un caso de ganancias a corto plazo por penas a largo plazo. Cambiar bosques por plantaciones parece ser una gran apuesta, con una posible pérdida de alternativas económicas para el futuro. Los viejos árboles producen madera más fuerte con fibras más largas que los árboles jóvenes de plantaciones.

2.4.1.2 Consecuencias del calentamiento global. El calentamiento global es un fenómeno complejo y sus impactos a gran escala son difíciles de predecir con certeza. Sin embargo, cada año los científicos tienen más información sobre la forma en que el calentamiento global está afectando al planeta y muchos de ellos concuerdan en que es probable que algunas consecuencias ocurran si continúan las tendencias actuales. Entre otras³⁴:

- El derretimiento de glaciares, el derretimiento temprano de la nieve y las sequías severas causarán mayor escasez de agua.
- El aumento en los niveles del mar producirá inundaciones en zonas costeras.
- Los bosques, las granjas y las ciudades enfrentarán nuevas plagas problemáticas y más enfermedades transmitidas por mosquitos.
- El trastorno de hábitats podrían llevar a la extinción muchas especies vegetales y animales.

Las previsiones del cuarto informe elaborado por el Panel Internacional para el Cambio Climático, reunido en París para evaluar las consecuencias de este fenómeno. En este informe, el organismo creado por la ONU concluye que el planeta experimentará este siglo un calentamiento que variará entre 1,8° y 4° C, de acuerdo a las características que presenten diferentes zonas.

Agrega el informe que el calentamiento se debe, con un 90% de certeza, a la actividad humana y en especial, al uso intensivo de los combustibles fósiles.

³⁴http://www.pronbiomet.cu/ficheros/capacitacion/Sobre_cal_global.pdf

Al subir la temperatura del planeta, como consecuencia de la fusión de los glaciares, se incrementará el nivel medio de los océanos entre 18 y 59 centímetros, dependiendo la cuantía de la gravimetría de cada lugar. Y con el calentamiento de las aguas de los océanos, al generarse una mayor inestabilidad en la dinámica de la atmósfera, se producirá un desequilibrio generalizado en la máquina atmosférica, cuyas turbulencias se expresarán con olas de calor que causarán más sequías y con lluvias violentas que desencadenarán inundaciones.

Según estos expertos, desde hace 650.000 años no había una concentración similar de CO₂ en la atmósfera. Entre las consecuencias y principales problemas que deberán enfrentar los planificadores por las variaciones del clima, merecen atención la intensificación de fenómenos como los procesos de desertificación, la crisis en el suministro de agua, la ocurrencia de desastres naturales y la pérdida de ecosistemas estratégicos.

El calentamiento global trae consigo muchos problemas en los diferentes campos; entre los cuales se encuentran³⁵:

- **Clima** El calentamiento global ha ocasionado un aumento en la temperatura promedio de la superficie de la Tierra. A causa de la fusión de porciones del hielo polar, el nivel del mar sufrió un alza de 4-8 pulgadas durante el pasado siglo, y se estima que habrá de continuar aumentando. La magnitud y frecuencia de las lluvias también ha aumentado debido a un incremento en la evaporación de los cuerpos de agua superficiales ocasionado por el aumento en la temperatura. Los científicos estiman que la temperatura promedio de la superficie terrestre puede llegar a aumentar hasta 4.5°F en el transcurso de los próximos 50 años, y

³⁵<http://en.calameo.com/books/00004359790d50577f134>

hasta 10°F durante este siglo. Este incremento en la evaporación de agua resultará en un aumento en la intensidad y frecuencia de los huracanes y tormentas. También será la causa de que la humedad del suelo se reduzca debido al alto índice de evaporación, y que el nivel del mar aumente un promedio de casi 2 pies en las costas del continente americano y el Caribe.

- **Salud** Un aumento en la temperatura de la superficie de la Tierra traerá como consecuencia un aumento en las enfermedades respiratorias y cardiovasculares, las enfermedades infecciosas causadas por mosquitos y plagas tropicales, y en la postración y deshidratación debida al calor. Los sistemas cardiovascular y respiratorio se afectan debido a que, bajo condiciones de calor, la persona debe ejercer un esfuerzo mayor para realizar cualquier actividad, poniendo mayor presión sobre dichos sistemas.

Por otra parte, como las zonas tropicales se extenderán hacia latitudes más altas, los mosquitos y otras plagas responsables del dengue, la malaria, el cólera y la fiebre amarilla en los trópicos afectarán a una porción mayor de la población del mundo, aumentando el número de muertes a causa de estas enfermedades.

- **Calidad de aguas superficiales** A pesar de que incrementará la magnitud y frecuencia de eventos de lluvia, el nivel de agua en los lagos y ríos disminuirá debido a la evaporación adicional causada por el aumento en la temperatura.

Algunos ríos de flujo permanente podrían secarse durante algunas épocas del año, y ríos cuyas aguas se utilizan para la generación de energía eléctrica sufrirían una reducción en productividad. El aumento en temperatura aumentará la demanda por agua potable, pero reducirá los niveles de producción de los embalses ya que los niveles de agua bajarán.

Al disminuir el nivel de agua en lagos, embalses, ríos y quebradas, el efecto potencial de los contaminantes será mayor, ya que aumentará su concentración relativa al agua presente en los mismos. Al aumentar la magnitud y frecuencia de las lluvias, aumentará también la incidencia e intensidad de inundaciones, así como la sedimentación de cuerpos de agua producto de la alta escorrentía y la baja humedad del terreno. Los humedales de tierra adentro, ecosistemas acuáticos poco profundos, también se reducirán de tamaño debido a la evaporación.

- **Calidad de aguas subterráneas** Un acuífero es una fuente de abastos de agua subterránea. El nivel superior del agua en un acuífero se conoce como el nivel freático. Como consecuencia del aumento en temperatura, el nivel freático bajará debido a la evaporación, disminuyendo así la cantidad de agua disponible en el acuífero. Por otra parte, al aumentar el nivel del mar el agua salada podría penetrar hacia los acuíferos costeros, haciendo que sus aguas se salinicen y no sean aptas para consumo humano.
- **Ecosistemas terrestres** Como consecuencia del calentamiento global, la región tropical se extenderá hacia latitudes más altas, y la región de bosques de pinos se extenderá hacia regiones que hoy forman parte de la tundra y la taiga.

De perder los suelos su humedad por efecto de la evaporación, muchas áreas ahora cubiertas de vegetación podrían quedar secas, ensanchándose la región desértica del planeta. En las llanuras continentales, la escasez de agua causada por el aumento en temperatura podría convertir estas regiones (como la pampa argentina y las grandes llanuras de Norte América) en terrenos no aptos para la ganadería, principal renglón de la economía para los habitantes de estas regiones.

- **Ecosistemas costeros** Los ecosistemas costeros —manglares, arrecifes de coral, sistemas playeros, estuarios, y otros— se afectarían significativamente,

ya que un alza en el nivel del mar inundaría las áreas de humedales costeros, causaría un aumento en la erosión costera y salinizaría las aguas en la parte baja de los ríos y en los acuíferos costeros. Las edificaciones muy cercanas a la costa podrían verse afectadas por la acción del oleaje, que podría socavar sus cimientos. Los arrecifes de coral, cuya función es la de proteger a los manglares y playas del oleaje y la erosión costera, quedarían a mayor profundidad bajo el mar.

También se afectaría la entrada de luz solar hasta el fondo del arrecife, afectando así los procesos de fotosíntesis de especies esenciales para la vida del coral, así como su capacidad para detener el oleaje y evitar que impacte la costa.

- **La agricultura** Debido a la evaporación de agua de la superficie del terreno y al aumento en la magnitud y frecuencia de lluvias e inundaciones, los suelos se tornarían más secos y perderán nutrientes con mayor facilidad. Esto cambiará las características del suelo, haciendo necesario que los agricultores se ajusten a las nuevas condiciones. La necesidad de recurrir a la irrigación será esencial durante las épocas de sequía, que debido a la evaporación serán más comunes que al presente. Las temperaturas más elevadas también propiciarán la reproducción de algunos insectos como la mosca blanca y las langostas (un tipo de esperanza), que causan enfermedades de plantas y afectan la producción de cultivos.

- **La flora y la fauna** Debido a los cambios climáticos y a los cambios en los ecosistemas terrestres, la vegetación característica de cada región se verá afectada. Los bosques de pinos se desplazarán hacia latitudes más altas, la vegetación tropical se extenderá sobre una franja más ancha de la superficie terrestre, y la flora típica de la tundra y la taiga ocuparán un área más reducida.

Como consecuencia, al alterarse la vegetación característica de muchas reservas naturales, así designadas para proteger el hábitat de especies amenazadas, estas reservas podrían dejar de ser el hábitat ideal para las mismas, ocasionando su

extinción. De igual manera, al ocurrir el proceso de desertificación en algunas áreas también se destruirá el hábitat de muchas especies, causando su extinción. En cuanto a los hábitats acuáticos, al aumentar la temperatura de los cuerpos de agua superficiales la concentración de oxígeno disuelto presente en los mismos se reducirá. Esto hará que algunas de las especies acuáticas no puedan sobrevivir bajo estas condiciones, causando su eliminación en dichos cuerpos de agua. De afectarse los estuarios y manglares por el exceso de salinización y el oleaje, muchas especies de animales que inician su vida allí tampoco subsistirán.

2.4.1.3 Convenios internacionales para reducir el impacto del calentamiento global. El cambio climático es un tema de primordial importancia a nivel mundial y el Protocolo de Kyoto es lograr la reducción en un 5.2% las emisiones de gases de efecto de invernadero globales a partir de los niveles de 1990 para el periodo 2008-2012 Actualmente muchas naciones hacen un frente común para combatir contra el calentamiento global, tal es el caso de la Comisión Europea que busca frenar el cambio climático estableciendo las siguientes acciones³⁶:

Los objetivos legalmente obligatorios del Protocolo de Kioto buscan reducir en 5,2%, para el período 2008-2012, las emisiones de gases de efecto invernadero globales sobre los niveles de 1990. Aunque ahora es el único mecanismo internacional para empezar a enfrentar el cambio climático y minimizar sus impactos, puede resultar insuficiente frente a la magnitud que podría tener el problema.

2.4.1.4 Soluciones a la problemática. Para mitigar en parte los fenómenos erosivos y de aprovisionamiento de agua, la recuperación y preservación de los

³⁶<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>

bosques, es una medida de extremada urgencia para obtener resultados a mediano y largo plazo.

Uno de los dilemas más importantes del mundo actual, de cara al medio ambiente, es cómo obtener la energía que necesitamos sin generar efectos que contribuyan al cambio climático. Al respecto, cada día crece el consenso sobre las dificultades absolutas de resolver esta problemática en el corto plazo, sin comprometer la estabilidad económica.

Así mismo, se considera que para alcanzar metas deseables en el 2050, la única posibilidad es combinar el uso eficiente de los recursos energéticos con las energías renovables. A esto se deberá sumar el desarrollo de una cultura de mayor austeridad, que reduzca los hábitos consumistas, "energívoros" y de despilfarro.

Los combustibles contaminantes, que son los combustibles fósiles y los nucleares, tienen un mercado que puede ser retomado por combustibles soportados en tecnología de fuentes limpias, como los biocombustibles, la energía solar, la energía eólica, la geotermia y la hidroelectricidad. Pero las barreras para esta revolución energética, que considera además de las tasas y niveles de consumo, el modelo de desarrollo, son del orden político y no de carácter técnico. El 20% de la electricidad del mundo actual se genera a partir de recursos renovables.

En el plano energético, Colombia depende hoy de carbón y petróleo para su abastecimiento interno y para financiar el presupuesto general de la nación.

Ante la incursión en el mercado de los biocombustibles para complementar las fuentes internas, la hidroelectricidad debe ser retomada como asunto prioritario, pues cuenta con un potencial hidroeléctrico diez veces superior a lo que se aprovecha en la actualidad.

Pero también es indudable que el fortalecimiento del transporte público con medios masivos para los ambientes urbanos, y el del transporte de carga troncalizado por vía hídrica y ferroviaria (más económicos que por carretera), deben ser parte de las políticas energéticas del país encaminadas a la solución de esta problemática.

2.5 INGENIERIA DEL SOFTWARE

En esta sección se tratarán temas relacionados a la elaboración de la plataforma software, como el proceso unificado que es la metodología de desarrollo del micromundo, la programación orientada a objetos y algunos conceptos de bases de datos necesarios para el diseño de la misma.

2.5.1 El ciclo de vida del software y el Proceso unificado. La ISO, international organization for Standardization, define el ciclo de vida de un software como un marco de referencia que contiene las actividades y las tareas involucradas en el desarrollo, la explotación y mantenimiento de un producto software, abarcando desde la definición hasta la finalización de su uso.³⁷ El ciclo de vida básico de un software consta de algunos procedimientos donde el orden y la presencia de cada uno de estos, depende del tipo de modelo de ciclo de vida acordado entre el cliente y el equipo de desarrolladores.

Estas actividades esencialmente son³⁸:

- **Definición de objetivos:** definir el resultado del proyecto y su papel en la estrategia global.

³⁷ Norma 12207 definición ciclo de vida del software por ISO internationalOrganizationforstandardization.

³⁸ <http://img.redusers.com/imagenes/libros/lpcu097/capitulogratis.pdf>

- **Análisis de los requisitos y su viabilidad:** recopilar, examinar y formular los requisitos del cliente y examinar cualquier restricción que se pueda aplicar.
- **Diseño general:** requisitos generales de la arquitectura de la aplicación.
- **Diseño en detalle:** definición precisa de cada subconjunto de la aplicación.
- **Programación** (programación e implementación): es la implementación de un lenguaje de programación para crear las funciones definidas durante la etapa de diseño.
- **Prueba de unidad:** prueba individual de cada subconjunto de la aplicación para garantizar que se implementaron de acuerdo con las especificaciones.
- **Integración:** para garantizar que los diferentes módulos se integren con la aplicación. Éste es el propósito de la prueba de integración que está cuidadosamente documentada.
- **Prueba beta** (o validación), para garantizar que el software cumple con las especificaciones originales.
- **Documentación:** sirve para documentar información necesaria para los usuarios del software y para desarrollos futuros.
- **Implementación:** cuando se coloca ya en marcha el sistema desarrollado.
- **Mantenimiento:** para todos los procedimientos correctivos (mantenimiento correctivo) y las actualizaciones secundarias del software (mantenimiento continuo).

Una metodología o modelo para el desarrollo del software es un modo sistémico de realizar, gestionar y administrar un proyecto para llevarlo a cabo con altas posibilidades de éxito; a través de procesos a seguir para idear, implementar y mantener un producto software, desde que surge la necesidad del producto hasta que se cumple el objetivo por el cual fue creado. Esta sistematización indica cómo se divide un gran proyecto en módulos más pequeños llamados etapas, y las acciones que corresponden a cada una de ellas, normalizando el modo en que se administrara el proyecto.

Para el desarrollo del software de este proyecto se seleccionó el modelo de desarrollo del proceso unificado; este es un modelo de desarrollo de software configurable que se adapta a través de los proyectos variados en tamaños y complejidad. Se basa en muchos años de experiencia en el uso de la tecnología orientada a objetos en el desarrollo de software de misión crítica en una variedad de industrias por la compañía Rational", donde confluyen 'los tres amigos' como se llaman a sí mismos o los tres grandes OO: Grady Booch, James Rumbaugh e Ivar Jacobson.

El Proceso Unificado guía a los equipos de proyecto en cómo administrar el desarrollo iterativo de un modo controlado mientras se balancean los requerimientos del negocio, el tiempo al mercado y los riesgos del proyecto. El proceso describe los diversos pasos involucrados en la captura de los requerimientos y en el establecimiento de una guía arquitectónica lo más pronto, para diseñar y probar el sistema hecho de acuerdo a los requerimientos y a la arquitectura. El proceso describe qué entregables producir, cómo desarrollarlos y también provee patrones. El proceso unificado es soportado por herramientas que automatizan entre otras cosas, el modelado visual, la administración de cambios y las pruebas.

Al igual que cualquier otro modelo de desarrollo, del proceso unificado también se pueden destacar ciertas características³⁹:

- **Iterativo e incremental.** El proceso unificado es un marco de desarrollo compuesto de cuatro fases (inicio, elaboración, construcción y transición), cada una de ellas es, a su vez, dividida en una serie de iteraciones que ofrecen como resultado un incremento del producto desarrollado, que añade o mejora las funcionalidades del sistema en desarrollo. Es decir, un “incremento” no implica necesariamente una ampliación de dicho sistema.

Durante cada una de estas iteraciones se realizarán a su vez las actividades definidas en el ciclo de vida clásico: requisitos, análisis, diseño, implementación, pruebas e implantación. Aunque todas las iteraciones suelen incluir trabajo en casi todas estas actividades, el grado de esfuerzo dentro de cada una de ellas varía a lo largo del proyecto. Por ejemplo, en la fase de inicio se centrarán más en la definición de requisitos y en el análisis, y durante la de construcción se trabajará en la implementación y pruebas principalmente.

Si una iteración cumple sus metas, publicando una nueva versión del producto que implemente ciertos casos de uso, el desarrollo continúa con la siguiente. Cuando no las cumple, los desarrolladores deben revisar sus decisiones previas y probar un nuevo enfoque.

- **Dirigido por casos de uso.** Un sistema software se crea para servir a sus usuarios por lo que, para construir un sistema exitoso, se debe conocer que es lo que quieren y necesitan. El término “usuario” no se refiere solamente a los usuarios humanos sino también a otros sistemas, es decir, representa a algo o alguien que interactúa con el sistema a desarrollar.

³⁹<https://forja.rediris.es/docman/view.php/227/369/Proceso%20Unificado.pdf>

En el proceso unificado, los casos de uso se utilizan para capturar los requisitos funcionales y para definir los objetivos de las iteraciones. En cada una, los desarrolladores identifican y especifican los casos de uso relevantes, crean el diseño usando la arquitectura como guía, implementan el diseño en componentes y verifican que los componentes satisfacen los casos de uso.

- **Centrado en la arquitectura.** El concepto de arquitectura del software involucra los aspectos estáticos y dinámicos más significativos del sistema, y actúa como vista del diseño, dando una perspectiva completa y describiendo los elementos más importantes. La arquitectura surge de los propios casos de uso, sin embargo, también está influenciada por muchos otros factores, como la plataforma en la que se ejecutara, el uso de estándares o los requerimientos no funcionales.

Puesto que la arquitectura y los casos de uso están relacionados, los casos de uso deben acomodarse a la arquitectura, y esta debe ser lo bastante flexible para realizar todos los casos de uso, hoy y en el futuro. En realidad, la arquitectura y los casos de uso deben evolucionar en paralelo.

- **Enfocado en los riesgos.** Para disminuir la posibilidad de fallo en las iteraciones o incluso la de cancelación del proyecto, se deben llevar a cabo sucesivos análisis de riesgos durante todo el desarrollo.

Por supuesto, los riesgos principalmente deben ser identificados en una etapa temprana del ciclo de vida, y además, los resultados de cada iteración deben seleccionarse en un orden que asegure que estos son considerados primero.

2.5.1.1 Descripción de la metodología. Como se explicó anteriormente el proceso unificado es basado en la arquitectura, iterativo e incremental, enfocado en los riesgos, dirigido por casos de uso; desarrollados a través del lenguaje de

modelado unificado (UML); permitiendo llevar a cabo el proyecto de una manera eficiente en términos de costo, calidad y tiempo.

Además, al final de cada ciclo de software compuesto por varias fases, y en las cuales, los directores o los desarrolladores pueden descomponer adicionalmente el trabajo en iteraciones, con sus incrementos resultantes; de donde se obtiene una versión del producto (hito), que no solo satisface ciertos casos de uso sino que está lista para ser entregada y puesta en producción.

Los requerimientos, análisis, diseño, implementación y pruebas son las actividades que se desarrollan en diferente intensidad, en las iteraciones de cada fase:

- **Fase de inicio.** Suele ser la fase más corta del desarrollo, y no debería alargarse demasiado en el tiempo; o se estaría faltando contra el desarrollo ágil del proceso unificado.

En esta fase se realizan tareas como la descripción del producto final, la identificación inicial de riesgos y se establece la arquitectura a grandes rasgos con las principales funciones del sistema para los usuarios más importantes.

- **Fase de elaboración.** Durante esta fase debería capturarse la mayoría de requisitos del sistema y de ahí diseña la base de la arquitectura.

- **Fase de construcción.** Es la fase más larga del proyecto, y completa la implementación del sistema tomando como base la arquitectura obtenida durante la fase de elaboración. A partir de ella, las distintas funcionalidades son incluidas en distintas iteraciones, al final de cada una de las cuales se obtendrá una nueva versión ejecutable del producto. Por tanto esta fase concluye con la funcionalidad total del sistema.

- **Fase de transición.** Es la fase final del proyecto se lleva a cabo el despliegue del producto en el entorno de los usuarios. Esta fase se concluye con el hito de la publicación del producto.

Como se trató anteriormente cada una de las fases mencionadas tiene algunas iteraciones con un ciclo en cascada, es decir, se realizan actividades esencialmente: requerimientos, análisis, diseño, implementación y pruebas, al finalizar se realiza una evaluación de los objetivos, si estos se cumplen se continua con la siguiente iteración, de lo contrario es conveniente revisar en que se falló para replantear el enfoque con el que se está trabajando.

Es muy importante seleccionar primero los casos de uso más relevantes, con el fin de construir una arquitectura robusta en las primeras iteraciones que soporte el sistema de una manera eficiente.

Cada vez que se hace un incremento en el sistema, se debe validar la funcionalidad del incremento y de los demás componentes desarrollados en ese momento. El proceso unificado reduce el riesgo de retrasos en el calendario previsto, acelera el ritmo de desarrollo e involucra al usuario en todas las fases refinando los objetivos que dirigen el trabajo en cada iteración.

El enfoque iterativo e incremental, guiado por los casos de uso y centrado en la arquitectura, permite una comprensión creciente de los requerimientos, al mismo tiempo que el sistema crece, por esta razón, presenta sustanciales beneficios, puesto que reduce el costo de los riesgos, al costo de un sólo incremento, a su vez, logra tener un sistema ejecutable mucho más pronto.

Otra característica muy importante de esta metodología es que permite organizar el proyecto en mini-proyectos (iteraciones) y así trabajar de manera paralela evitando encontrar todos los errores al final ya cuando se va a entregar el producto

al usuario; esto suele ocurrir cuando se utilizan otras metodologías pero con el proceso unificado estos problemas son identificados en etapas tempranas.

Esta metodología se escogió para la elaboración del MAC ambiental, porque potencializa la reutilización de componentes una característica muy importante que aporta a este proyecto ya que se reutilizara código del MAC secundaria.

Este enfoque de reutilización en la actualidad es muy utilizado en la programación porque sirve para la disminución de plazos en el desarrollo de grandes proyectos.

Otra característica por la que se seleccionó esta metodología es la flexibilidad a modificaciones que surjan sobre la marcha, como su desarrollo se divide en ciclos, fases e iteraciones al final de las cuales se da una herramienta con alta funcionalidad; permite tener un mayor control del alcance de los requerimientos, y así realizar los cambios necesarios.

2.5.2 Programación orientada a objetos. La programación orientada a objetos (POO), se suele conocer como un nuevo paradigma de programación que trata de acomodarse al modo de pensar del hombre y no al de la máquina.

La programación orientada a objetos permite una representación más directa del modelo del mundo real en el código. El resultado es que la transformación radical normal de los requisitos del sistema (definido en términos de usuario) a la especificación del sistema (definido en términos de computador) se reduce considerablemente. [Ledbetter y Cox, 1985]

Los conceptos y herramientas orientados a objetos son tecnologías que permiten que los problemas del mundo real sean expresados de modo fácil y natural.

Las técnicas orientadas a objetos proporcionan metodologías para construir sistemas de software complejos y de alta calidad; a partir de unidades de software modularizado y reutilizable. En el enfoque orientado a objetos se puede construir software capaz de manipular tanto sistemas grandes como pequeños y crear sistemas fiables que sean flexibles, mantenibles y capaces de evolucionar para cumplir las necesidades de cambio.

La programación orientada a objetos está organizada alrededor de los datos y el principio clave es que “los datos controlan el acceso al código”.

Para soportar los principios de la programación orientada a objetos; es necesario entender los siguientes conceptos⁴⁰:

- **Objeto:** Es una entidad caracterizada por un estado; su comportamiento se define por las operaciones que puede realizar; es una instancia de una clase; se identifica por un nombre; tiene una visibilidad limitada para otros objetos; se define el objeto mediante su implementación y su especificación.
- **Clase:** se puede definir una clase como "un conjunto de cosas (físicas o abstractas) que tienen el mismo comportamiento y características... Es la implementación de un tipo de objeto (considerando los objetos como instancias de las clases)". [Piattini et al., 1996]. Las clases son abstracciones que representan a un conjunto de objetos con un comportamiento e interfaz común; porque una clase define la forma de un objeto; especifica los datos y el código que operaran sobre los datos.
- **Encapsulamiento:** es un mecanismo de programación que une al código y a los datos que manipula y que los mantiene a salvo de interferencias y de un mal uso externo. En un lenguaje orientado a objetos, el código y los datos pueden

⁴⁰ JOYANES, Aguilar Luis. Programación orientada a objetos: Conceptos, modelado, diseño y codificación en C++.1996. Madrid

unirse de tal manera que pueda crearse una caja negra de contenido independiente. Dentro de la caja están todos los datos y el código necesarios. Cuando el código y los datos están vinculados de esta manera, se crea un objeto ya que un objeto es el dispositivo que soporta el encapsulamiento.

- **Polimorfismo:** es la propiedad que indica, la posibilidad de que un mismo mensaje⁴¹ pueda actuar sobre objetos diferentes y comportarse de modo distinto. El polimorfismo permite referirse a objetos de clases diferentes mediante el mismo elemento de programa y realizar la misma operación de diferentes formas, según sea el objeto que se referencia en ese momento.
- **Herencia:** es el proceso mediante el cual un objeto puede adquirir las propiedades de otro objeto. La herencia permite que diferentes tipos de datos compartan el mismo código, permitiendo una reducción en el tamaño del código y un incremento en la funcionalidad.

2.5.3 Base de datos. Las bases de datos se pueden definir como una colección de datos relacionados, donde los datos son hechos grabados. Una base de datos típica representa algún aspecto del mundo real y es utilizada por uno o más grupos de usuarios con fines específicos⁴². Una base de datos es la forma más sencilla y precisa de organizar los apuntes, las cantidades, los números, etc. de una manera correcta donde esos datos se convierten en información y sirven para tomar una decisión, o simplemente realizar unos cálculos.

Entre los componentes básicos de un sistema de bases de datos encontramos:

⁴¹En POO la comunicación entre los objetos se realiza mediante mensajes

⁴² ELMASRI, Ramez. NAVATHE, Shamkant. Fundamentos de sistemas de bases de datos.pag.4. Quinta edición. Pearson.2007. Madrid.

- **Dato**⁴³: Representación simbólica (numérica, alfabética, etc.) de un atributo de una entidad. Un dato no tiene valor semántico (sentido) en sí mismo, pero al ser procesado puede servir para realizar cálculos o tomar decisiones. Los datos son susceptibles de ser comprimidos, encriptados, transmitidos y almacenados.
- **Información**: la información son los datos procesados; en si un dato por sí solo no significa nada, si se le da un sentido o se procesa un dato correctamente se obtiene información. En una base de datos lo que hay es información porque así se guarden datos por separados estos han sido evaluados, y están integrados de alguna manera, es decir, una base de datos puede considerarse como una unificación de varios archivos de datos que elimina del todo o en parte la redundancia.
- **Programas**: Entre la base de datos física y los usuarios existen unos programas denominados manejadores de bases de datos que se encargan de manejar las solicitudes de acceso a las bases de datos hechas por los usuarios, las facilidades para adición y eliminación de entidades o tablas, la actualización de estas tablas, etc.
- **Aplicaciones**: Entre los usuarios y el sistema se ubica el programador de aplicaciones, quien se encarga de escribir los programas de aplicación que utiliza la base de datos; el usuario final, quien interactúa con el sistema a través de una de las aplicaciones y el administrador que es el responsable de crear la base de datos, garantizar la seguridad del sistema a través de los controles técnicos necesarios, procurar el funcionamiento adecuado del sistema y proporcionar otros servicios de índole técnica.

⁴³<http://www.alegsa.com.ar/Dic/dato.php>

- **Características de las bases de datos**⁴⁴ Entre las principales características de los sistemas de base de datos se puede mencionar:

- Independencia lógica y física de los datos.
- Redundancia mínima.
- Acceso concurrente por parte de múltiples usuarios.
- Integridad de los datos.
- Consultas complejas optimizadas.
- Seguridad de acceso y auditoría.
- Respaldo y recuperación.
- Acceso a través de lenguajes de programación estándar.

2.5.4 Modelo cliente-servidor. El modelo de cliente-servidor o arquitectura cliente- servidor; es un concepto que sirve para describir las comunicaciones entre procesos que se clasifican como consumidores de servicios (clientes) y proveedores del servicio (servidores).

La lógica de este modelo se lleva a cabo a través de mensajes donde un cliente que es un proceso (programa en ejecución), envía una petición a un proceso servidor solicitándole la realización de una tarea (servicio).

Los clientes o programas clientes normalmente gestionan aspectos de la interfaz de usuario como: la presentación de datos solicitados al servidor, validación de datos de entrada, etc.

Los servidores son procesos que responden a la petición de un proceso cliente para realizar la tarea solicitada; normalmente los procesos servidores ejecutan

⁴⁴<http://www.maestrosdelweb.com/principiantes/%C2%BFque-son-las-bases-de-datos/>

acciones sobre las bases de datos en consulta y actualizaciones, gestionan la integridad de datos y los devuelven al cliente que los necesitan.

En el modelo cliente-servidor, el trabajo se reparte entre dos ordenadores. De acuerdo con la distribución de la lógica de la aplicación hay dos posibilidades:

1. Cliente liviano (o cliente fino): si el cliente solo se hace cargo de la presentación.
2. Cliente pesado (o cliente grueso): si el cliente asume también la lógica del negocio.

En la actualidad se suele hablar de arquitectura de tres niveles, donde la capa de almacenamiento y la de aplicación se ubican en (al menos) dos servidores diferentes, conocidos como servidores de datos y servidores de aplicaciones.

Pueden destacarse las siguientes ventajas del uso de la arquitectura cliente-servidor:

- El servidor no necesita tanta potencia de procesamiento, parte del proceso se reparte con los clientes.
- Se reduce el tráfico de red considerablemente. Idealmente, el cliente se conecta al servidor cuando es estrictamente necesario, obtiene los datos que necesita y cierra la conexión dejando la red libre para otra conexión.

3. DESARROLLO MODELOS

3.1 DESCRIPCION GENERAL

En este capítulo se documenta el proceso de recopilación y desarrollo de los modelos relacionados con el fenómeno de cambio global, así como la selección de las temáticas que encierran gran parte del fenómeno propuesto como es, causas y consecuencias del calentamiento global.

Para el desarrollo de los modelos se seleccionaron dos etapas generales que guían el buen desarrollo de estos y la relación que existe entre ellos con el tema de estudio (calentamiento global).

En la primera parte se llevara cabo la búsqueda bibliográfica relacionada con el tema calentamiento global, así como la selección de las temáticas relacionadas con el tema.

En la siguiente parte se hará una recopilación de algunos de los modelos desarrollados por el grupo SIMON de investigaciones, en su idea de educar a los estudiantes en las diferentes áreas del conocimiento y que están relacionados con las temáticas escogidas. Además se desarrollaran una serie de modelos complementarios de simulación que servirán de apoyo a los estudiantes para la experimentación y mejor entendimiento de las temáticas propuestas.

3.2 RECOPIACIÓN Y SELECCIÓN DE TEMÁTICAS ASOCIADAS AL CALENTAMIENTO GLOBAL.

En esta etapa se definirán los principales aspectos a tener en cuenta para seleccionar las diferentes temáticas, gracias a un estudio conjunto entre los autores del proyecto, director y codirector del mismo.

Los problemas ambientales son de interés mundial por eso se hace necesario la educación colectiva de la comunidad en general en estos temas multidisciplinarios, que pueden ser tratados desde diferentes áreas como las ciencias naturales, las ciencias sociales y la ética entre otras.

Tanto las temáticas como los modelos que hacen parte de cada una de ellas se escogieron en base a los lineamientos del ministerio de educación nacional (M.E.N.)⁴⁵ y el plan del área de ciencias y educación ambiental del colegio que se empleó como referencia⁴⁶.

Las temáticas se seleccionaron a través de un pequeño estudio que aportó fenómenos abarcando en gran medida las causas y consecuencias de los malos hábitos que el ser humano tiene en ciertos aspectos de la vida diaria, estas temáticas son:

3.2.1 Efecto invernadero. El aumento de la temperatura media global que se viene constatando en este siglo y que continuaría en los próximos decenios, preocupa al mundo y genera inquietudes en los más diversos ámbitos.

El hecho en sí no merecería mayor atención si no fuera por las eventuales consecuencias sobre el clima. A partir de éstas sobre la producción de alimentos, la salubridad mundial, la economía en general y aún las presiones migratorias.

La superficie de la Tierra es calentada por el Sol. Pero ésta no absorbe toda la energía sino que refleja parte de ella de vuelta hacia la atmósfera.

⁴⁵ Temáticas basadas en lineamientos del ministerio de educación ambiental (MEN). <http://www.mineduacion.gov.co/1621/article-90938.html>

⁴⁶Contenidos basados en el plan de estudio del colegio custodio García Rovira área: ciencias naturales y educación ambiental

Alrededor del 70% de la energía solar que llega a la superficie de la Tierra es devuelta al espacio. Pero parte de la radiación infrarroja es retenida por los gases que producen el efecto invernadero y vuelve a la superficie terrestre.

Como resultado del efecto invernadero, la Tierra se mantiene lo suficientemente caliente como para hacer posible la vida sobre el planeta. De no existir el fenómeno, las fluctuaciones climáticas serían intolerables. Sin embargo, una pequeña variación en el delicado balance de la temperatura global puede causar graves estragos. En los últimos 100 años la Tierra ha registrado un aumento de entre 0,4 y 0,8 °C en su temperatura promedio.

Cuanta mayor cantidad haya de gases de efecto invernadero en la atmósfera, mayores la energía que es capaz de atrapar, y más se calienta el planeta. Ciertamente es que estos gases han estado aumentando desde hace más de un siglo y medio, desde el comienzo de la revolución industrial y a causa de ella. Lo peor es que en las últimas décadas este incremento se está acelerando. Veamos cuáles son esos gases, y cómo se originan.

- **El dióxido de carbono:** Es el más importante, y su fuente principal es el consumo de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural). A mediados del siglo XIX comenzó el uso intensivo del carbón en las máquinas de vapor, locomotoras y barcos, y con el incremento de ellas fue creciendo la proporción de dióxido de carbono en el aire. Al sumarse el petróleo y sus derivados, y el desarrollo de los automotores con el motor de combustión interna, se aceleró ese crecimiento, que en la actualidad se estima en un 4% anual. También se genera en las acerías, fundiciones, plantas de cemento y por la quema de dichos combustibles en gran escala.
- **Los clorofluorcarbonos (CFC) y otros compuestos clorados:** Son gases sintéticos fabricados por su utilidad en la industria (refrigeración, aerosoles,

compuestos electrónicos y otros), responsables del debilitamiento global de la capa de ozono, y al mismo tiempo de un porcentaje importante del efecto invernadero.

- **Otros gases:** Tiene cierta importancia el metano, que en general procede de fuentes naturales, (el producido por las bacterias de los pantanos, o el rumiar del ganado), pero su aumento drástico se debe a la actividad humana creciente.

También se genera en los arrozales, en la putrefacción de los depósitos de basura, o como resultado secundario en las excavaciones de las minas de carbón y en la extracción de petróleo y gas. Es muy eficaz para atrapar el calor, y su concentración crece con mucha rapidez (1% anual). También el óxido nitroso, que se origina en la fabricación del nailon y otros productos químicos, en el uso de fertilizantes nitrogenados para cultivos, y también por el uso de combustibles fósiles. Por último el hexafluoruro de azufre, originado en la producción de aislantes de equipos eléctricos y otras actividades industriales.

La tabla 2 describe una estimación aproximada actual de la producción de gases de efecto invernadero:

Tabla 2. Producción actual de gases de efecto invernadero.

Dióxido de carbono	72,3%
Metano	16,6%
Óxido nitroso	7,6%
Compuestos clorados	2,7%

3.2.2 Aumento del nivel del mar. El nivel del mar ha cambiado a lo largo de la historia de la Tierra. Durante la última era glacial, el nivel del mar era mucho más bajo de lo que lo es hoy, debido fundamentalmente a que el agua estaba congelada y acumulada en la tierra. Actualmente el nivel del mar está subiendo y el principal culpable es el calentamiento global.

El nivel del mar puede cambiar porque cambia la cantidad de agua en los océanos o porque la tierra se mueve. El hecho de que la Tierra tarde mucho tiempo en adaptarse a los cambios de peso que sufren el hielo y el agua de la superficie, es la razón por la que los movimientos de tierra que se están dando en la actualidad sean el resultado de procesos que ocurrieron hace miles de años. En cambio, la cantidad de agua de los océanos, puede cambiar de forma más rápida.

Los datos geológicos muestran que, en los últimos 6000 años, el nivel del mar ha ascendido de media, entre 0.5 y 1.0 mm al año.

La subida del nivel del mar varía según la localización, ya que la tierra puede estar subiendo o bajando como respuesta a la pérdida de hielo que tuvo lugar al final de la última era glacial. Sin embargo, la expansión del agua a medida que se va calentando y las aportaciones procedentes del hielo que se derrite, han provocado por lo general, una subida del nivel del mar. En los últimos 3000 años, el nivel del mar ha ascendido lentamente, de 0.1 a 0.2 mm anuales de media. Durante el siglo XX, este índice ha crecido de nuevo y actualmente en unas 10 veces más rápido, entre 1.0 y 2.0 mm anuales. Por cada centímetro que sube el nivel del mar, se pierde en el mar cerca de un metro de costa.

Aunque la mayoría de la gente cree que el nivel del mar crece debido exclusivamente al hielo que se derrite en el mar, el factor más importante es, la densidad del agua disminuye a medida que se va calentando. Esto provoca que el

volumen de agua sea mayor, proceso que se conoce como expansión térmica. Como el océano es como un lavabo, la única respuesta ante el aumento de volumen es la subida del nivel del mar.

Los modelos informáticos pronostican que el nivel del mar continuará subiendo en el próximo siglo. Todavía existen enormes incertidumbres, la mayoría de ellas debido a que no tenemos datos de temperaturas a largo plazo de todo el mundo para evaluar nuestros modelos. Sin embargo, las mejores predicciones afirman que el nivel del mar ascenderá entre 11 y 77 centímetros al final del siglo XXI. Aunque existen grandes variaciones en estas estimaciones, todos los estudios apuntan a que la subida del nivel del mar no será igual en todo el mundo.

- **Consecuencias de que aumente el nivel del mar.** Por cada centímetro que ascienda el mar, se pierde en el mar un metro de tierra. Las consecuencias de esto son enormes⁴⁷.
- La mayor parte de la población humana vive cerca del mar. En Bangladesh, por ejemplo, 17 millones de personas viven a menos de un metro sobre el nivel del mar.
- Las inundaciones extensivas son una gran amenaza para la salud del hombre. Gran cantidad de gente morirá y otros tantos se trasladarán fuera de las regiones inundadas, especialmente en los países en vías de desarrollo, donde aumentará el riesgo de propagación de enfermedades.
- Es probable que se pierdan importantes comunidades biológicas, debido a que algunas especies no serán capaces de adaptarse lo suficientemente rápido a los cambios de salinidad o a la pérdida de cubierta de hielo.

⁴⁷http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1__Los_oc_anos_y_el_clima/_-_Nivel_del_mar_3wb.html

Las regiones costeras son importantes como puertos, para la pesca, agricultura y el turismo. La defensa contra inundaciones evita las variaciones naturales de la línea de costa y protege tales actividades de gran importancia económica. Sin embargo, en caso de que fallen tales barreras pueden provocar como consecuencia serias inundaciones.

3.2.3 Efectos en los seres humanos (salud). Las estadísticas epidemiológicas resaltan un incremento de hasta el 100% de las enfermedades asociadas al calentamiento global⁴⁸.

Más casos de dengue, diarreas, malaria, alergias y otras enfermedades respiratorias y cardiovasculares han pronosticado los expertos en materia del cambio climático para todos los continentes, que ya vienen presentando los síntomas de este fenómeno ambiental.

Las repercusiones del efecto invernadero en la salud pública se notan en las estadísticas epidemiológicas, cuyo incremento, debido al aumento de la temperatura, en algunos casos, supera hasta el 100%.

El aumento de la temperatura incide en la proliferación de vectores de enfermedades como zancudos, garrapatas y demás insectos que al momento de picar infectan al ser humano.

“Los mosquitos no se dan en clima frío, por lo tanto, las altas temperaturas le dan la posibilidad de extenderse, incluso, hasta zonas montañosas, y alcanzar poblados que antes estaban protegidos”.

⁴⁸<http://www.comminit.com/es/node/276803/294>

Según las estadísticas el dengue registra un promedio de 500 casos cada semana. Para finales de 2007 tuvo un incremento del 125% cuando 80.646 personas presentaron la enfermedad, lo que causó alarma y obligó a las autoridades sanitarias a revelar las cifras que durante seis meses mantuvieron en silencio.

El problema debe tratarse con prevención y con políticas de Estado efectivas. “La fumigación, por ejemplo, es un plan muy ineficiente, porque al pasar la nube de humo, el mosquito vuelve a entrar y vemos cómo realizan una campaña de fumigación cuando en realidad no están atacando el problema”.

Las consecuencias de este fenómeno no son a futuro. “Ya lo estamos padeciendo. Estamos viviendo en algunos países, pero con condiciones selváticas. Hay vectores como el zancudo que transmite enfermedades que sólo se veían en la selva como la fiebre amarilla”.

El calor, también asociado a este fenómeno, no sólo enferma, puede causar hasta la muerte.

En algunas regiones cada día se hace menos soportable las altas temperaturas. Provoca lo que llaman golpes de calor en el cuerpo humano, que deshidrata la persona, incide en la alteración de su tensión arterial, presenta desmayos, infartos al miocardio y hasta la muerte.

“Algunos trabajadores de industrias pesadas o galpones ya han comenzado a padecer este problema”.

Las infecciones respiratorias son otro de los graves problemas de la alteración climática, por la contaminación generada de los gases emitidos al ambiente, como el CO₂.

En algunas ciudades, ésta es la principal causa de consulta en los centros de salud con un promedio de 100 mil casos semanales.

Las diarreas también son asociadas a los efectos del cambio climático, pero de manera indirecta, “debido a que el aumento de la temperatura va secando las fuentes de aguas naturales (embalses) y toda la contaminación se va concentrando en estas fuentes; a medida que el agua se evapora, puede incidir en una mayor presencia de enfermedades gastrointestinales”.

“Se trata de una cadena de situaciones y no es mentira, el planeta se está calentando y si no hacemos algo ahora le estamos dejando a las nuevas generaciones un futuro incierto”.

3.2.4 Calidad de aguas. Entre las múltiples consecuencias que se pronostican con motivo del cambio climático, se incluye la amenaza de un prolongado período de sequía, que afectaría a todo el planeta. Pero cabe preguntarse si está justificado ese temor o si se trata de una alarma que carece de bases científicas⁴⁹.

Los ciclos climáticos de largo período ya son otra historia. Escapan a nuestro control mental y nos producen un cierto desconcierto. Cuando se le explica a la gente que hace menos de 100 000 años se paseaban mamuts y rinocerontes lanudos y que en la Sierra de Guadarrama había glaciares como los de los Pirineos y los Alpes, la mayoría piensa que eso son cosas del pasado que nunca más volverán a repetirse. Carecemos de experiencias vitales que nos permitan detectar que se trata de ciclos largos.

⁴⁹<http://weblogs.madrimasd.org/remtavares/archive/2009/09/27/59791.aspx>

Al amparo de esta situación y ante la amenaza del inminente “cambio climático” se genera todo un conjunto de rumores e hipótesis que unas veces están plenamente justificadas y otras carecen de cualquier base científica. Posiblemente, este es el caso de la terrible sequía que, según dicen, amenaza al planeta ¿Es que el calentamiento global del planeta conllevará una escasez de lluvia? ¿Y eso, por qué? ¿Acaso los períodos fríos, glaciaciones, fueron húmedos y los períodos cálidos, interglaciares, fueron secos?

Además, intervienen otros factores adicionales como las oscilaciones en la potencia de emisión solar. Estos agentes principales ven amplificada su acción por otros procesos de la superficie terrestre que realimentan la tendencia como los gases de efecto invernadero. Pero, ¿qué relación tiene esto con la escasez de agua en el planeta?

El agua juega un decisivo papel climático. Las grandes masas oceánicas actúan como termostatos que suavizan los cambios de temperatura y contribuyen al balance global de absorción-emisión de radiación térmica. Por otra parte, las grandes extensiones de nieve y hielo permanentes aumentan el albedo y reducen la cantidad de radiación solar absorbida por la superficie terrestre.

Así mismo, el vapor de agua atmosférico contribuye tanto a la absorción de la radiación solar directa como al efecto invernadero, por lo que es un factor importante del calentamiento global; por el contrario, la formación de nubes, especialmente las espesas y de baja altitud, actúa de forma opuesta al incrementar el albedo. Como vemos, muchos factores se enfrentan entre sí y es difícil predecir el comportamiento global.

En la actualidad, desde finales del siglo XIX, asistimos a un período casi continuo de calentamiento global, tras 500 años de clima continuado frío, la llamada pequeña edad del hielo. Todavía, la temperatura media de la tierra no es superior

a la que había en la edad media en torno al año 1000, pero algunos indicadores muestran que hay motivos para preocuparse. Parece seguro que la velocidad de calentamiento es superior a la explicable a partir de sólo fenómenos naturales. El aumento del CO₂ atmosférico como consecuencia de las actividades humanas es, sin duda, uno de los factores de riesgo más acusados. También la emisión de otros gases, metano por ejemplo, o la desaparición de grandes masas forestales.

Si el calentamiento global continúa acelerándose qué podemos esperar del futuro abastecimiento de agua. ¿Habrá sequías prolongadas y crecerán los desiertos? No parece que deba ser así, más bien todo lo contrario. El calentamiento global actúa fundamentalmente reduciendo las diferencias entre verano e invierno, es decir, haciendo que el clima sea menos estacional. Desde luego, gran parte de los hielos permanentes se fundirán y subirá el nivel del mar, pero simultáneamente aumentará la evaporación y la proporción de vapor de agua atmosférico. Podríamos decir, que iríamos hacia un clima más subtropical, no más seco. Sí cabe esperar un aumento de los fenómenos meteorológicos violentos: tormentas tropicales, huracanes, tifones.

Por tanto, entre las muchas consecuencias indeseables del cambio climático inducido o acentuado de forma antropogénica es posible que se encuentre la escasez global de agua dulce. Que sufre un tradicional déficit hídrico en ciertas regiones. Las medidas a adoptar no deben vincularse al calentamiento global, el protocolo de Kioto y similares, sino que más bien deben orientarse al uso racional, solidario y sostenible de las fuentes de abastecimiento. Desde luego, hay zonas de nuestro país que se desertizan, por inadecuadas actividades humanas de carácter local. Ahí es donde debemos poner el acento.

3.2.5 Deforestación. Cuando se elimina un bosque y el terreno es destinado, por ejemplo, a la explotación agrícola o ganadera, disminuye en gran medida la

capacidad de la superficie terrestre para controlar su propio clima y composición química.

Una de las mayores amenazas para la vida del hombre en la tierra es la deforestación. Desnudar el planeta de sus bosques y de otros ecosistemas como de su suelo, tiene un efecto similar al de quemar la piel de un ser humano.

Los bosques ayudan a mantener el equilibrio ecológico y la biodiversidad, limitan la erosión en las cuencas hidrográficas e influyen en las variaciones del tiempo y en el clima. Así mismo, abastecen a las comunidades rurales de diversos productos, como la madera, alimentos, combustible, forrajes, fibras o fertilizantes orgánicos.

- **Los bosques y el régimen de lluvias.** Una de las funciones más importantes de los árboles es su capacidad para la evapo-transpiración de volúmenes enormes de agua a través de sus hojas. Este vapor asciende y se condensa para formar las nubes; posteriormente, la precipitación de lluvia permite el crecimiento de los árboles y de sus raíces.

Por otro lado, los desechos de las hojas se pudren en el suelo, determinando, su enriquecimiento; los nutrientes son reciclados rápidamente por las bacterias del terreno, cerrándose así el ciclo. Por lo tanto, si se eliminan los árboles, la lluvia cesará, pues ambos factores están estrechamente relacionados. Sin la lluvia, la tierra empezará a morir, se producirá una fuerte erosión y la zona de bosque se convertirá en un desierto.

Un ejemplo de este fenómeno es el desierto de Harrapan⁵⁰, en Pakistán. Una buena muestra de ecosistema forestal auto sustentador. Los bosques fueron talados gradualmente por los ganaderos, que necesitaban hierbas para sus rebaños. La precipitación de lluvia se mantuvo en la región, hasta que la tala masiva afectó a más de la mitad del territorio. Como consecuencia, las lluvias cesaron y el área se volvió árida y los bosques circundantes murieron también. En la actualidad la zona es un semi desierto, capaz de mantener tan sólo a una pequeña cantidad de personas y otros organismos que antes vivían del bosque. La deforestación, por tanto, puede ocasionar la extinción local o regional de especies, la pérdida de recursos genéticos, el aumento de plagas, la disminución en la polinización de cultivos comerciales o la alteración de los procesos de formación y mantenimiento de los suelos (erosión). Asimismo, impide la recarga de los acuíferos y altera los ciclos biogeoquímicos. En suma, la deforestación provoca pérdida de diversidad biológica a nivel genético, poblacional y ecosistémico.

- **Causas.** Como causas fundamentales de la deforestación pueden citarse el cambio del uso del agua para actividades ganaderas y agrícolas, los incendios y enfermedades forestales o la tala incontrolada de árboles. En la actualidad, la deforestación de los bosques tropicales constituye una auténtica amenaza, Si se analizan las tasas de deforestación de las distintas áreas ecológicamente importantes bosques tropicales húmedos, bosques tropicales secos, bosques de llanura, bosques de montaña, se puede concluir que, en los últimos años, este proceso ha resultado mucho más intenso en las zonas secas y semiáridas, especialmente en las montañas, que en las regiones húmedas.

Esto es comprensible, dado que las áreas de mayor altitud o más secas resultan más adecuadas para la ganadería que las zonas húmedas de llanura, Los suelos

⁵⁰ <http://www.portalplanetasedna.com.ar/deforestacion.htm>

de las regiones de montaña, en general, más ricos y fácilmente cultivables que los suelos viejos de las llanuras tropicales, prácticamente lavados de todo tipo de nutrientes. Además de las restricciones agronómicas, hay que tener en cuenta la limitación que supone para la colonización la presencia de diferentes enfermedades, como malaria o fiebre amarilla, mucho menos extendidas en zonas de montaña o secas que en áreas húmedas.

Una de las causas principales de la deforestación de los trópicos es el aprovechamiento de la madera, tanto para consumo propio como para la exportación. Además, existen otros factores que explican el fenómeno de la pérdida de masa forestal. Uno de ellos es la presión que sobre los bosques ejerce la población; en este sentido, en muchas regiones el factor determinante es el aprovechamiento energético de la leña por parte de sus habitantes. De esta manera, el aumento exponencial de la población provoca el incremento paralelo de las necesidades de leña. Los bosques van perdiendo densidad, y cuando sus existencias bajan de un determinado nivel, su desarrollo resulta frenado, degradándose rápidamente hasta su práctica destrucción.

El ganado no se limita a comer hierba; también se alimenta de los arbustos, factor que contribuye a agravar la destrucción de los bosques. Finalmente, en las épocas de sequía, la hierba seca aumenta el riesgo de incendios forestales.

- **Cómo combatir la deforestación.** De acuerdo con las recomendaciones de las Naciones Unidas, existen diversas medidas encaminadas a frenar el proceso de deforestación. Por un lado, los programas forestales de cada país deben hacer partícipes a todos los interesados e integrar la conservación y el uso sostenible de los recursos biológicos. Asimismo, las capacidades nacionales de investigación forestal deben mejorarse y crear una red para facilitar el intercambio de información, fomentar la investigación y dar a conocer los resultados de las distintas disciplinas.

Es necesario llevar a cabo estudios que analicen las causas de la deforestación y degradación ambiental en cada país, y debe fomentarse la cooperación en temas de transferencia de tecnología relacionada con los bosques, tanto Norte-Sur como Sur-Norte, mediante inversiones públicas y privadas etc.

3.2.6 Daños ocasionados a flora y fauna. El aumento de las temperaturas a nivel global, propiciadas por el efecto invernadero o calentamiento global, podría ser capaz de suprimir a más de la mitad de las especies de la faz de la tierra. Dicha acción se llevaría a cabo gradualmente, expandiéndose en su totalidad en los siglos venideros⁵¹.

El estudio presentado recientemente, es uno de los pocos que examina la relación entre el clima, números de extinción posibles, y los cambios que puedan darse en la biodiversidad a largo plazo.

Si bien las conclusiones del estudio, apuntan completamente a que las causas de posibles extinciones se deberán al cambio climático; esta propuesta se fundamenta aún más, con los antecedentes estudiados por los ecologistas. De los cuales la investigación, analizo por lo menos registros fósiles en periodos de 500 millones de años en la tierra, descubriendo con ello, que tres de las cuatro mayores extinciones ocurrieron en periodos de alta temperatura.

“En general si la temperatura sube, la extinción aumenta y la biodiversidad tiende a disminuir”. Además a medida que las temperaturas vayan aumentando, llegaremos a temperaturas similares o iguales a las vividas hace mas de 250 millones años atrás; específicamente como cuando ocurrió la extinción del casi 95% de la vida animal y vegetal.

⁵¹ <http://atinachile.bligoo.com/content/view/83521/Calentamiento-Global-Camino-a-la-extincion-de-animales-y-biodiversidad.html>

3.3 RECOPIACIÓN DESARROLLO Y DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS

En esta parte se desarrollaran los diferentes modelos asociados a cada una de las temáticas presentadas en el anterior apartado, estos modelos se desarrollaran en la herramienta Evolución; apoyados en una serie de contenidos que guiaran al estudiante en la aplicación de cada uno de ellos, ya que con estos modelos lo que se busca es educar a la población de estudio (estudiantes de los grados sexto a once) en los diferentes fenómenos asociados a estas temáticas.

En la tabla 3. Se muestra la recopilación de los modelos seleccionados relacionados con cada temática, Así como los diferentes desarrolladores de cada modelo. Estos modelos se explicaran con más detalle en seguida.

Tabla 3. Modelos con su respectiva temática.

NOMBRE TEMATICA	NOMBRE MODELO	DESARROLADOR
Efecto invernadero	Calentamiento global causado por efecto invernadero (Sin atmosfera)	Prof. Hugo Andrade
Efecto invernadero	Calentamiento global causado por efecto invernadero (con atmosfera)	Prof. Hugo Andrade
Efecto invernadero	Calentamiento global como consecuencia de la presencia en la atmosfera de los principales gases de invernadero (CO2 metano)	Desarrolladores del proyecto(modificado)
Efecto invernadero	Calentamiento global causado por la intervención de hombre en la emisión de gases de invernadero	Desarrolladores del proyecto(modificado)
Efecto 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	Desarrolladores del proyecto (modificado)

NOMBRE TEMATICA	NOMBRE MODELO	DESARROLADOR
Aumento nivel del mar	Aumento del nivel del mar como consecuencia del deshielo glaciario.	Desarrolladores del proyecto
Aumento nivel del mar	Aumento del nivel del mar como consecuencia de la alta precipitación.	Desarrolladores de proyecto
Aumento nivel del mar	Aumento del nivel del mar como consecuencia de la expansión del agua	Desarrolladores del proyecto
Aumento nivel del mar	Aumento del nivel del mar como consecuencia del calentamiento global	Desarrolladores del proyecto
Efectos en los seres humanos(Salud)	Enfermedades causadas por altas temperaturas	Desarrolladores del proyecto
Efectos en los seres humanos(Salud)	Enfermedades causadas por diferentes tipos de insectos	Desarrolladores del proyecto
Efectos en los seres humanos(Salud)	Enfermedades causadas por los cambios en el clima	Desarrolladores del proyecto
Calidad de las aguas	Disminución de aguas por altas demandas de agua potable por parte de la población dado el incremento de temperatura	Desarrolladores del proyecto
Calidad de las aguas	Sequias de ríos y quebradas por altas temperaturas	Desarrolladores del proyecto
Calidad de las aguas	Papel fundamental que juega el aumento de la población en la disminución del agua de los ríos	Desarrolladores del proyecto
Deforestación	Arborización	Grupo simón de investigaciones
Deforestación	Bosque tropical	Grupo simón de investigaciones
Deforestación	Cambios bruscos en las diferentes regiones (aumento de desiertos)	Desarrolladores del proyecto
Deforestación	Incremento de la población y su intervención en la deforestación.	Desarrolladores del proyecto

NOMBRE TEMATICA	NOMBRE MODELO	DESARROLLADOR
Daños causados a la flora y fauna	Disminución de vegetación perteneciente a regiones frías	Desarrolladores del proyecto
Daños causados a la flora y fauna	Causa efecto entre flora y fauna	Desarrolladores del proyecto
Daños causados a la flora y fauna	Aumento de vegetación perteneciente a climas tropicales	Desarrolladores del proyecto

A continuación se describirá cada una de las temáticas con sus respectivos modelos asociados a cada grado, teniendo presente que la complejidad de los modelos que va aumentando en relación al grado para el cual va dirigido.

3.3.1 Efecto invernadero. El efecto invernadero es el fenómeno por el que determinados gases componentes de una atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. De acuerdo con el actual consenso científico, el efecto invernadero se está viendo acentuado en la tierra por la emisión de ciertos gases, como el dióxido de carbono y el metano, debido a la actividad económica humana. La tabla 4 presenta los modelos asociados al temático efecto invernadero.

Tabla 4. Modelos asociados al temático efecto invernadero

Nombre del modelo
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

3.3.1.1 Primer prototipo calentamiento global causado por efecto invernadero (sin atmosfera).

- **Caracterización del modelo en prosa.** Para la caracterización del modelo se seleccionaron varios elementos básicos relacionados con el calentamiento de la tierra a causa del efecto invernadero, pues este fenómeno es una de las principales causas del incremento de calor en la superficie de la tierra⁵². Para este prototipo se utilizaron algunas variables básicas que la gente en general puede percibir con facilidad y así entender rápidamente el modelo.

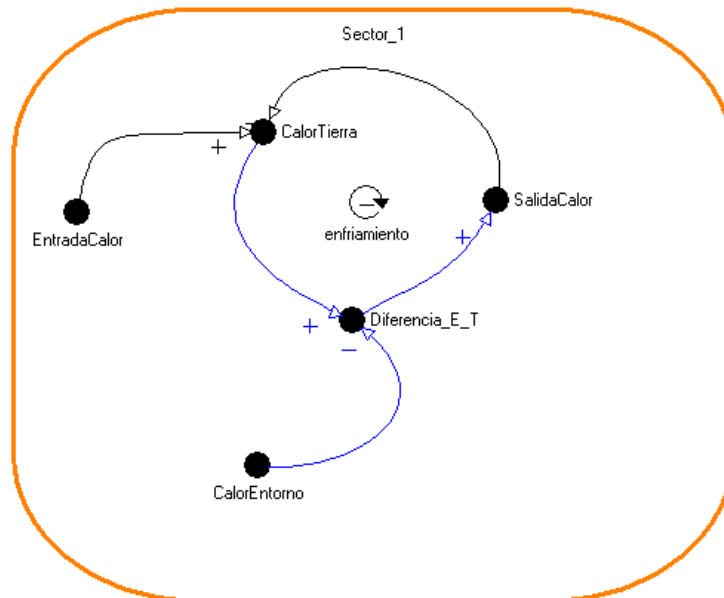
Este modelo tiene como eje central el calor acumulado en la tierra, que puede ser mayor, menor o igual a su entorno, esta acumulación de calor varia con respecto a las variables entrada de calor y salida de calor; la primera se asume como calor emitido o transmitido a la tierra, donde se asume como única fuente de calor las radiaciones solares en términos de calor, sobre la tierra. O calor suministrado por el Sol a la tierra, por unidad de tiempo, esta variable se asume constante, además en posteriores prototipos incluiremos otras variables que aumentan la cantidad de calor de la superficie terrestre. En lo que respecta a la salida de calor, este flujo se ve afectado por la Diferencia de calor acumulado, entre la tierra y el entorno. Si la tierra está más caliente que el entorno, esta pierde calor tratando de igualarse con su entorno, realmente perdería calor entregándoselo a su entorno, pero aquí asumimos que simplemente lo pierde y el entorno es muy grande y no cambia. Así como la diferencia de calor entre la tierra y su entorno la salida de calor se ve afectada por la Fracción de pérdida de calor (tasa de pérdida o de salida) con relación a la diferencia entre la tierra y su entorno. Es decir, cuanto calor la tierra puede perder por cada unidad de diferencia de calor con su entorno en cada unidad de tiempo. Estas variables están ligadas directamente, sabiendo que a mayor entrada de calor mayor será la acumulación de calor en la tierra y a mayor

⁵²http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_invernadero

salida de calor menor será el calor en la tierra, estas relaciones generan los ciclos de realimentación del diagrama causal o de influencias del primer prototipo. Este modelo está enfocado a los estudiantes del grado sexto basados en los contenidos del plan del área de ciencias y medio ambiente de algunos colegios de Santander⁵³

- **Diagrama de influencias.** La figura 6 muestra el diagrama de influencias para el primer prototipo de calentamiento global.

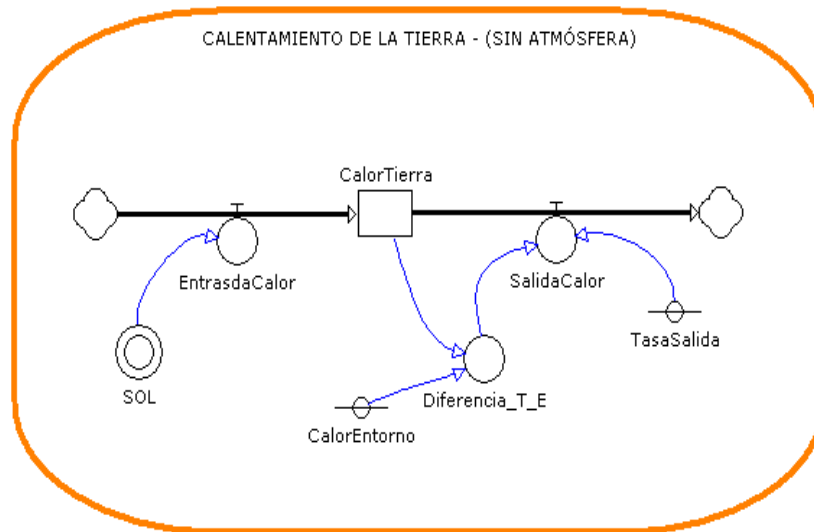
Figura 5 . Diagrama de influencias primer prototipo calentaminto global.



- **Diagrama flujo-nivel.** El diagrama de flujo-nivel del primer prototipo es el siguiente ver figura 7.

⁵³Contenidos basados en el plan de estudio del colegio custodio García Rovira área: ciencias naturales y educación ambiental

Figura 6. Diagrama de flujo-nivel primer prototipo calentamiento global



- **Definición de los elementos.** En la tabla 5 se observa la definición de los elementos que constituyen el modelo, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno.

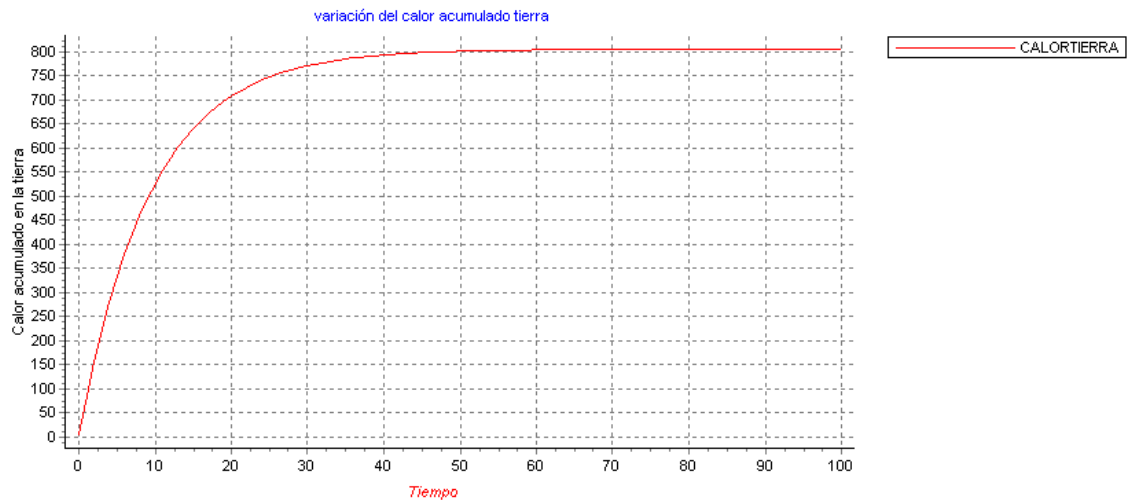
Tabla 5 . Elementos que constituyen el modelo del primer prototipo calentamiento global.

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
Calor Tierra	5	Medida del calor acumulado en la tierra en un momento dado, puede iniciar igual, mayor o menor a su entorno. o concentración de calor en la tierra	Nivel
Entradas de Calor	SOL	Flujo de calor que entra a la tierra por unidad de tiempo, debido a las radiaciones solares. En este caso se asume que todo lo que le sumista el sol, se acumula (llega a	Flujo

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
		la tierra).	
Salida Calor	Diferencia_T_E*Tasa Salida	Salida de calor de la tierra cuando contiene más calor que su entorno. Perdida proporcional a la diferencia de calor con su entorno. Igualmente la tierra puede ganar calor de su entorno cuando este a menor temperatura.	Flujo
Diferencia_T_E	Calor Tierra-Calor Entorno	Diferencia de calor acumulado, entre la tierra y el entorno. Si la tierra está más caliente que el entorno, esta pierde calor tratando de igualarse con su entorno, realmente perdería calor entregándose a su entorno, pero aquí asumimos que simplemente lo pierde y el entorno es muy grande y no cambia.	Auxiliar
SOL	INTLINEAL (2, 0, 1, 80, 80,80)	Radiaciones solares, en términos de calor, sobre la tierra. O calor suministrado por el Sol a la tierra, por unidad de tiempo.	Exógena
Calor Entorno	5	Medida de calor del entorno. (Se asume constante).	Parámetro
Tasa Salida	0.1	Fracción de pérdida de calor (tasa de pérdida o de salida) con relación a la diferencia entre la tierra y su entorno. Es decir, cuanto calor la tierra puede perder por cada unidad de diferencia de calor con su entorno, en cada unidad de tiempo.	Parámetro

- **Comportamiento del primer prototipo.** En la figura 8 se observa el comportamiento para el nivel de calor en la tierra a consecuencia del efecto invernadero una tierra sin atmosfera.

Figura 7 . Comportamiento de la variable calor de la tierra para el primer modelo calentamiento global.



- **Validación del modelo.** Para el análisis de sensibilidad aplicado a este primer prototipo se utilizarán cambios solo en los parámetros de Calor Entorno y Tasa Salida para conocer diferentes comportamientos. Los cambios realizados a las variables de Calor Entorno y Tasa Salida representan diferentes comportamientos en el nivel de calor en la tierra.

Las variables analizadas bajo estos contextos son:

1. **Calor en la tierra.** Los resultados esperados en las gráficas 9, 10 han de ser muy predecibles pues en cada una de estas variables analizadas, la participación es directa.

Figura 8. Comportamiento de la variable de nivel calor de la tierra, con diferentes valores del parámetro tasa de salida.

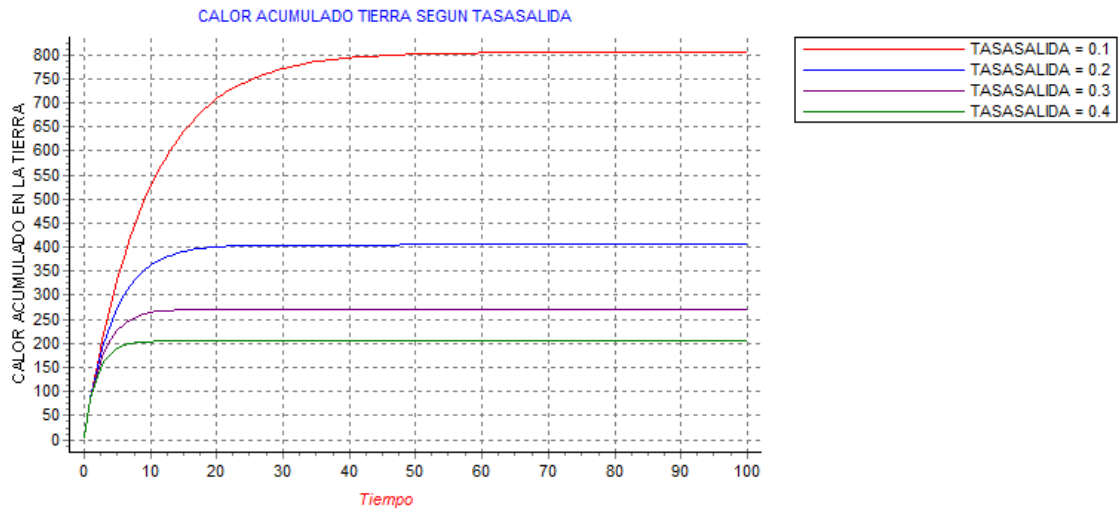
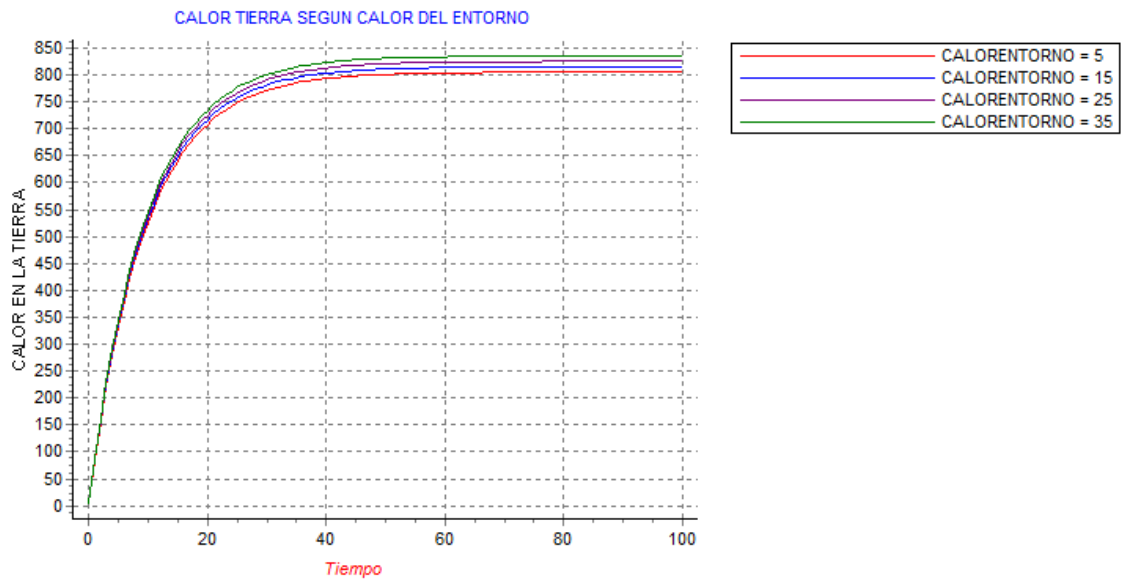


Figura 9. Comportamiento de la variable de nivel calor de la tierra, con diferentes valores del parámetro calor de retorno.



3.3.1.2 Segundo prototipo calentamiento global causado por efecto invernadero (con atmosfera)

- **Anexos al primer prototipo.** Se incluye un nuevo elemento el calor emitido por la tierra que es devuelto debido a la presencia de la atmosfera.
- **Caracterización del modelo en prosa.** Para la caracterización del segundo prototipo del modelo se parte de explicar los cambios realizados en el modelo y por qué se realizaron; lo importante es mostrar lo que se representó del fenómeno con esos cambios, y como estos afectan el comportamiento esperado del modelo.

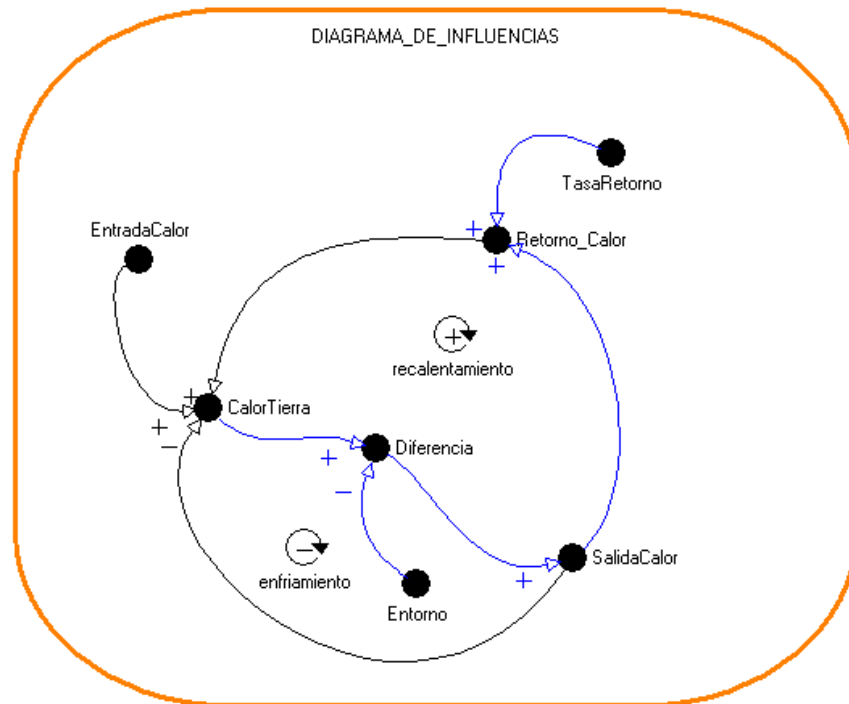
El modelo fue modificado con la inclusión de una nueva variable que afecta la acumulación de calor en la tierra, esta variable llamada Retorno representa el Calor que sale de la tierra y retorna a ella debido al papel de la atmosfera. Del calor que sale (Salida Calor), retorna una fracción (Fracción Retorno) que afecta en gran medida a la cantidad de calor en la tierra, esta fracción de retorno indica que tanto, calor del que de la tierra fluye a su espacio exterior, retorna a la tierra. Es una fracción. Su valor es entre 0 y 1. Unidades: 1/unidad de tiempo (corresponde a una tasa).

la idea detrás de este cambio es representar uno más de los diferentes elementos que como consecuencia del efecto invernadero hacen que el calor de la tierra este en aumento como se mencionó en el primer prototipo en el modelo de prosa anterior y observar el nuevo comportamiento de la variable de nivel Calortierra; además revisar como a mayor retorno de calor mayor es la cantidad de calor en el nivel, igualmente, a mayor salida de calor la variable retorno de calor aumenta

convirtiéndose en un ciclo de realimentación positiva que llamaremos recalentamiento⁵⁴.

- **Diagrama de influencias.** El diagrama de Influencias del segundo prototipo es el ilustrado en la figura 11:

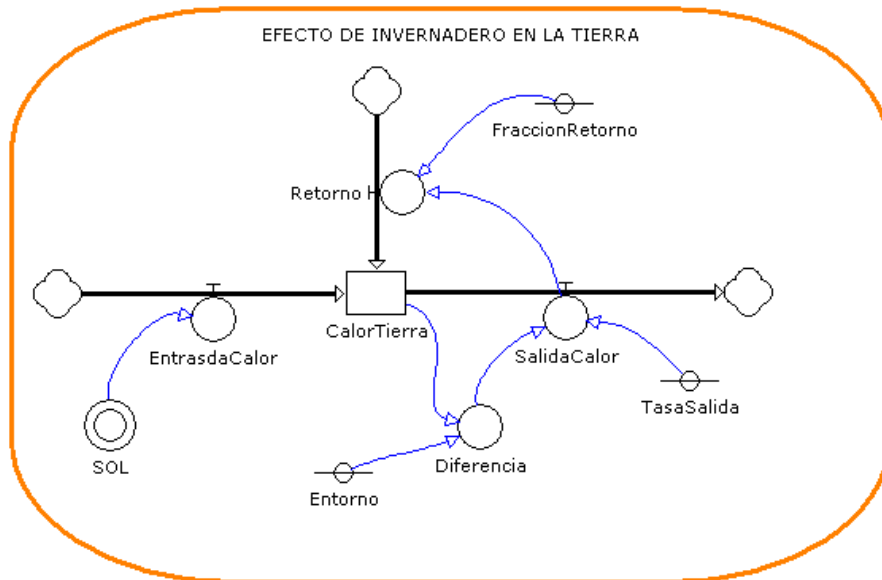
Figura 10. Diagrama de influencias segundo prototipo calentamiento global.



- **Diagrama flujo-nivel.** Se expondrán los cambios realizados al modelo, y mostrarlos en este apartado, el diagrama de flujo-nivel se ilustra en la figura 12:

⁵⁴http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_invernadero

Figura 11. Diagrama de flujo-nivel segundo prototipo calentamiento global.



- **Definición de los elementos.** La tabla 6 contiene la definición de los elementos que constituyen el modelo, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno. En este caso se incluyeron los elementos nuevos con respecto al primer prototipo.

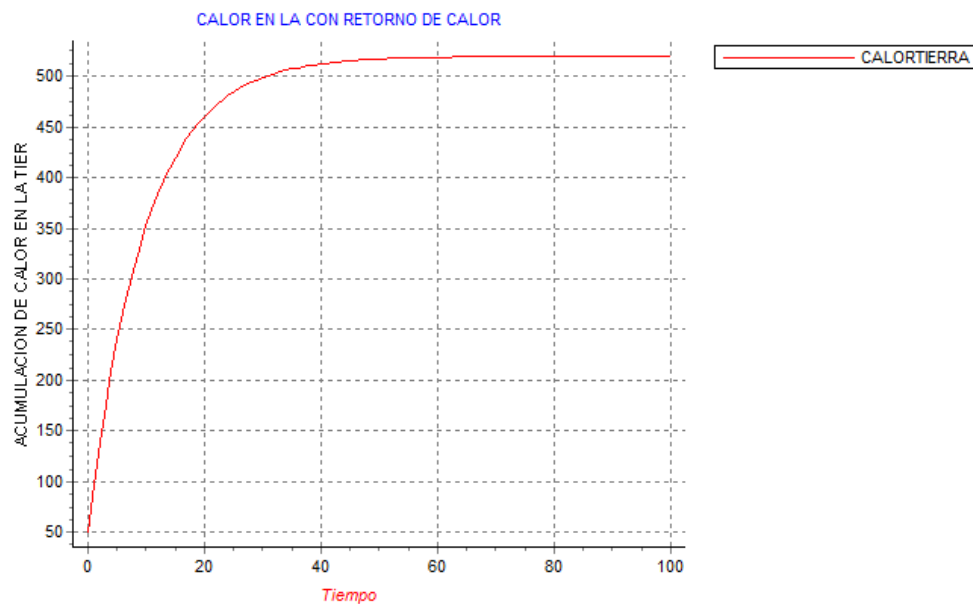
Tabla 6 . Elementos que constituyen el modelo del segundo prototipo calentamiento global.

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento
Retorno	Salida Calor*Fracción Retorno	Retorno: Calor que sale de la tierra y retorna a ella debido al papel de la capa de ozono. Del calor que sale (Salida Calor), retorna una fracción (Fracción Retorno)	Flujo
Fraccion retorno	0.02	Indica que tanto, calor del que de la tierra fluye	Parámetro

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento
		a su espacio exterior, retorna a la tierra. Es una fracción. Su valor es entre 0 y 1. Unidades: 1/unidad de tiempo (corresponde a una tasa)	

- **Comportamiento del segundo prototipo.** En la Figura 13 se observa el comportamiento para el nivel de calor en la tierra a consecuencia del efecto invernadero una tierra con atmosfera.

Figura 12 . Comportamiento de la variable calor de la tierra para el segundo modelo calentamiento global.



3.3.1.3 Tercer prototipo Calentamiento global como consecuencia de la presencia en la atmosfera de los principales gases de invernadero

- **Anexos al segundo prototipo.** Se incluyen unos nuevos elementos como son, la inclusión en la atmosfera de los más importantes gases de efecto invernadero que hacen que el grosor de la atmosfera aumente y el calor retenido incremente.
- **Caracterización del modelo en prosa.** Para la caracterización del tercer prototipo del modelo se parte de explicar los cambios realizados en el modelo y por qué se realizaron; lo importante es mostrar lo que se representó del fenómeno con esos cambios, y como estos afectan el comportamiento esperado del modelo.

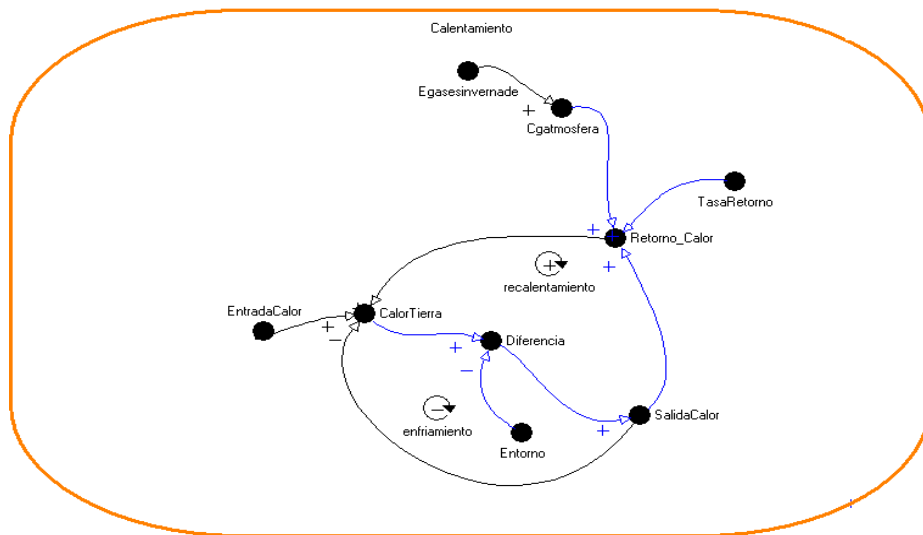
El modelo fue modificado con la inclusión de unos nuevos elementos que afecta la acumulación de calor en la tierra, estas variables llamadas CO₂, metano, Egasesinvernade, Cgatmosfera y M_atmcaloretor afectan y modifican directamente el modelo. Las variables CO₂ y metano son variables que representan los principales gases de efecto invernadero que son emitidos a la atmosfera y que son los encargados de retener parte del calor que es emitido por la tierra, para este modelo estas variables se asumen constantes y son los únicos gases que se consideran que hay en la atmosfera, para posteriores prototipos se consideran los demás gases de efecto invernadero. Tanto el CO₂ como el metano son las variables encargadas de modificar el elemento llamado Egasesinvernade que es la variable de flujo que identifica la entrada de gases de invernadero a la atmosfera.

La entrada de gases de efecto invernadero es acumulada en la variable de nivel llamada Cgatmosfera, que es la encargada de guardar la cantidad de gases de efecto invernadero proveniente de la tierra en un determinado periodo de tiempo. Por último encontramos la variable llamada M_atmcaloretor que es multiplicador que determina la cantidad de calor de retorno en proporción a la cantidad de gases acumulados en la atmosfera.

La idea detrás de este cambio es representar uno más de los diferentes elementos que como consecuencia del efecto de invernadero hacen que el calor de la tierra este en aumento, como se mencionó en el segundo prototipo en el modelo de prosa anterior y observar el nuevo comportamiento de la variable de nivel Calortierra; además poder ver las relaciones existentes entre los gases de efecto invernadero y observar como al aumentar la emisión de estos gases aumenta la cantidad de ellos en la atmosfera y así ver como esta acumulación hace que el calor emitido por la tierra sea retenido y el calor de retorno aumente calentando aún más nuestro planeta⁵⁵.

- **Diagrama de influencias.** El diagrama de Influencias del tercer prototipo es el ilustrado en la figura 14:

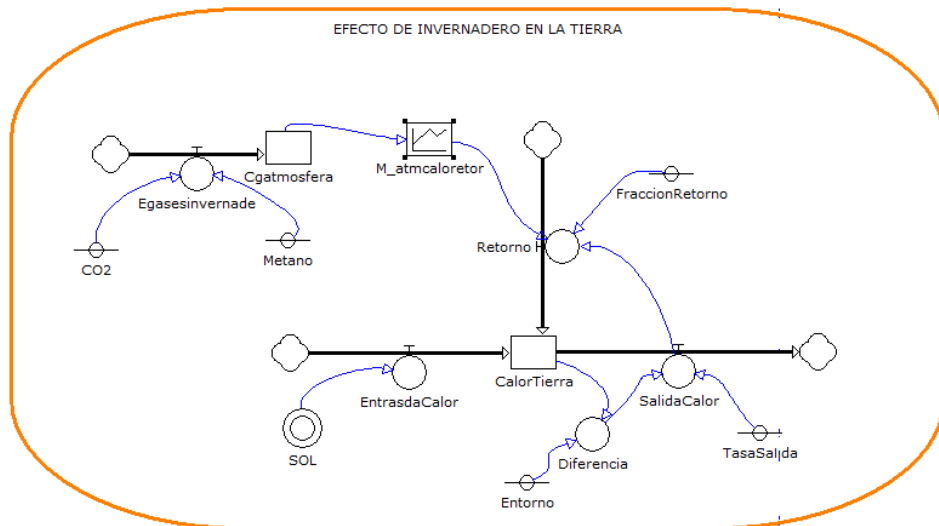
Figura 13. Diagrama de influencias tercer prototipo calentamiento global.



- **Diagrama flujo-nivel.** Se expondrán los cambios realizados al modelo, y mostrarlos en este apartado, el diagrama de flujo-nivel se ilustra en la figura 15:

⁵⁵ http://es.wikipedia.org/wiki/Gas_de_efecto_invernadero

Figura 14. Diagrama de flujo-nivel tercer prototipo calentamiento global.



- **Definición de los elementos.** La tabla 7 contiene la definición de los elementos que constituyen el nuevo modelo, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno. En este caso se incluyeron los elementos nuevos con respecto al segundo prototipo.

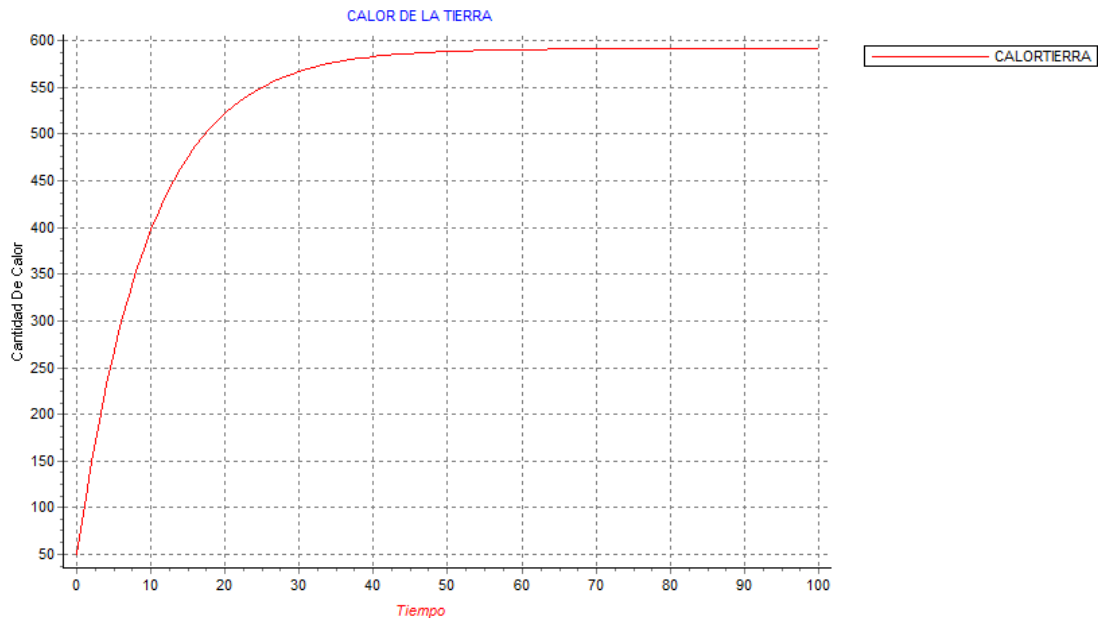
Tabla 7 . Elementos que constituyen el modelo del tercer prototipo calentamiento global.

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento
CO2	4	Indica la cantidad de gas (CO2) que fluye a la atmosfera en determinado periodo de tiempo.	Parámetro
Metano	1	Indica la cantidad de gas (Metano) que fluye a la atmosfera en determinado	Parámetro

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento
		periodo de tiempo.	
Egasesinvernade	Metano+CO2	Indica la cantidad de gas que fluye hacia la atmosfera proveniente de los principales gases de efecto invernadero.	Flujo
Catmosfera	10	Cantidad de gases de efecto invernadero proveniente de la tierra en un determinado periodo de tiempo.	Nivel
M_atmcaloretor	INTSPLINE(2,0,2,1,2,3,4,5,6,7)	Multiplicador que determina la cantidad de calor de retorno en proporción a la cantidad de gases acumulados en la atmosfera.	Tabla

- **Comportamiento del tercer prototipo.** En la Figura 16 se observa el comportamiento para el nivel de calor en la tierra como consecuencia de la presencia en la atmosfera de los principales gases de invernadero.

Figura 15 . Comportamiento de la variable calor de la tierra para el tercer modelo calentamiento global.



3.3.1.4 Cuarto prototipo Calentamiento global causado por la intervención de hombre en la emisión de gases de invernadero

- **Anexos al tercer prototipo.** Se incluyen unos nuevos elementos como son la intervención de la población en el modelo y la emisión de gases de efecto invernadero, como consecuencia de las diferentes actividades que realiza. Esta emisión de gases hacen que el grosor de la atmosfera aumente y el calor retenido incremente.
- **Caracterización del modelo en prosa.** Para la caracterización del cuarto prototipo del modelo se parte de explicar los cambios realizados en el modelo y por qué se realizaron; lo importante es mostrar lo que se representó del fenómeno

con esos cambios, y como estos afectan el comportamiento esperado del modelo⁵⁶.

El modelo fue modificado con la inclusión de unos nuevos elementos que afecta la acumulación de calor en la tierra, estas variables llamadas Tasa natalidad, Tasa mortalidad, Natalidad, Mortalidad, Población, M_pcgasesemi y Gases Eporhombre afectan y modifican directamente el modelo. Las variables Tasa natalidad, Tasa mortalidad son variables que representan las diferentes tasas de natalidad y mortalidad de crecimiento de la población a través del tiempo.

Estas tasas de nacimientos o muertes se ven reflejadas en la cantidad de personas que nacen o mueren en un momento dado, esta cantidad de personas se acumulan en una variable de nivel llamada población, que indica la cantidad de personas en un determinado periodo de tiempo. Medida en millones.

Esta población es la encargada de realizar actividades que hacen que se emitan determinados gases de efecto invernadero, esta relación de población y emisión de gases de invernadero por parte de la población es lo que se ve reflejado en la variable llamada M_pcgasesemi que guarda la información de dicha relación. Por último la variable llamada GasesEporhombre, es la que acumula la cantidad de gases emitidos a la atmosfera que son provocados por el hombre.

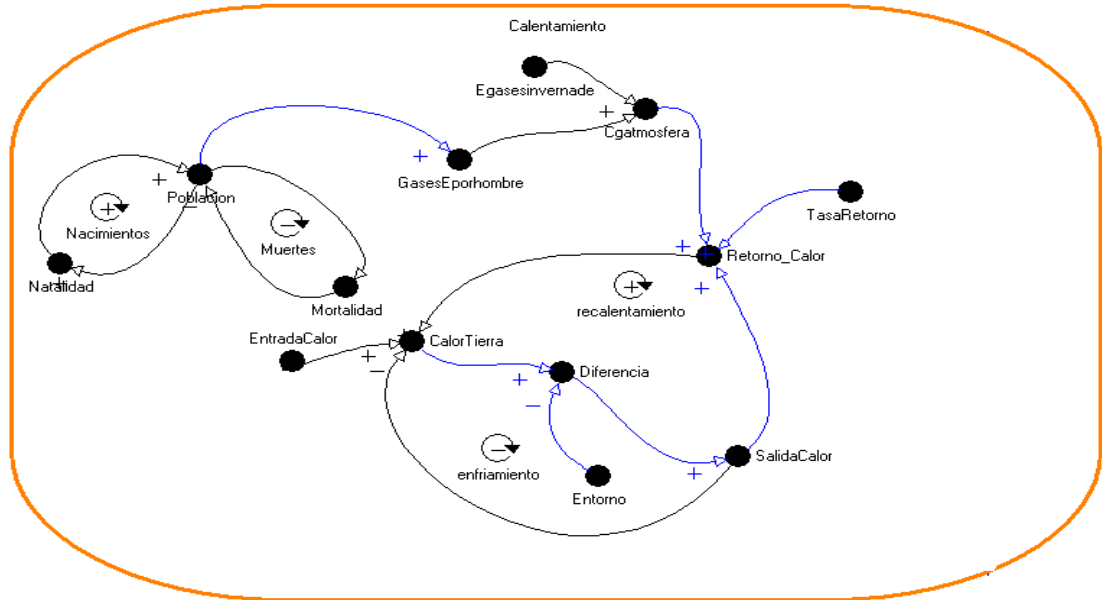
Así este modelo nos permite observar la gran relación que existe entre el hombre y la emisión de gases de invernadero y como esta afecta directamente al calentamiento global del planeta⁵⁷.

- **Diagrama de influencias.** El diagrama de Influencias del cuarto prototipo es el ilustrado en la figura 17:

⁵⁶ <http://faabinrg.blogspot.com/2009/03/gases-de-invernadero-y-su-incidencia-en.html>

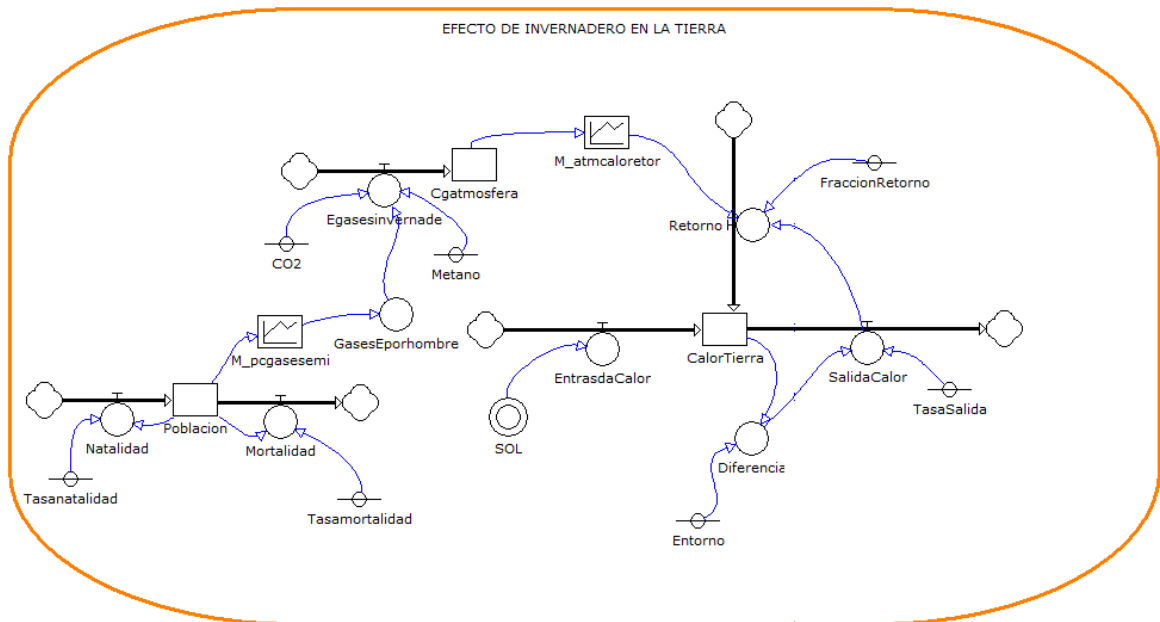
⁵⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Poblaci%C3%B3n_mundial

Figura 16. Diagrama de influencias cuarto prototipo calentamiento global



- **Diagrama flujo-nivel.** Se expondrán los cambios realizados al modelo, y mostrarlos en este apartado, el diagrama de flujo-nivel se ilustra en la figura 18:

Figura 17. Diagrama de flujo-nivel cuarto prototipo calentamiento global.



- **Definición de los elementos.** La tabla 8 contiene la definición de los elementos que constituyen el nuevo modelo, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno. En este caso se incluyeron los elementos nuevos con respecto al tercer prototipo.

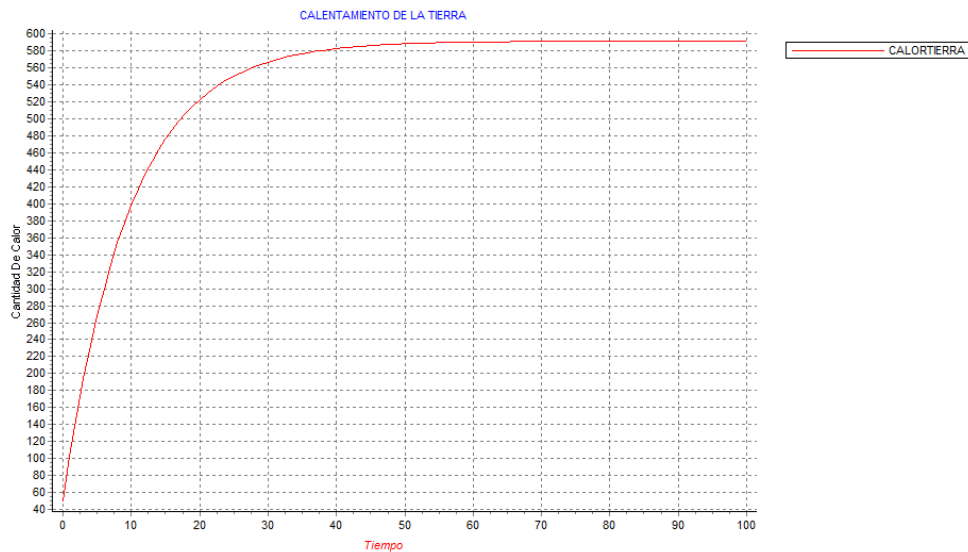
Tabla 8 . Elementos que constituyen el modelo del cuarto prototipo calentamiento global.

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento
Tasa natalidad	0.10	Tasa de natalidad de población, proporción de crecimiento de la población a través del tiempo.	Parámetro
Tasa mortalidad	0.08	Indica la proporción de muerte de la población a través del tiempo.	Parámetro
Natalidad	Poblacion*Tasa natalidad	Indica la cantidad de personas que nacen.	Flujo
Mortalidad	Poblacion*Tasa mortalidad	Indica la cantidad de personas que mueren.	Flujo
Población	6677	Cantidad de personas en un determinado periodo de tiempo. medida en miles de millones	Nivel
M_pcgasesemi	INTLINEAL(1,0,1,1,4,7,10,20,30)	Multiplicador que muestra la relación existente entre la población y la	Tabla

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento
		cantidad de gases de invernadero emitidos por ellos.	

- Comportamiento del cuarto prototipo.** En la figura 19 se observa el comportamiento para el nivel de calor en la tierra causado por la intervención de hombre en la emisión de gases de invernadero.

Figura 18 . Comportamiento de la variable calor de la tierra para el cuarto modelo calentamiento global.



3.3.1.5 Quinto prototipo Calentamiento global causado por la intervención del hombre y la quema de combustibles fósiles, como principal fuente de emisión de los gases de invernadero

- Anexos al cuarto prototipo.** Se incluyen unos nuevos elementos, como son la intervención de la población en el modelo y como las diferentes actividades

como son la quema de combustibles fósiles que hacen que incremente la emisión de gases de invernadero, lo que se ve reflejado en un aumento del nivel de calor del planeta.

- **Caracterización del modelo en prosa.** Para la caracterización del quinto prototipo del modelo, se parte de explicar los cambios realizados en el modelo y por qué se realizaron; lo importante es mostrar lo que se representó del fenómeno con esos cambios, y como estos afectan el comportamiento esperado del modelo.

El modelo fue modificado con la inclusión de unos nuevos elementos que afecta la acumulación de calor en la tierra, estas variables llamadas $M_{pqcombustible}$, $Cqconbusfossil$ y $M_{fgasesemitido}$ afectan y modifican directamente el modelo.

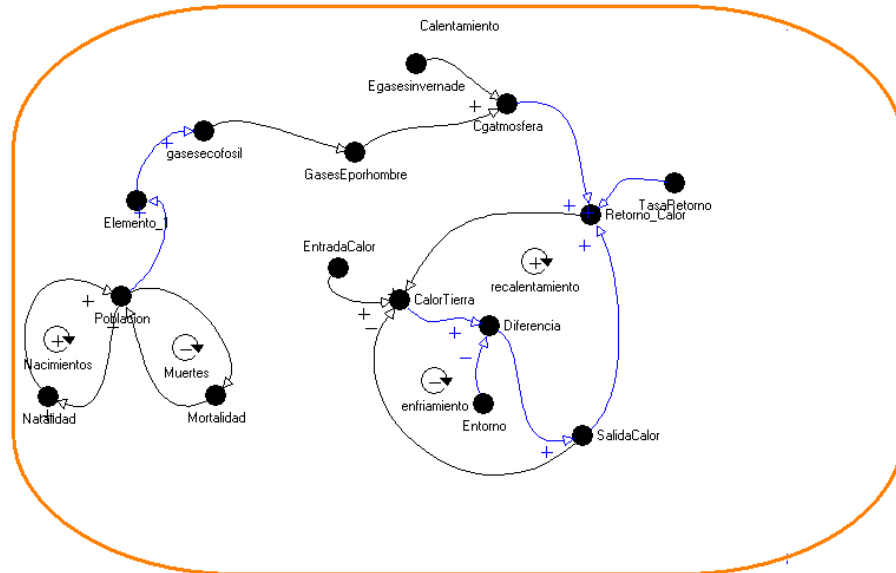
La variable llamada $M_{pqcombustible}$ representa la relación existente entre la población y como el aumento de esta hace que se incremente la quema de combustibles fósiles, así mismo la variable llamada $M_{fgasesemitido}$ es el Multiplicador que relaciona la cantidad de gases emitidos a la atmosfera como consecuencia de la quema de combustibles fósiles.

Así este modelo nos permite observar la gran relación que existe entre el hombre y la emisión de gases de invernadero y como las diferentes actividades hacen que aumente la emisión de los gases de invernadero⁵⁸.

- **Diagrama de influencias.** El diagrama de Influencias del quinto prototipo es el ilustrado en la figura 20:

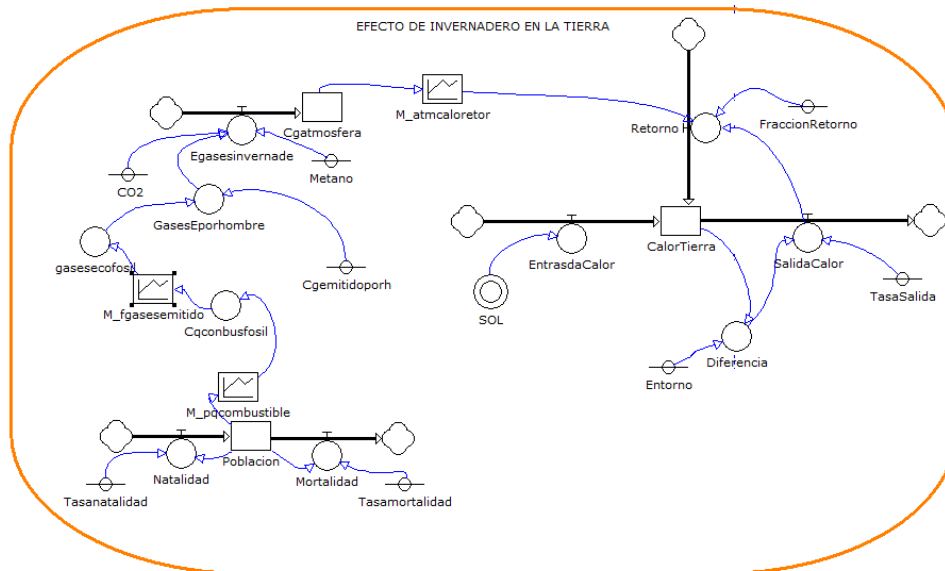
⁵⁸ <http://www.sagan-gea.org/hojared/Hoja15.htm>

Figura 19 . Diagrama de influencias quinto prototipo calentamiento global



- **Diagrama flujo-nivel.** Se expondrán los cambios realizados al modelo, y mostrarlos en este apartado, el diagrama de flujo-nivel se ilustra en la figura 21:

Figura 20 . Diagrama de flujo-nivel quinto prototipo calentamiento global



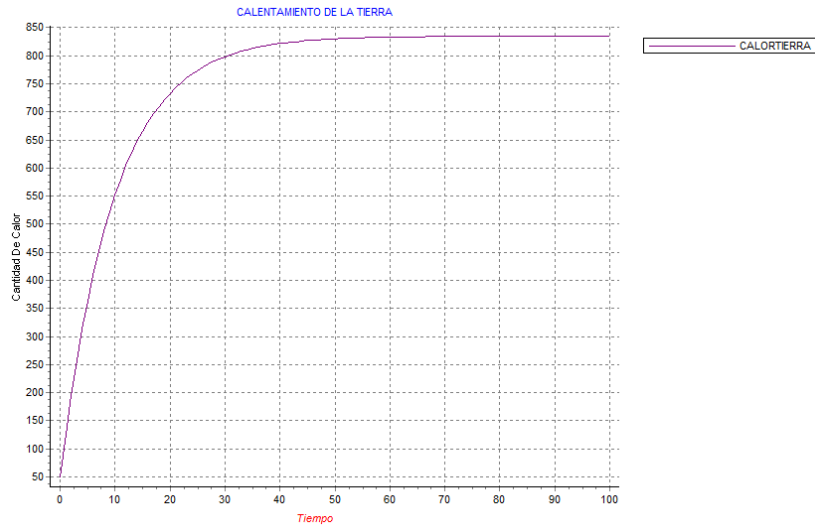
- **Definición de los elementos.** La tabla 9 contiene la definición de los elementos que constituyen el nuevo modelo, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno. En este caso se incluyeron los elementos nuevos con respecto al cuarto prototipo.

Tabla 9 . Elementos que constituyen el modelo del quinto prototipo calentamiento global.

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento
M_pqcombustible	INTSPLINE(2,0,6000,1,4,7,9,12,20,40)	Multiplicador que identifica la relación existente entre la población y la quema de combustibles fósil por la utilización directa de la población en diferentes actividades como son la utilización de carros etc.	Tabla
Cqconbusfossil	M_pqcombustible	Cantidad de de quema de combustible fósil por parte de la población.	Auxiliar
M_fgasesemitido	INTLINEAL(0,0,4,2,5,7,9,10,12,29)	Multiplicador que relaciona la cantidad de gases emitidos a la atmosfera como consecuencia de la quema de combustibles fósiles.	Tabla

- **Comportamiento del tercer prototipo.** En la Figura 22 se observa el comportamiento para el nivel de calor en la tierra causado por la intervención de hombre en la emisión de gases de invernadero.

Figura 21 . Comportamiento de la variable calor de la tierra para el quinto modelo calentamiento global.



3.3.2 Aumento del nivel del mar. Una de las principales consecuencias del cambio climático ocasionado por el calentamiento global, es el aumento considerable del nivel del mar; esto es ocasionado por diferentes factores como son: el aumento de las lluvias, el deshielo de los glaciares y la expansión de las aguas entre otros. El estudio de estos fenómenos motivó a la preferencia de esta temática, por los graves problemas que pueden traer a diferentes ciudades costeras que se verán afectadas por el incremento de las aguas cerca a estos lugares. La tabla 10 contiene la lista de modelos asociados a esta temática.

Tabla 10 . Modelos asociados al temático aumento del nivel del mar

Nombre del modelo
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 del expansión del agua
Aumento del nivel del mar como consecuencia del calentamiento global

3.3.2.1 Primer prototipo aumento del nivel del mar como consecuencia del deshielo glaciar.

- **Caracterización del modelo en prosa.** El aumento del nivel global de los océanos es causado por dos factores. El primero es la llegada al océano de las aguas provenientes de fuentes tales como hielo derretido de los glaciares y las capas polares entre otros. La evidente corriente sobre el calentamiento global incluye la amplia retirada general de los glaciares en 5 continentes. El hielo marino del Océano Ártico se está adelgazando. Masas impresionantes de hielo antártico se han desplomado en el mar con una rapidez alarmante.

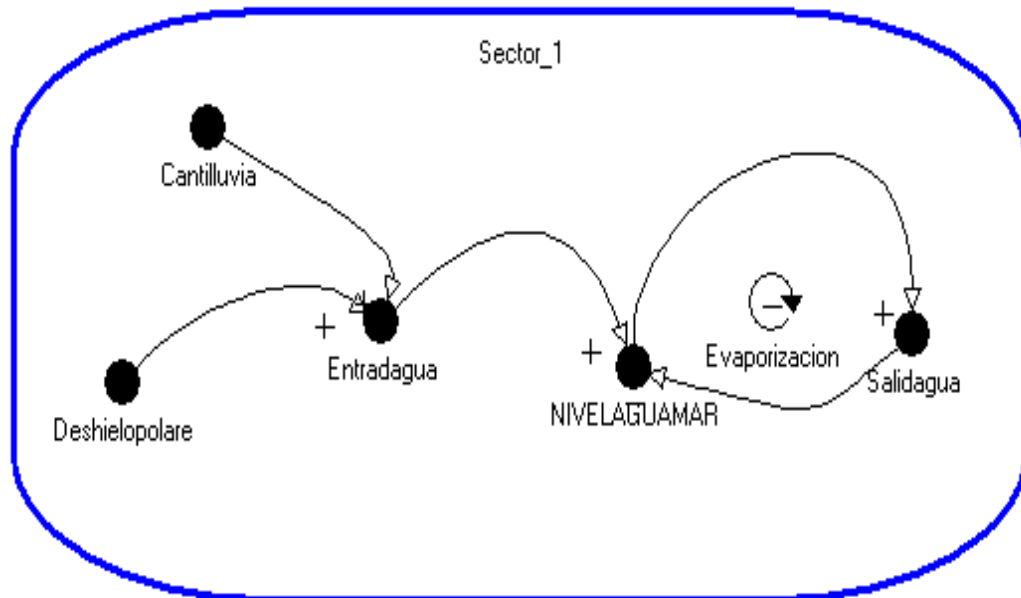
El segundo factor son las continuas precipitaciones o lluvias que contribuyen con el aumento de la cantidad de flujo en los océanos, este flujo de agua es el elemento del modelo que hace parte de las entradas de aguas que junto los deshielos de los glaciares conforman el flujo que aumenta el nivel de las aguas en los mares.

Para contrarrestar el ingreso de aguas al mar se debe tener en cuenta una fuente de salida muy importante, que es la evaporización de las aguas debido al calentamiento del mar producido por la radiación solar. Este elemento se ve afectado por un factor de evaporización que contribuye al equilibrio del nivel. Además este modelo se basa en argumentación pertinente de cómo el calentamiento global, produce el deshielo de los glaciares, el aumento de las lluvias como consecuencia del incremento de la evaporización de las aguas y otros factores que en posteriores prototipos analizaremos con mayor detalle pero que debemos reconocer que existen como causas importantes de este problema, pero debido al grado del contenido del área de ciencias naturales y medio ambiente de los cursos a quien va dirigido este modelo no vamos a tener en cuenta.

En el diagrama de influencia podemos ver como estos elementos interactúan entre ellos como es el caso de la entrada de agua al mar, que debido al incremento de las lluvias y del agua proveniente de los glaciares aumenta lo que se conoce como ciclo de realimentación positivo. Así como a mayor nivel de agua mayor evaporización, lo que causa un decremento del nivel, este comportamiento de las variables es lo que se conoce como ciclo de realimentación negativo⁵⁹.

- **Diagrama de influencias.** La figura 23 ilustra el diagrama de influencias correspondiente al primer prototipo relacionado con el aumento del nivel del mar como consecuencia del calentamiento global.

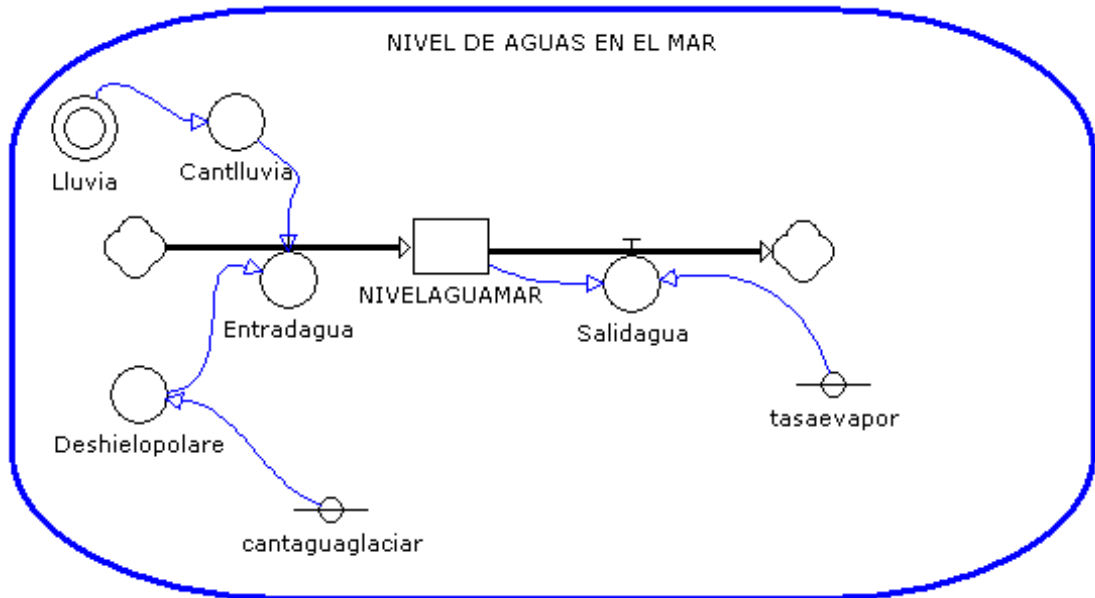
Figura 22 . Diagrama de influencias primer prototipo aumento del nivel del mar



- **Diagrama flujo-nivel.** La figura 24 presenta el diagrama de flujo-nivel del primer prototipo.

⁵⁹<http://www.ecoportal.net/content/view/full/84104>

Figura 23 . Diagrama de flujo-nivel primer prototipo aumento nivel del mar



- **Definición de los elementos.** La tabla 11 define los elementos que constituyen el modelo se presenta a continuación, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno.

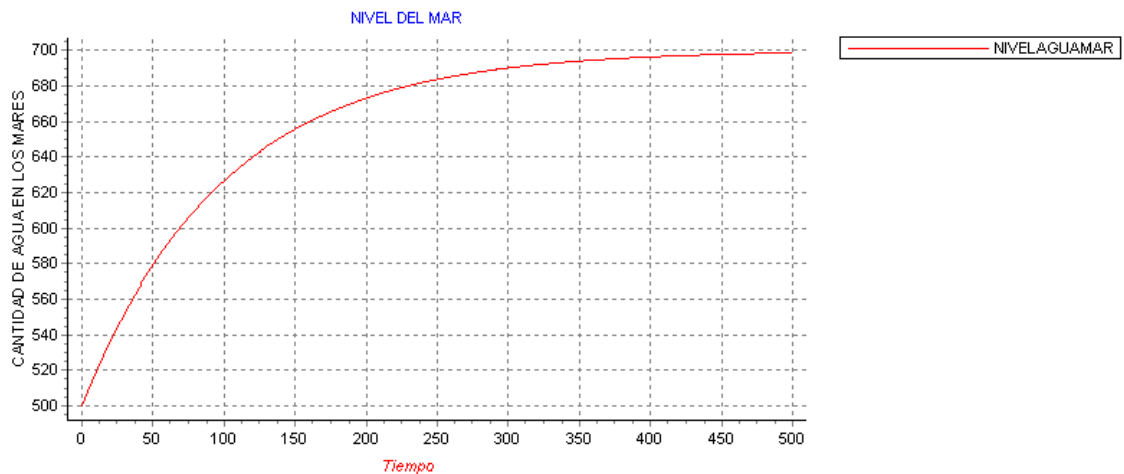
Tabla 11 . Elementos que constituyen el modelo del primer prototipo aumento nivel del mar

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
Nivel aguas mar	800	Medida de agua acumulada en los diferentes mares de la tierra debido a los diferentes fenómenos ambientales como son deshielos y lluvias.	Nivel
Cantilluvia	Lluvia	Cantidad de agua que llega al mar como consecuencia de las	Auxiliar

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
		continuas lluvias por unidad de tiempo.	
Deshielopolare	cantaguaglaciar	Llegada al océano de las aguas provenientes de fuentes tales como hielo derretido de los glaciales y las capas polares.	Auxiliar
Lluvia	INTLINEAL (2, 0, 1, 5, 5,5)	Cantidad de fluido (agua) emitida al mar como consecuencia de precipitaciones.	Exógena
cantaguaglaciar	8	Cantidad de agua proveniente de los glaciares debido al deshielo de los mismos.	Parámetro
Entradagua	Cantlluvia+Deshielopolare	Flujo relacionado con la suma de los dos factores que en el modelo afectan las entradas de aguas al mar.	Flujo
Salidagua	NIVELAGUAMAR*tasa evapor	Es la cantidad de agua que como consecuencia de la evaporización de los mares hace que disminuya el nivel de ellos.	Flujo
Tasa evapor	0.01	Proporción de evaporización de las aguas de los mares por unidad de tiempo.	Parámetro

- **Comportamiento del primer prototipo.** En la figura 25 se observa el comportamiento para el nivel de agua en el mar, causado por el deshielo polar.

Figura 24 . Comportamiento de la variable nivel del mar para el primer modelo aumento del nivel del mar



- **Validación del modelo.** Para el análisis de sensibilidad aplicado a este primer prototipo se utilizaron cambios en los parámetros de Factor deshielo y Tasa evapor para conocer diferentes comportamientos. Los cambios realizados a las variables de Factor deshielo y Tasa evapor representan diferentes comportamientos en el nivel de aguas del mar.

Las variables analizadas bajo estos contextos son:

1. Nivel de aguas en el mar.

Los resultados esperados en las gráficas 26, 27 han de ser muy predecibles pues en cada una de estas variables analizadas, la participación es directa.

Figura 25 . Comportamiento de la variable nivel del mar con diferentes valores del parametro tasa de evaporizacion

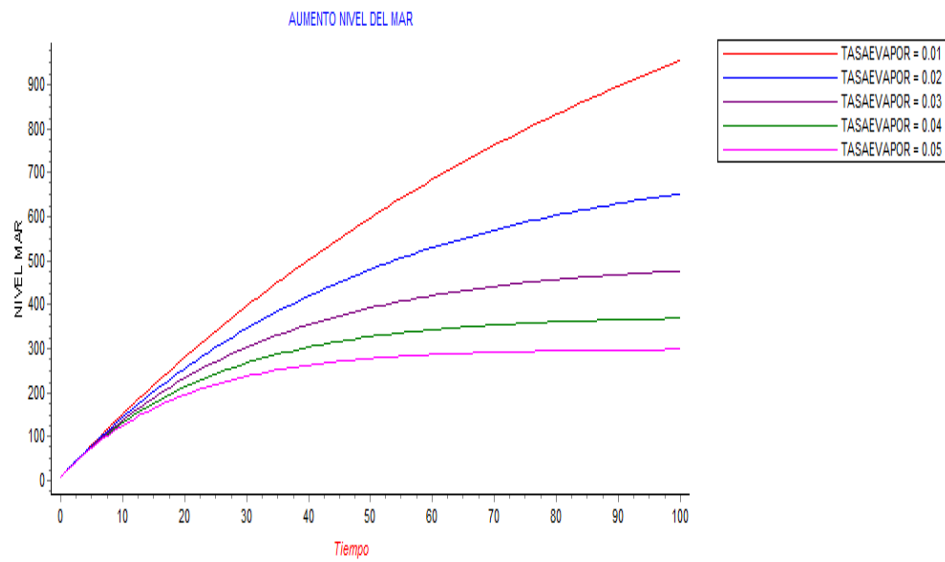
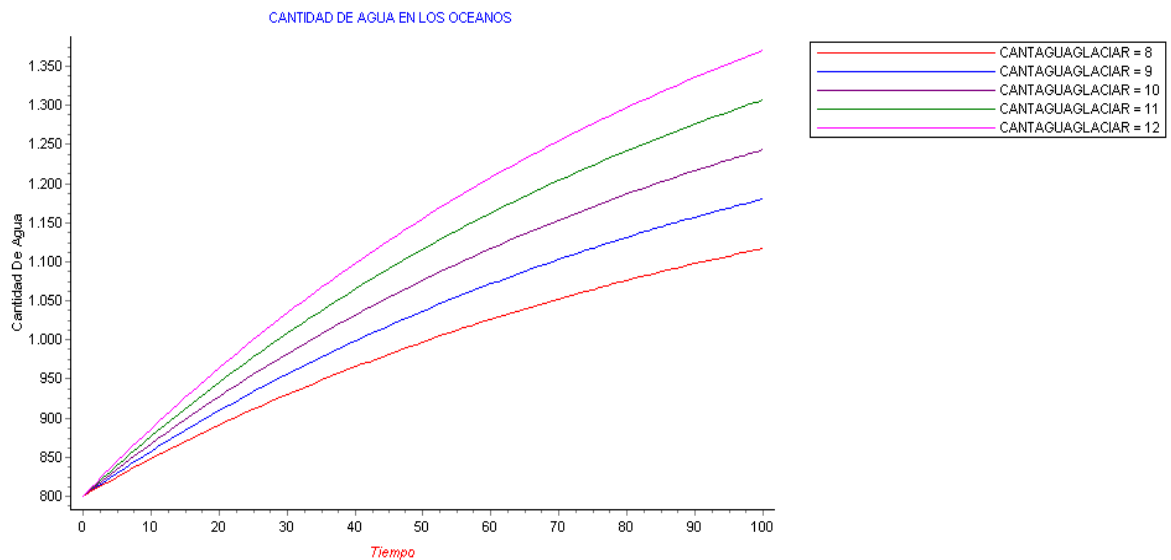


Figura 26 . Comportamiento de la variable nivel del mar con diferentes valores del parámetro cantidad agua glaciar



3.3.2.2 Segundo prototipo aumento del nivel del mar como consecuencia de la alta precipitación.

- **Anexos al primer prototipo.** Se incluye unos nuevos elementos, una variable llamada aumento de la temperatura así como la variable expansión de las aguas
- **Caracterización del modelo en prosa.** Para la caracterización del segundo prototipo del modelo se parte de explicar los cambios realizados en el modelo y por qué se realizaron; lo importante es mostrar lo que se representó del fenómeno con esos cambios, y como estos afectan el comportamiento esperado del modelo.

El modelo fue modificado con la inclusión de dos nuevas variables que afecta el incremento del nivel del mar, una de estas variables llamada expansión aguas representa el grado de expansión del agua debido al aumento de la temperatura que influye directamente en el aumento del nivel de las aguas de los océanos, esta variable es afectada por el parámetro tasa de expan que representa el porcentaje de expansión de las aguas del mar, este valor varía entre 0 y 1. (Corresponde a una tasa).

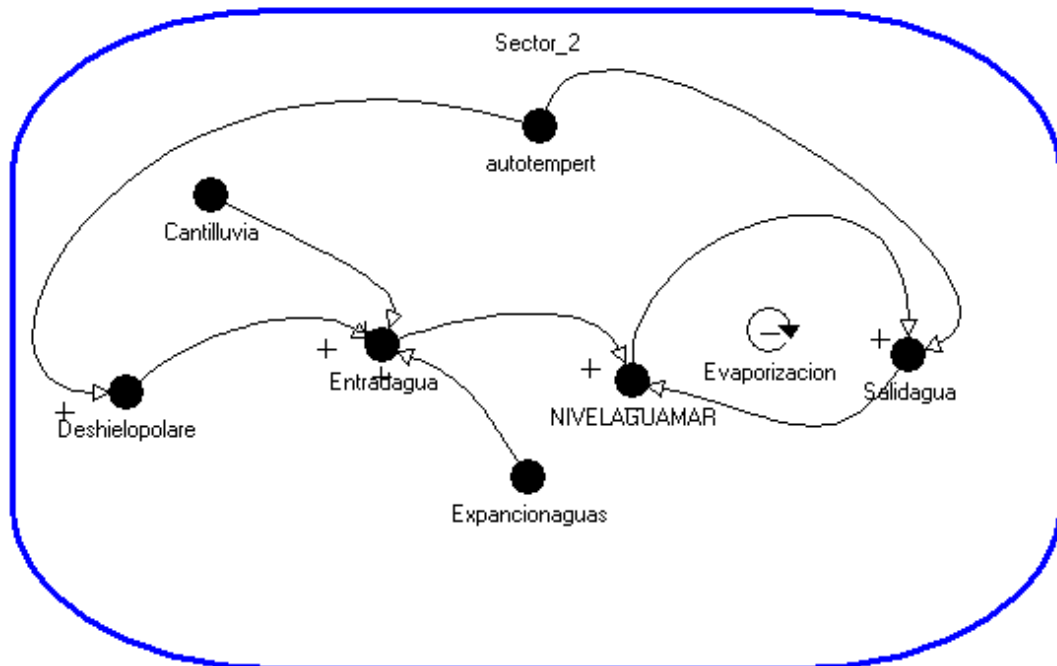
Otra de las variables incluidas al modelo es, auto tempert representa el incremento de la temperatura en determinados periodos de tiempo, así como su influencia en la entrada y salida de agua de los mares.

La idea detrás de este cambio es representar uno más de los diferentes elementos que afectan en forma directa el aumento del nivel del mar. Y observar el nuevo comportamiento de la variable de nivel Nivel agua mar; además revisar como a

medida que incrementa la temperatura el deshielo de los glaciares aumenta así como aumenta la evaporización de las aguas de los mares⁶⁰.

- **Diagrama de influencias.** En la figura 28 se observa el diagrama de Influencias del segundo prototipo.

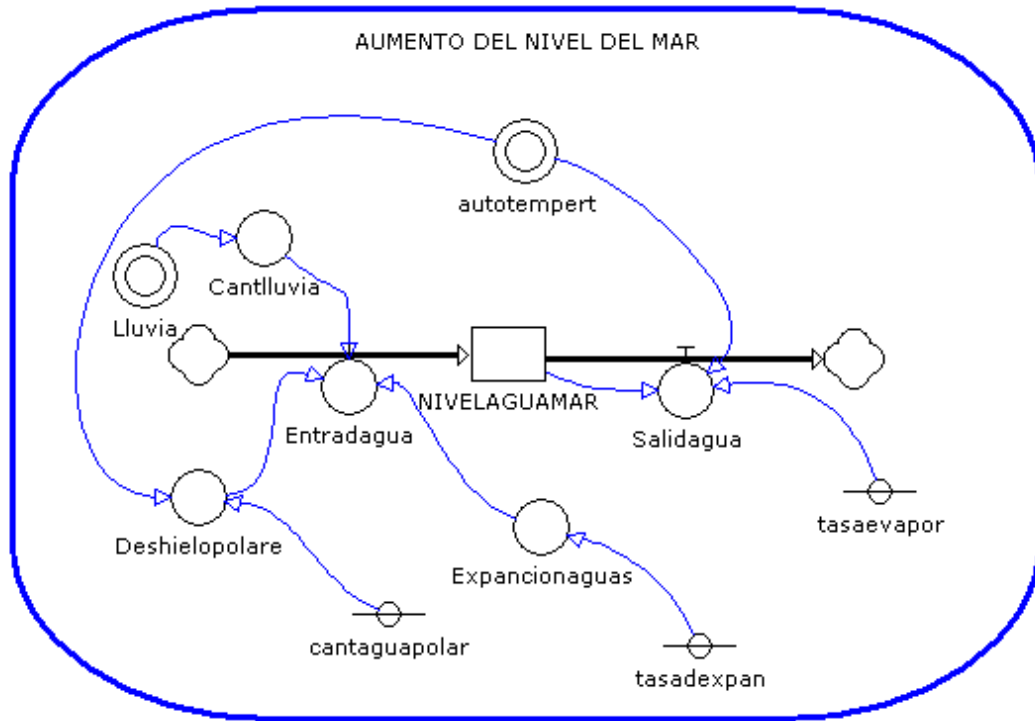
Figura 27 . Diagrama de influencias segundo prototipo aumento del nivel del mar



- **Diagrama flujo-nivel.** En la figura 29 Se expondrán los cambios realizados al modelo, y mostrarlos en este apartado, el diagrama de flujo-nivel se verá a continuación:

⁶⁰ <http://homepage.mac.com/uriarte/subidamar.html>

Figura 28 . Diagrama de flujo-nivel segundo prototipo aumento nivel del mar



- **Definición de los elementos.** La tabla 12 contiene la definición de los elementos que constituyen el modelo, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno. En este caso se incluyeron los elementos nuevos con respecto al primer prototipo.

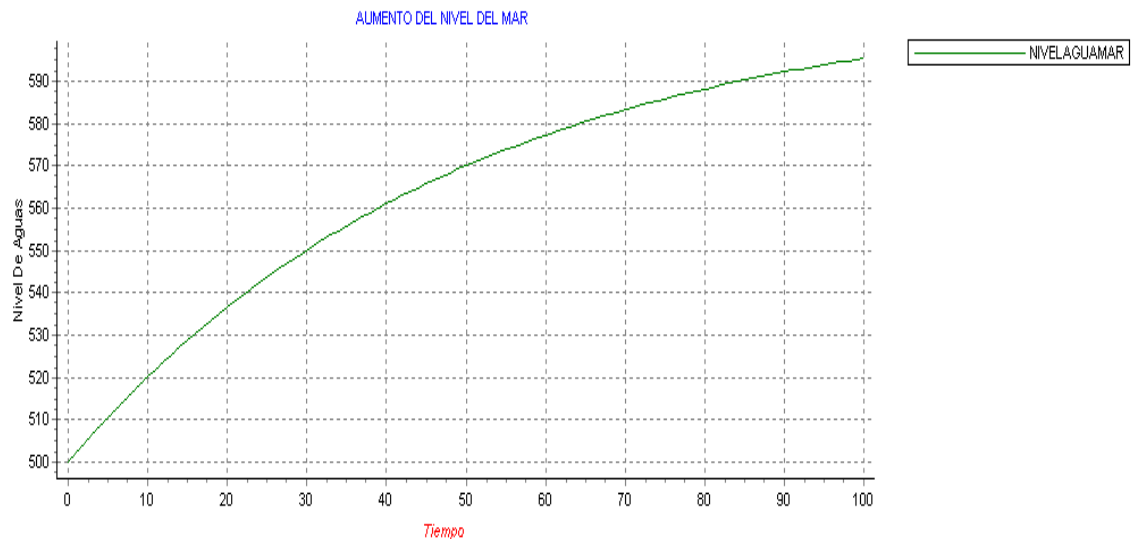
Tabla 12. Elementos que constituyen el modelo del segundo prototipo aumento nivel del mar.

Nombre.	Definición	Descripción.	Tipo De Elemento
Expansionaguas	Tasadexpan	Representa el grado de expansión de las aguas debido al aumento de la	Auxiliar

Nombre.	Definición	Descripción.	Tipo De Elemento
		temperatura que influye directamente en el aumento del nivel de las aguas de los océanos.	
Tasadexpan	0.2	Porcentaje de expansión de las aguas del mar este valor varía entre 0 y 1.	Parámetro
Autotempert	INTLINEAL(2,0,1,0.5,1,1.5,1.8,1.9,2,2,2,2)	Representa cómo se comporta el aumento de la temperatura en determinados períodos de tiempo.	Exógena

- **Comportamiento del segundo prototipo.** En la figura 30 se observa el nuevo comportamiento para el nivel de nivel de agua en los mares, como consecuencia del calentamiento del planeta.

Figura 29 . Comportamiento de la variable nivel del mar para el segundo modelo aumento del nivel del mar

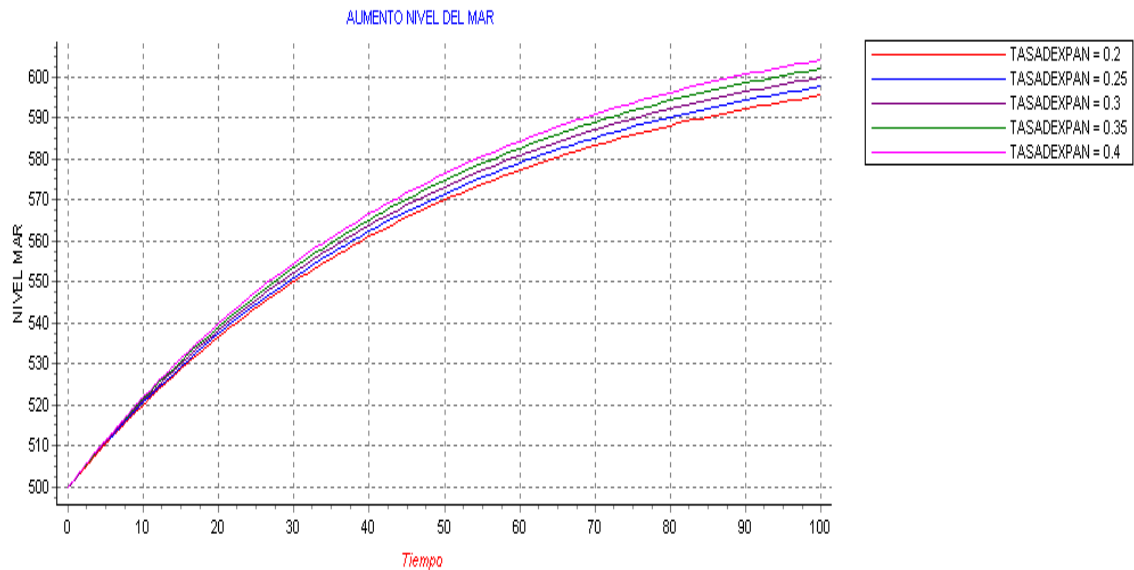


- **Validación del modelo.** Para el análisis de sensibilidad aplicado a este segundo prototipo se utilizarán cambios solo en el parámetro Tasadexpan, para conocer diferentes comportamientos. Los cambios realizados a las variables Tasadexpan representan diferentes comportamientos en el nivel de aguas del mar. Las variables analizadas bajo estos contextos son:

2. Nivel de aguas en el mar.

Los resultados esperados en la gráfica 22 han de ser muy predecibles pues en cada una de estas variables analizadas, la participación es directa.

Figura 30. Comportamiento de la variable nivel del mar con diferentes valores del parámetro tasa de expansión



3.3.2.3 Tercer prototipo aumento del nivel del mar como consecuencia de la expansión de la aguas debido al aumento en la temperatura.

- **Anexos al segundo prototipo.** Se incluye unos nuevos elementos, una variable llamada cantidad de agua evaporada así como la inclusión de dos multiplicadores llamados: multiplicador de deshielo con respecto a la temperatura y multiplicador de expansión de aguas en relación a la temperatura, además se agregó un retardo llamado retardo de evaporización.
- **Caracterización del modelo en prosa.** Para la caracterización del tercer prototipo del modelo, se parte de explicar los cambios realizados en el modelo y por qué se realizaron; lo importante es mostrar lo que se representó del fenómeno con esos cambios, y como estos afectan el comportamiento esperado del modelo.

El modelo fue modificado con la inclusión de cuatro nuevos elementos que afecta el incremento del nivel del mar, una de estas llamada cantidaguaevapo, que

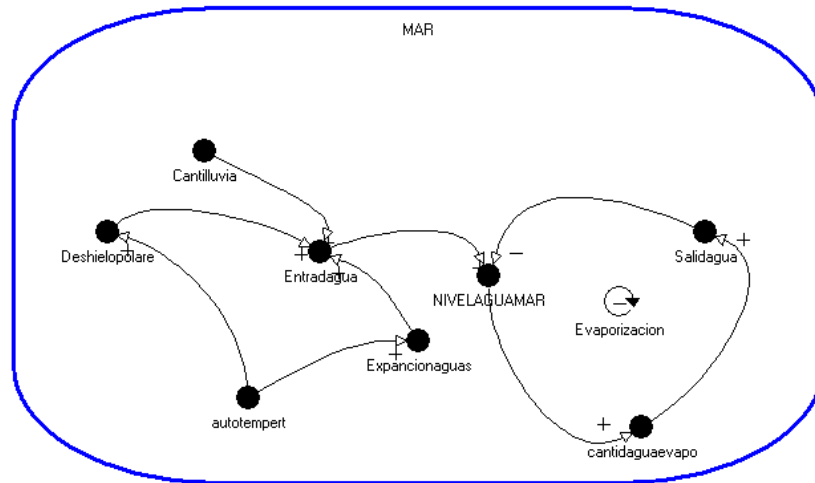
representa la cantidad de agua que se evapora en un determinado periodo de tiempo, esta cantidad de agua evaporada para este prototipo depende de la cantidad de agua en los mares y de un parámetro llamado tasa de evaporización, que indica el porcentaje de agua que es evaporada. Otro de los elementos incluidos en este nuevo modelo es el elemento llamado R_evapor que indica el periodo de tiempo que demora el agua en su proceso de evaporización y que para nuestro modelo es de un ciclo de tiempo, cabe notar que el agua que evaporada sale del mar y es la que nos indica el grado de disminución del nivel del mar. Además de estas dos variables antes mencionadas este prototipo incluye dos elementos más, dos multiplicadores, el primero llamado M_tdh que es la variable que indica la relación existente entre la temperatura y la cantidad de hielo derretido de los polos, esta relación es lineal y se asume que a medida que aumenta la temperatura la cantidad de hielo derretido aumenta, así mismo el último elemento llamado M_texp que representa otra de las relaciones que existen entre la temperatura y la cantidad de agua que se expande debido al aumento del calor⁶¹.

La idea detrás de este cambio es representar uno más de los diferentes elementos que afectan en forma directa el aumento del nivel del mar. Y observar el nuevo comportamiento de la variable de nivel Nivelaguamar; además revisar como a medida que incrementa la temperatura el deshielo de los glaciares aumenta así como aumenta la evaporización de las aguas de los mares y anexar los diferentes comportamientos que se presentan con la inclusión de estas nuevas variables.

- **Diagrama de influencias.** En la figura 32 se observa el diagrama de Influencias del tercer prototipo.

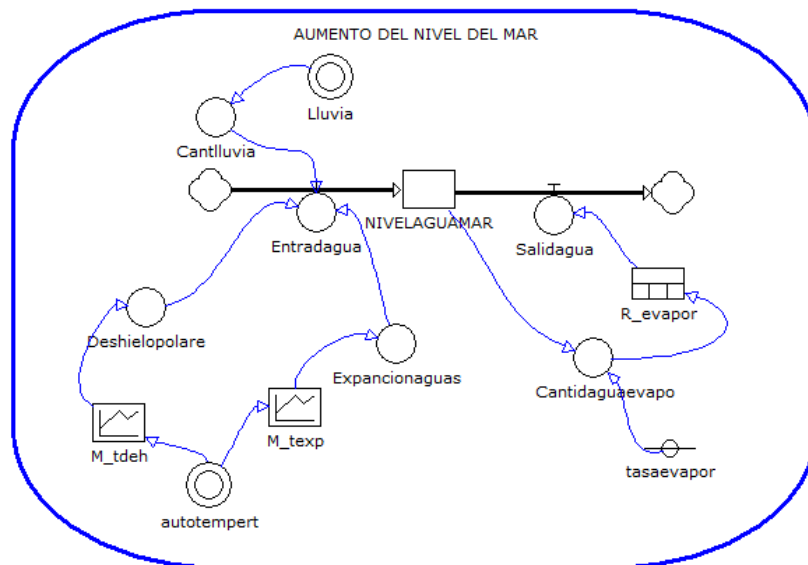
⁶¹ <http://www.actionbioscience.org/esp/ambiente/chanton.html>

Figura 31 . Diagrama de influencias tercer prototipo aumento del nivel del mar



- **Diagrama flujo-nivel.** En la figura 33 Se expondrán los cambios realizados al modelo, y mostrarlos en este apartado, el diagrama de flujo-nivel se verá a continuación:

Figura 32 . Diagrama de flujo-nivel tercer prototipo aumento nivel del mar



- **Definición de los elementos.** La tabla 13 contiene la definición de los elementos que constituyen el modelo, junto con una breve descripción

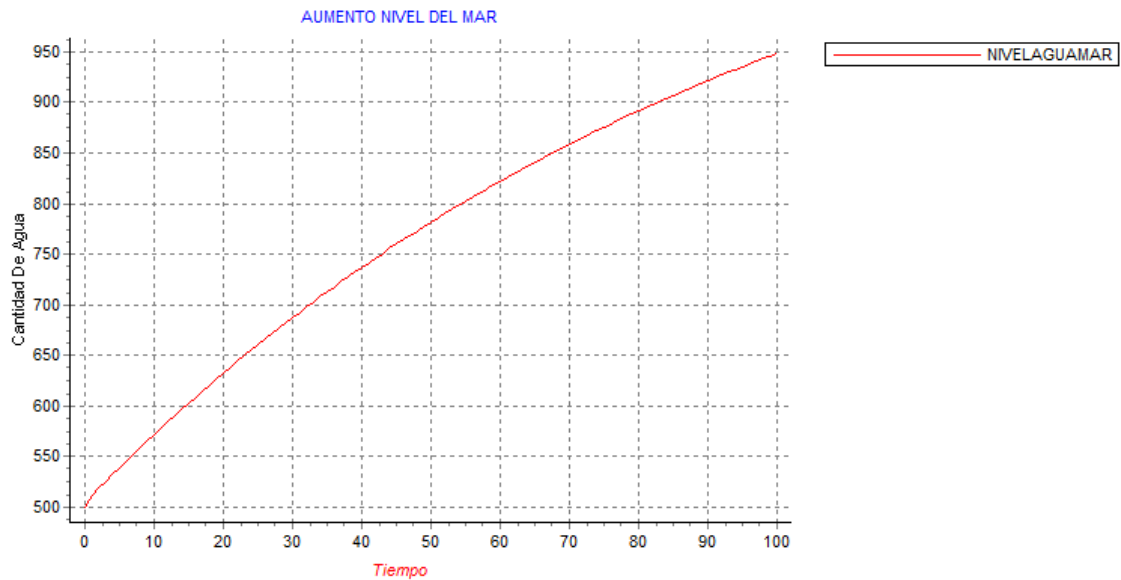
complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno. En este caso se incluyeron los elementos nuevos con respecto al segundo prototipo.

Tabla 13 . Elementos que constituyen el modelo del tercer prototipo aumento nivel del mar

Nombre.	Definición	Descripción.	Tipo De Elemento
Expansionaguas	M_texp	Representa el grado de expansión de las aguas debido al aumento de la temperatura que influye directamente en el aumento del nivel de las aguas de los océanos.	Auxiliar
Deshielopolare	M_tdeh	Llegada al océano de las aguas provenientes de fuentes tales como hielo derretido de los glaciales y las capas polares medida en unidades de longitud.	Auxiliar
M_tdeh	INTLINEAL(2,0,0.1,1,2,3,4,5)	Multiplicador que relaciona el aumento de la temperatura con el deshielo de los polos.	Tabla
M_texp	INTLINEAL(2,0,0.1,1,2,3,4,5)	Multiplicador que relaciona el aumento de la temperatura con la expansión del agua del mar.	Tabla
Cantidaguaevapo	NIVELAGUAMAR*tasaevapor	Cantidad de agua que es evaporada por el calentamiento del planeta.	Auxiliar
R_evapor	RETARDO(Cantidaguaevapo, 1, 1, 0)	Retardo que representa el periodo que demora el agua en evaporar.	Retardo

- **Comportamiento del tercer prototipo.** En la figura 34 se observa el nuevo comportamiento para el nivel de agua en los mares, como consecuencia del calentamiento del planeta.

Figura 33 . Comportamiento de la variable nivel del mar para el tercer modelo aumento del nivel del mar



3.3.2.3 Cuarto prototipo aumento del nivel del mar como consecuencia del calentamiento global

- **Anexos al tercer prototipo.** Se incluye unos nuevos elementos, cantidad de hielo glaciario así como los flujos entrada de hielo a los glaciales y salida de hielos, además los parámetros tasa de congelación de las aguas de los polos y tasa de deshielo de los casquetes polares que son los encargados de definir la cantidad de hielo en los glaciares.
- **Caracterización del modelo en prosa.** El modelo fue modificado con la inclusión de cuatro nuevos elementos que afectan el incremento del nivel del mar, como son los parámetros tasa de congela y tasa deshielo, que son las variables encargadas de guardar la proporción de congelación y deshielo de las aguas respectivamente para este modelo se asume constante.

Estas tasas de congelación y deshielo antes mencionadas, son quienes aportan al comportamiento de los dos nuevos flujos llamados Caguacongel y Salida agua polos que son los encargados de guardar la cantidad de hielo que entra o sale de los polos, este hielo que es acumulado en la variable de nivel llamada Chielglacia⁶²l.

Además la cantidad de hielo que sale de los polos y que es convertida en líquida es la que es guardada en la variable llamada Deshielopolare quien es la variable que lleva directamente los datos a la entrada de agua al mar por efecto del deshielo de los glaciares⁶³.

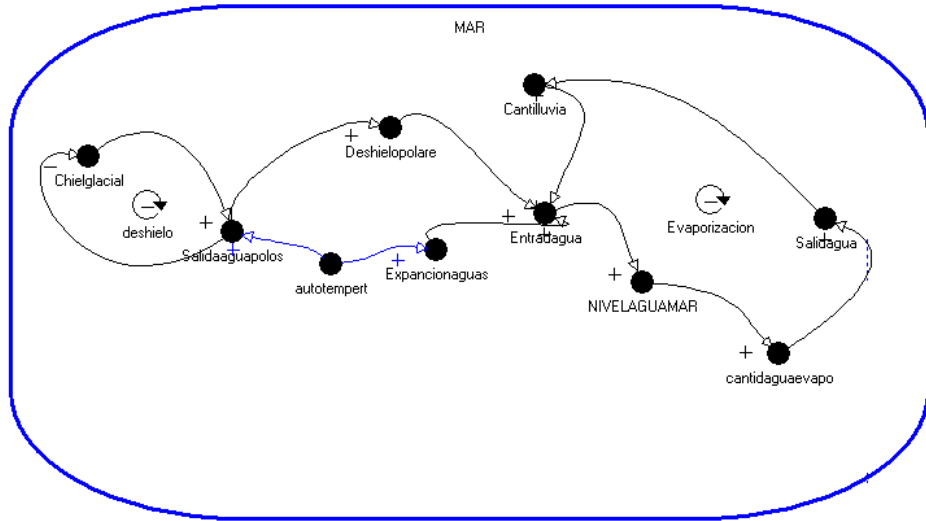
La idea detrás de este cambio es representar uno más de los diferentes elementos que afectan en forma directa el aumento del nivel del mar. Y observar el nuevo comportamiento de la variable de nivel Nivel agua mar; además revisar como a medida que incrementa la temperatura el deshielo de los glaciares aumenta así como aumenta la evaporización de las aguas de los mares y anexar los diferentes comportamientos que se presentan con la inclusión de estas nuevas variables.

- **Diagrama de influencias.** En la figura 35 se observa el diagrama de Influencias del cuarto prototipo.

⁶² <http://www.lenntech.es/faq-cantidad-agua.htm>

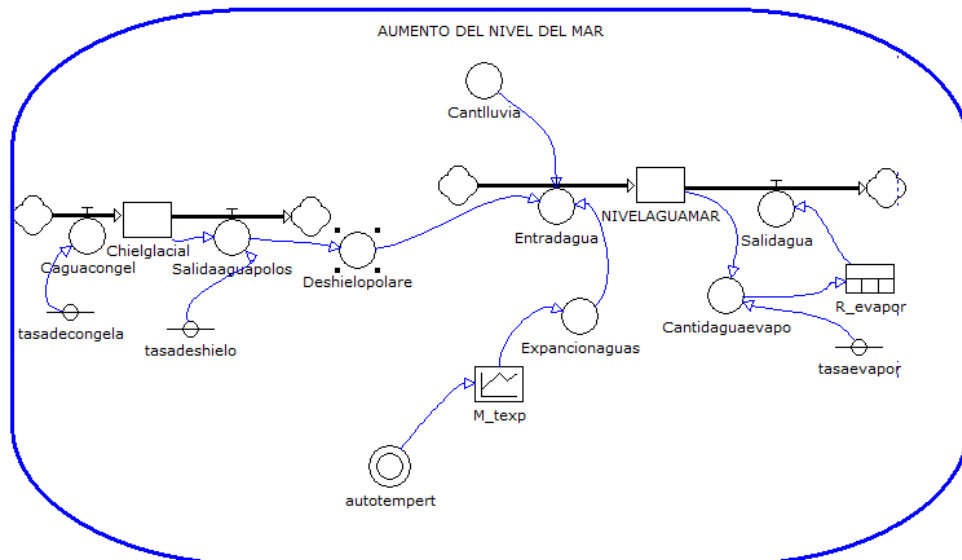
⁶³ <http://www.actionbioscience.org/esp/ambiente/chanton.html>

Figura 34 . Diagrama de influencias cuarto prototipo aumento del nivel del mar.



- **Diagrama flujo-nivel.** En la figura 36 Se expondrán los cambios realizados al modelo, y mostrarlos en este apartado, el diagrama de flujo-nivel se verá a continuación:

Figura 35 . Diagrama de flujo-nivel cuarto prototipo aumento nivel del mar.



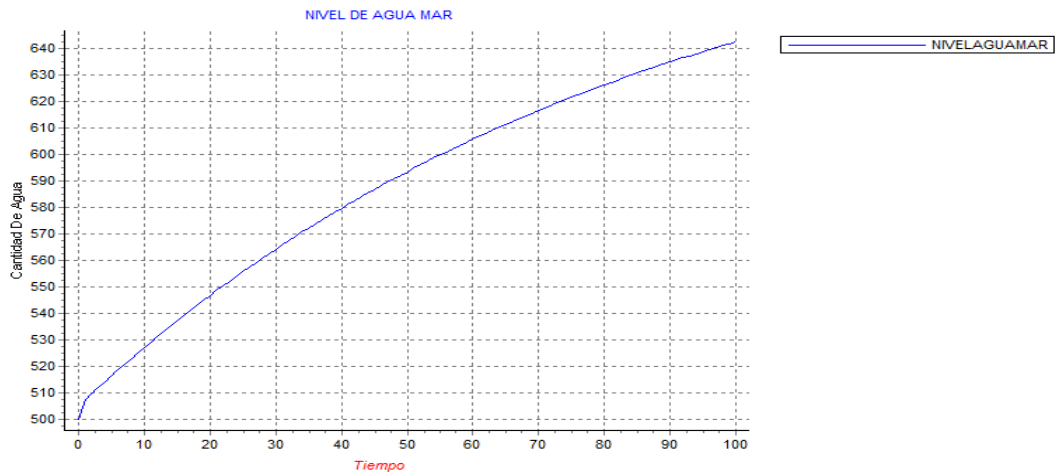
- **Definición de los elementos.** La tabla 14 contiene la definición de los elementos que constituyen el modelo, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno. En este caso se incluyeron los elementos nuevos con respecto al tercer prototipo

Tabla 14 . Elementos que constituyen el modelo del cuarto prototipo aumento nivel del mar

Nombre.	Definición	Descripción.	Tipo De Elemento
tasadecongela	0.001	Proporción de congelación de las aguas para este modelo se asume constante.	Parámetro
tasadeshielo	0.01	Porcentaje de deshielo de los casquetes polar.	Parámetro
Caguacongela	tasadecongela	Cantidad de agua que es congelada y que entra hacer parte de la cantidad de agua en los polos.	Flujo
Salidaaguapolos	Chielglacial*tasadeshielo	Cantidad de agua que sale de los polos y que es derretida debido al aumento de la temperatura.	Flujo
Cantidaguaevapo	Chielglacial*tasadeshielo	Cantidad de agua que sale de los polos y que es derretida debido al aumento de la temperatura.	Nivel
Deshielopolare	Salidaaguapolos	Llegada al océano de las aguas provenientes de fuentes tales como hielo derretido de los glaciales y las capas polares medida en unidades de longitud.	Auxiliar

- **Comportamiento del cuarto prototipo.** En la figura 35 se observa el nuevo comportamiento para el nivel de agua en los mares, como consecuencia del calentamiento del planeta.

Figura 36 . Comportamiento de la variable nivel del mar para el cuarto modelo aumento del nivel del mar

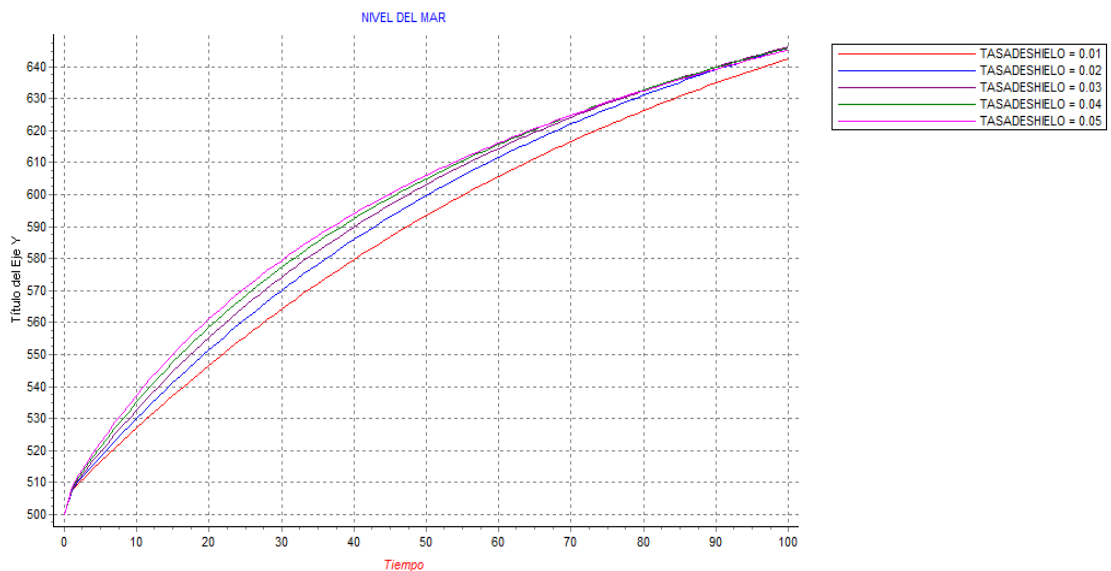


- **Validación del modelo.** Para el análisis de sensibilidad aplicado a este cuarto prototipo se utilizarán cambios solo en el parámetro tasa deshielo para conocer diferentes comportamientos. Los cambios realizados a la variable tasa deshielo representan diferentes comportamientos en el nivel de aguas del mar. Las variables analizadas bajo estos contextos son:

3. Nivel de aguas en el mar.

Los resultados esperados en la gráfica 38 han de ser muy predecibles pues en cada una de estas variables analizadas, la participación es directa.

Figura 37 . Comportamiento de la variable nivel del mar con diferentes valores del parámetro tasa de deshielo



3.3.3 Efectos en los seres humanos (salud). Un aumento en la temperatura de la superficie de la tierra traerá como consecuencia un aumento en las enfermedades en los seres humanos. Este tema se escoge para que los estudiantes entiendan que la población mundial se verá afectada de manera directa debido a estos cambios climáticos y se concienticen del daño enorme que produce en la salud de la comunidad. La tabla 15 contiene el nombre de los temas de los modelos asociados a esta temática.

Tabla 15 . Modelos asociados al temático efecto en los seres humanos (salud)

Nombre del modelo
Enfermedades causadas por altas temperaturas
Enfermedades causadas por diferentes tipos de insectos
Enfermedades causadas por los cambios en el clima

3.3.3.1 Primer prototipo Enfermedades causadas por altas temperaturas.

- **Caracterización del modelo en prosa.** El calentamiento global es un problema mundial que trae consigo una serie de consecuencias entre las que se encuentra, los efectos a la salud humana asociados al incremento de temperatura, para este modelo se asocian dos enfermedades como son: las enfermedades cardiovasculares y las enfermedades respiratorias esta dos enfermedades son causadas en parte por el aumento de temperatura y son estas personas las que en nuestro modelo alimentan la variable de nivel llamada cantidad de personas enfermas.

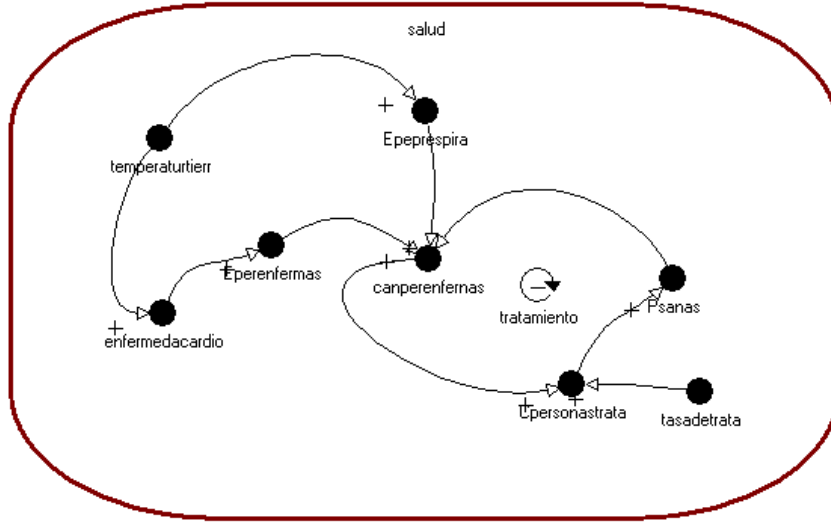
Por otra parte existe un parámetro llamado tasa de tratamiento que indica la cantidad de personas que se deben tratar en cada instante de tiempo, esta cantidad de personas depende de la cantidad de personas enfermas en ese instante dado, esta tasa es porcentual al nivel de personas enfermas⁶⁴.

Estas personas que reciben tratamiento tienen un periodo de recuperación llamado retardo de tratamiento, que indica la cantidad de tiempo que demora una persona después de recibir el tratamiento en sanarse, para este modelo lo consideramos constante. Finalmente la variable personas sanas que indica la cantidad de personas que estuvieron enfermas, se le aplico el tratamiento y posteriormente están curadas.

- **Diagrama de influencias.** La figura 39 ilustra el diagrama de influencias correspondiente al primer prototipo relacionado con el modelo efecto en los seres humanos (salud) como consecuencia del calentamiento global.

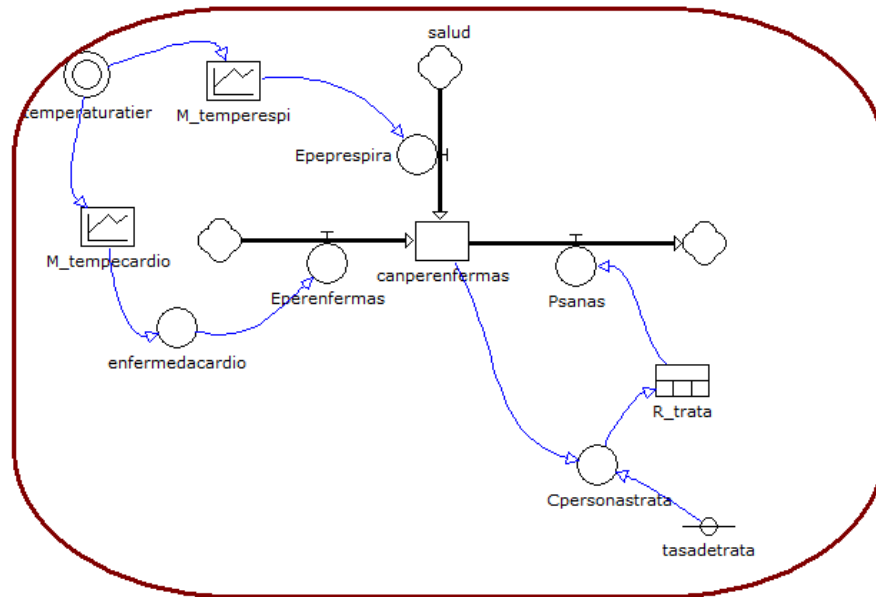
⁶⁴ <http://educandoensalud.blogspot.com/2007/04/el-calentamiento-global.html>

Figura 38 Diagrama de influencias primer prototipo efecto seres humanos (salud).



- **Diagrama flujo-nivel.** La figura 40 presenta el diagrama de flujo-nivel del primer prototipo.

Figura 39 . Diagrama de flujo-nivel primer prototipo efecto en seres humanos (salud)



- **Definición de los elementos.** La tabla 16 define los elementos que constituyen el modelo, se presenta a continuación, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno.

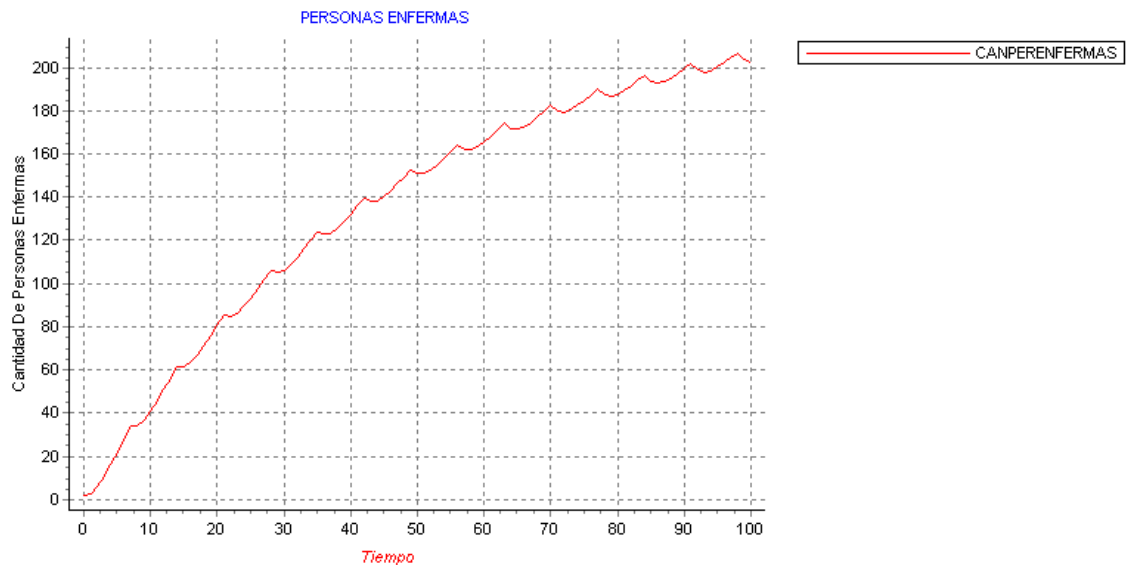
Tabla 16 . Elementos que constituyen el modelo del primer prototipo efecto seres humanos (salud)

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
canperenfermas	2	Cantidad de personas enfermas como consecuencia de calentamiento global en un determinado periodo de tiempo.	Nivel
Eperenfermas	enfermedacardio	Cantidad de personas enfermas por problemas cardiovasculares a causa del aumento de temperatura.	Flujo
Epeprespira	temperaturatier	Cantidad de personas enfermas de problemas respiratorios asociadas al incremento en la temperatura del planeta.	Flujo
temperaturatier	INTLINEAL(0,0,1,0.5,1.5,2.3,2.8,3,3.1,3.1,3.1)	Variable exógena que regula la temperatura en determinados periodos de tiempo.	Exógena
enfermedacardio	temperaturatier	Cantidad de personas enfermas de problemas cardiovasculares asociadas al incremento en la temperatura del	Auxiliar

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
		planeta.	
Psanas	R_trata	Cantidad de personas que son curadas y que dejan de estar enfermas.	Flujo
Cpersonastrata	canperenfermas*tasadetrata	Cantidad de personas a las que se aplica el tratamiento para ser curadas.	Auxiliar
R_trata	RETARDO(Cpersonastrata,2,2,0)	Retardo que indica el tiempo que demora una persona a la que se le aplica el tratamiento en ser curada.	Retardo
tasadetrata	0.02	Porcentaje de personas a tratar para ser curadas. valores entre 0 y 1	Parámetro
M_temperespi	INTSPLINE(2,0,0.5,1,3,6,9,12,20,25,30)	Multiplicador que relación el aumento de las enfermedades respiratorias como consecuencia del aumento de la temperatura.	Tabla
M_tempecardio	INTSPLINE(2,0,0.5,1,3,6,12,15,20,25,30)	Multiplicador que indica la relación que existe entre el aumento de la temperatura y el aumento de las enfermedades cardiovasculares	Tabla

- **Comportamiento del primer prototipo.** En la figura 41 se observa el comportamiento para la cantidad de personas enfermas por causa del calentamiento global.

Figura 40 Comportamiento de la variable cantidad de personas enfermas para el primer modelo efectos seres humanos (salud)



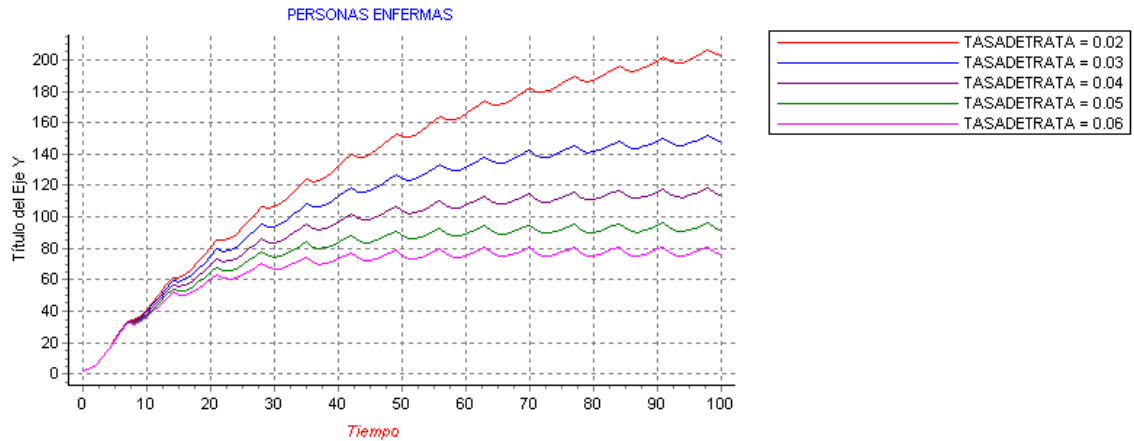
- **Validación del modelo.** Para el análisis de sensibilidad aplicado a este primer prototipo se utilizarán cambios en el parámetro de tasa de trata para conocer diferentes comportamientos. Los cambios realizados a la variable de tasa de trata representan diferentes comportamientos en la cantidad de personas enfermas.

Las variables analizadas bajo estos contextos son:

- Cantidad de personas enfermas.

Los resultados esperados en la gráfica 42 han de ser muy predecibles pues en cada una de estas variables analizadas, la participación es directa.

Figura 41 . Comportamiento de la variable nivel del mar con diferentes valores del parametro tasa de evaporizacion.



3.3.3.2 Segundo prototipo Enfermedades causadas por diferentes tipos de insectos.

- Anexos al primer prototipo.** Se incluye unos nuevos elementos como son: una variable llamada multiplicador de temperatura con respecto a la cantidad de insectos que aparecen o nacen en determinada zona, así como la variable cantidad de insectos, multiplicador de relación insectos y enfermedades transmitidas por ellos .y por último la variable llamada entrada de enfermedades como consecuencia de transmisión por parte de los insectos.
- Caracterización del modelo en prosa.** Para la caracterización del segundo prototipo del modelo se parte de explicar los cambios realizados al modelo y por qué se realizaron; lo importante es mostrar lo que se representó del fenómeno con esos cambios, y como estos afectan el comportamiento esperado del modelo.

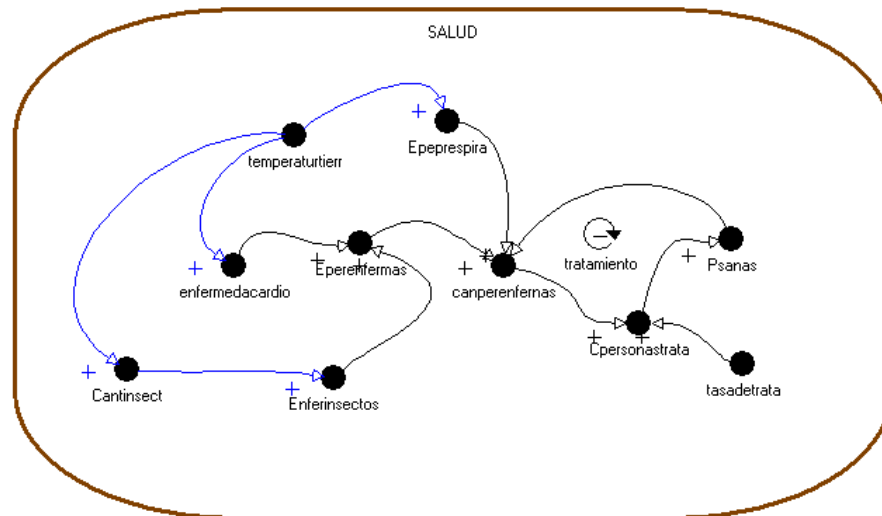
El modelo fue modificado con la inclusión de cuatro nuevos elementos que afecta el incremento de personas con problema de salud a consecuencia del calentamiento global, estas variables son, M_tempinsect, Cantinsect, M_insecteferm y Enferinsectos la primera variables es un multiplicador que muestra como incrementa la población de insectos a medida que aumenta la temperatura. Esta relación es reflejada en la siguiente variable llamada Cantinsect, que es el elemento encargado de acumular la cantidad de insectos que hay en determinado periodo de tiempo en una zona. Esta cantidad de insectos hace que incremente la cantidad de enfermedades ocasionadas por estos organismos, así la variable llamada M_insecteferm es la variable encargada de visualizar la relación que hay entre los insectos y las enfermedades en los humanos asociadas a estas especies. Esta entrada de enfermedades se guarda en una variable llamada Enferinsectos, que es la encargada de guardar la cantidad de enfermedades y efectos en los seres humanos asociadas a los insectos⁶⁵.

La idea detrás de este cambio es representar uno más de los diferentes elementos que afectan en forma directa la salud de la población en general. Y observar el nuevo comportamiento de la variable de nivel canperenfermas; además revisar como a medida que incrementa la temperatura se reproducen más fácilmente determinadas especies de insectos, que son los encargados de la trasmisión de algunas de las diferentes enfermedades.

- **Diagrama de influencias.** En la figura 43 se observa el diagrama de Influencias del segundo prototipo

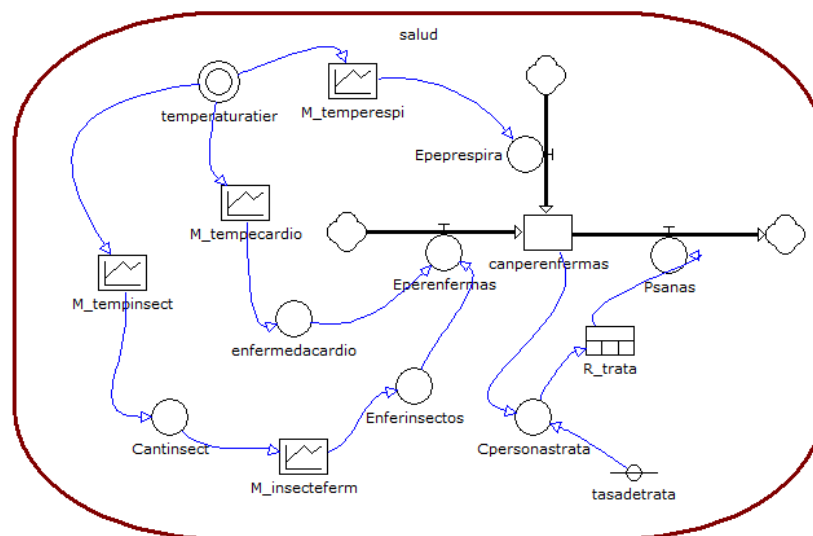
⁶⁵ <http://quiron.wordpress.com/2008/06/11/enfermedades-asociadas-al-mosquito-tigre-aedes-albopictus/>

Figura 42 . Diagrama de influencias segundo prototipo efecto seres humanos (salud)



- **Diagrama flujo-nivel.** En la figura 44 Se expondrán los cambios realizados al modelo, y mostrarlos en este apartado, el diagrama de flujo-nivel se verá a continuación:

Figura 43 . Diagrama de flujo-nivel segundo prototipo efecto en seres humanos (salud).



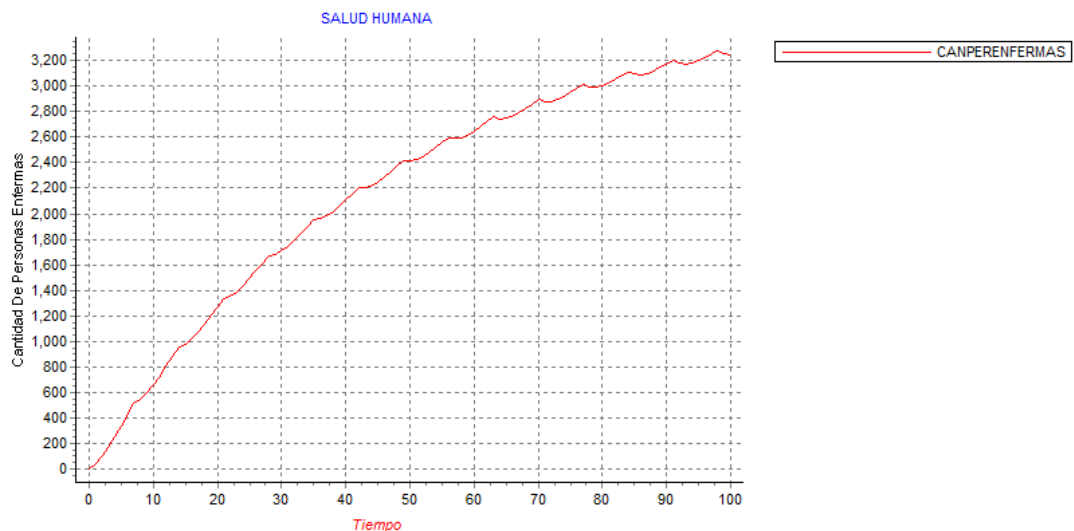
- **Definición de los elementos.** La tabla 17 contiene la definición de los elementos que constituyen el modelo, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno. En este caso se incluyeron los elementos nuevos con respecto al primer prototipo.

Tabla 17 Diagrama de flujo-nivel segundo prototipo efecto en seres humanos (salud).

Nombre.	Definición	Descripción.	Tipo De Elemento
M_tempinsect	INTSPLINE(2,0,0.5,3,4,30,50,90,150,300,500)	Multiplicador que muestra como incrementa la población de insectos a medida que aumenta la temperatura.	Tabla
Cantinsect	M_tempinsect	Cantidad de insectos que hay en determinado periodo de tiempo.	Auxiliar
M_insecteferm	INTSPLINE(2,0,0.5,1,4,8,12,20,25,30,37)	Multiplicador que muestra la relación que hay entre los insectos y las enfermedades en los humanos asociadas a estas especies.	Tabla
Enferinsectos	M_insecteferm	Cantidad de enfermedades y efectos en los seres humanos asociadas a los insectos.	Auxiliar

- **Comportamiento del segundo prototipo.** En la figura 45 se observa el nuevo comportamiento para el nivel que guarda la cantidad de personas enfermas en el planeta.

Figura 44 . Comportamiento de la variable cantidad de personas enfermas para el segundo modelo efectos seres humanos (salud)



3.3.3.3 Tercer prototipo Enfermedades causadas por los cambios en el clima

- **Anexos al segundo prototipo.** Se incluye unos nuevos elementos como son: una variable llamada cantidad de insectos en un momento dado, así como la entrada de insectos y salida de insectos así como la tasa de nacimientos y la tasa de muerte de estos organismos.
- **Caracterización del modelo en prosa.** Para la caracterización del tercer prototipo del modelo se parte de explicar los cambios realizados en el modelo y por qué se realizaron.

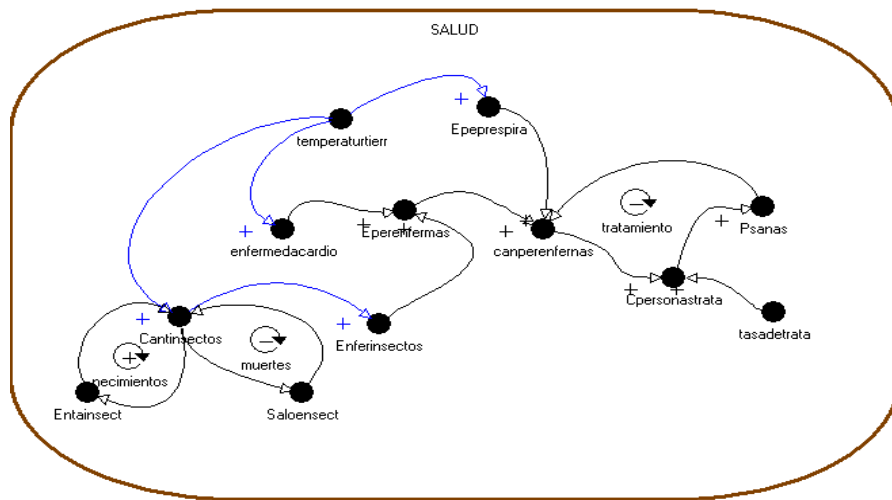
El modelo fue modificado con la inclusión de cinco nuevos elementos que afectan el incremento de personas con problemas de salud a consecuencia del calentamiento global, estas variables son, tasa nacimientos , tasa muertes , Entainsect , Saloensect y Cantinsectos las dos primeras variables hacen referencia a las tasa de nacimientos y tasa de muerte de los insectos ya que no se considera esta variable como un solo elemento sino como un diagrama de

población, de esta forma las siguientes dos variable indican la cantidad de nacimientos o organismo que nacen y mueren en un determinado periodo de tiempo. De esta forma la variable llamada Cantinsectos es la encargada de acumular la cantidad de insectos en un periodo determinado de tiempo⁶⁶.

La idea detrás de este cambio es representar uno más de los diferentes elementos que afectan en forma directa la salud de la población en general. Y observar el nuevo comportamiento de la variable de nivel canperenfermas; además revisar como a medida que incrementa la temperatura se reproducen más fácilmente determinadas especies de insectos que son los encargados de la trasmisión de algunas de las enfermedades asociadas al calentamiento global.

- **Diagrama de influencias.** En la figura 46 se observa el diagrama de Influencias del tercer prototipo.

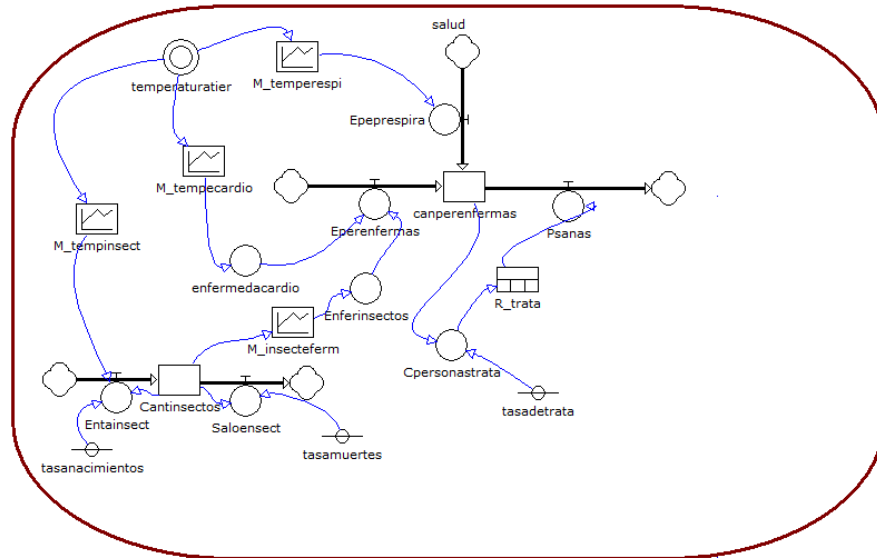
Figura 45 .Diagrama de influencias tercer prototipo efecto seres humanos (salud)



⁶⁶ <http://www.scidev.net/es/features/cambio-clim-tico-y-enfermedades-transmitidas-por-i.html>

- **Diagrama flujo-nivel.** En la figura 47 Se expondrán los cambios realizados al modelo, y mostrarlos en este apartado, el diagrama de flujo-nivel se verá a continuación:

Figura 46 . Diagrama de flujo-nivel tercer prototipo efecto en seres humanos (salud).



- **Definición de los elementos.** La tabla 18 contiene la definición de los elementos que constituyen el modelo, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno. En este caso se incluyeron los elementos nuevos con respecto al segundo prototipo.

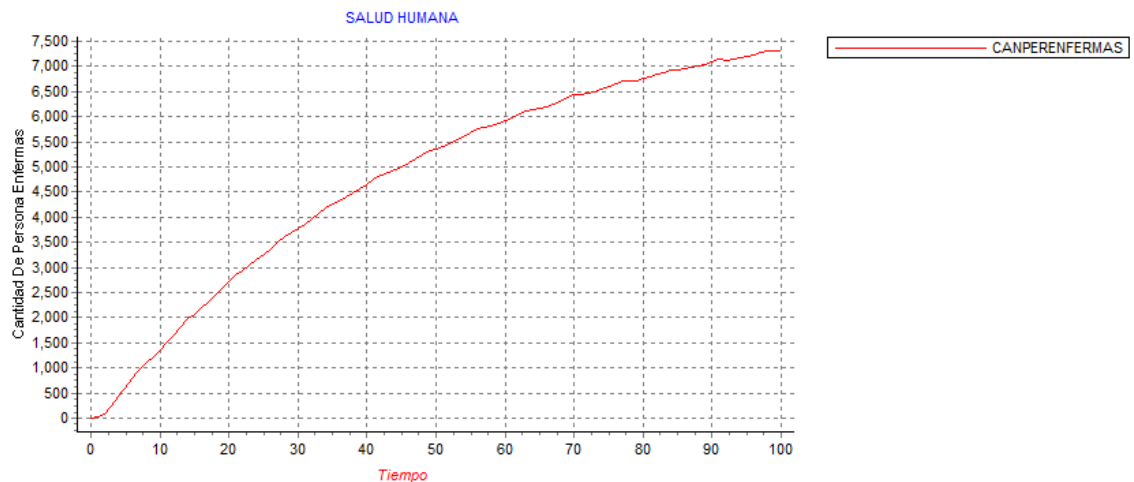
Tabla 18 . Diagrama de flujo-nivel tercer prototipo efecto en seres humanos (salud)

Nombre.	Definición	Descripción.	Tipo De Elemento
tasacimientos	0.02	Porcentaje o proporción de nacimiento de de las diferentes especies de insectos.	Parámetro
tasamuertes	0.01	Porcentaje o proporción de	Parámetro

Nombre.	Definición	Descripción.	Tipo De Elemento
		muerte de de las diferentes especies de insectos.	
Entainsect	$M_tempinsect+(tasana\ cimientos*Cant\ insectos)$	Cantidad de insectos que nacen de las diferentes especies.	Flujo
Saloinsect	$tasamuertes*Cant\ insectos$	Cantidad de muertes de las diferentes especies de insectos.	Flujo
Cant insectos	12	Cantidad de insectos que hay en un determinado periodo de tiempo.	Nivel

- **Comportamiento del tercer prototipo.** En la figura 48 se observa el nuevo comportamiento para el nivel que guarda la cantidad de personas enfermas en el planeta.

Figura 47 . Comportamiento de la variable cantidad de personas enfermas para el tercer modelo efectos seres humanos (salud)



3.3.4 Calidad de las aguas. A pesar de que incrementará la magnitud y frecuencia de eventos de lluvia, el nivel de agua en los lagos y ríos disminuirá debido a la evaporación adicional causada por el aumento en la temperatura. Y la calidad del agua potable disminuirá debido a factores como la vulnerabilidad a los diferentes desechos y contaminantes. Por estas razones se hace pertinente citar esta temática para que se comprenda este problema y se cuide este recurso natural. La tabla 19 presenta los modelos asociados al temático calidad de la aguas.

Tabla 19 . Modelos asociados a la temática calidad de aguas

Nombre del modelo
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

3.3.4.1 Primer prototipo Disminución de aguas por altas demandas de agua potable por parte de la población, dado el incremento de temperatura

- **Caracterización del modelo en prosa.** Para la realización de este modelo se tuvo en cuenta la intervención de algunas de las variables que influyen en el fenómeno ambiental, como es el decremento de agua en las cuencas hídricas dado el gasto excesivo por parte de la población para diferentes actividades, ya que el aumento de la temperatura por causa del calentamiento global a contribuido a que el hombre utilice indiscriminadamente este recurso natural.

El modelo presenta una variable central llamada cantidad de agua de ríos que es la variable que guarda la cantidad de agua potable existente o presente en ríos, quebradas y lagos en un determinado periodo de tiempo⁶⁷.

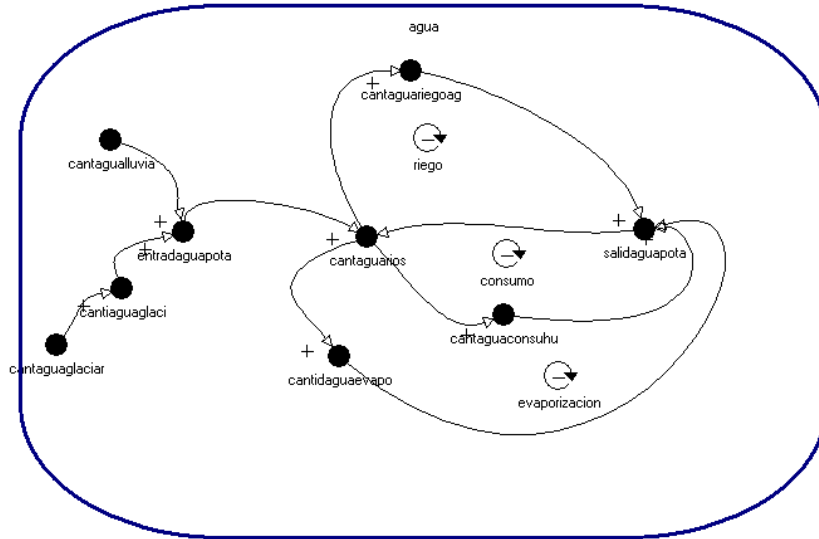
Esta variable es afectada por dos variables de flujos que son entrada de agua potable y salida de agua potable.

El primer flujo entrada de agua potable hace referencia a la cantidad de agua que ingresa a las fuetes hídricas antes mencionadas, en este modelo el agua es proveniente de los deshielos de los glaciares y que desemboca en los ríos, además esta variable de entrada de agua potable es alimentada por la variable lluvia que para este modelo es una cantidad de entrada constante.

- **Diagrama de influencias.** La figura 49 ilustra el diagrama de influencias correspondiente al primer prototipo relacionado con el modelo Disminución de aguas por altas demandas de agua potable por parte de la población dado el incremento de temperatura

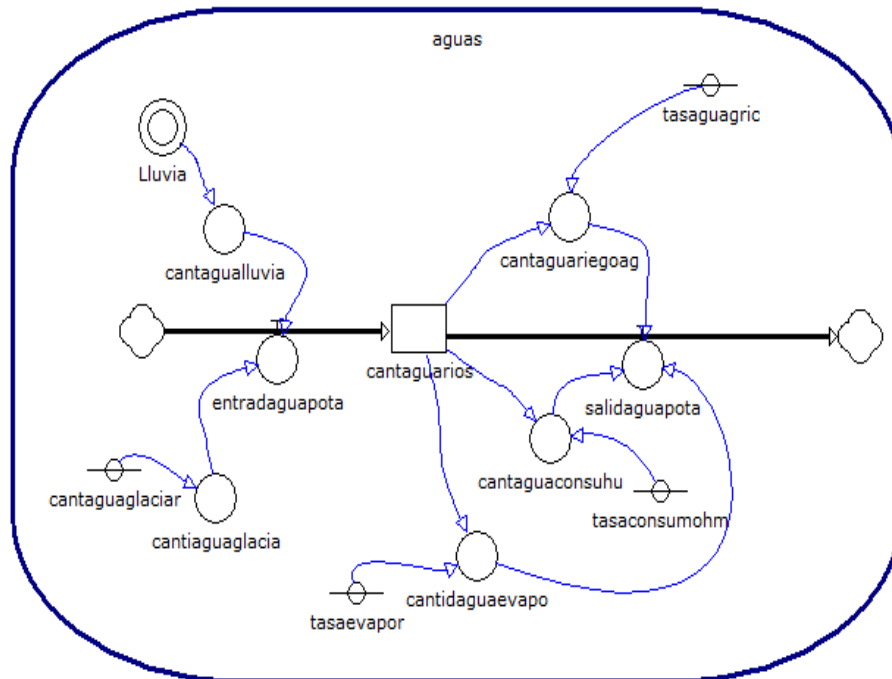
⁶⁷ <http://www.nrdc.org/laondaverde/globalWarming/fcons.asp>

Figura 48 . Diagrama de influencias primer caliad de agua potable



- **Diagrama flujo-nivel.** La figura 50 presenta el diagrama de flujo-nivel del primer prototipo.

Figura 49 . Diagrama de flujo-nivel primer prototipo calidad de agua potable



- **Definición de los elementos.** La tabla 20 define los elementos que constituyen el modelo, se presenta a continuación, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno.

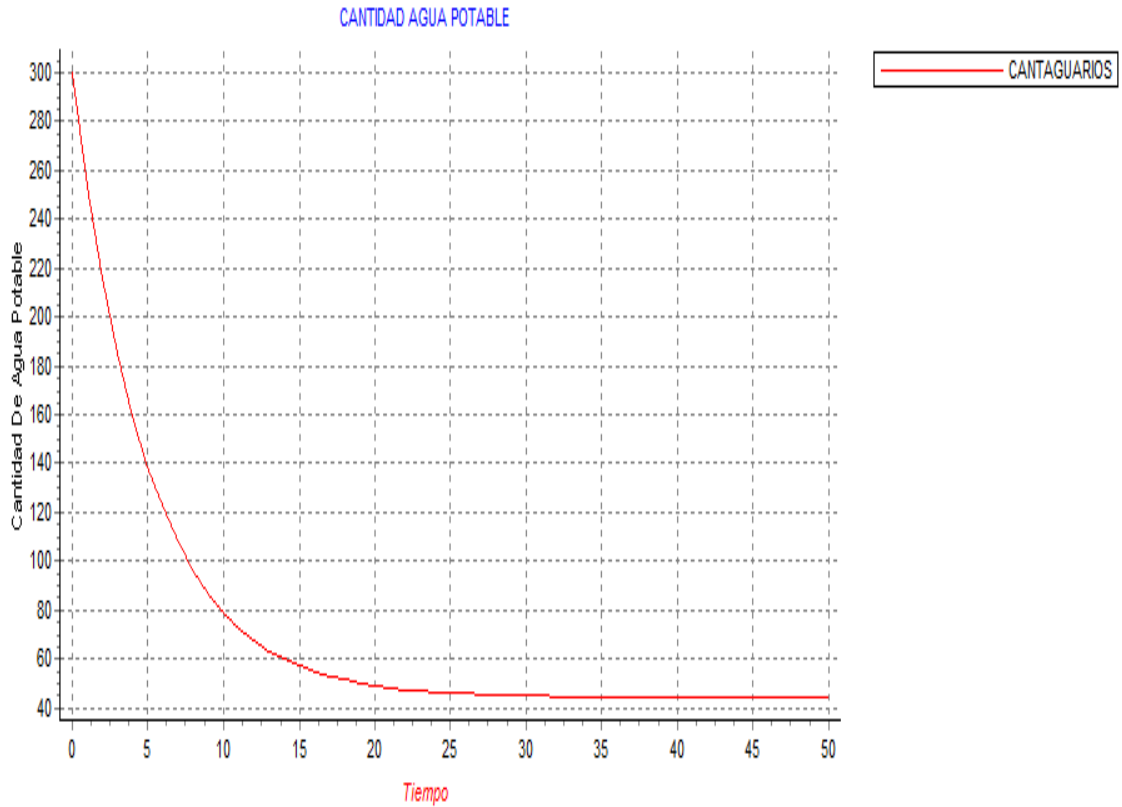
Tabla 20 . Elementos que constituyen el modelo del primer prototipo calidad de agua potable

n	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
cantaguaglaciar	5	Cantidad de agua que se derrite de los glaciales y que alimenta los ríos y quebradas de agua dulce	Parámetro
cantiaguaglacia	cantaguaglaciar	Cantidad de agua derretida de los glaciares.	Auxiliar
entradaguapota	cantagualluvia+cantiaguaglacia	Cantidad de agua que entra a los ríos y cuencas provenientes de la lluvia y deshielo de los polos.	Flujo
Lluvia	INTLINEAL(2,0,1,3,3,3,3,3)	Cantidad de agua lluvia que desemboca en los ríos y cencas de agua dulce. Se considera constante.	Exógena
cantagualluvia	Lluvia	Cantidad de agua proveniente de la lluvia; y que ingresa a los ríos quebradas y lagos.	Auxiliar
cantaguarios	300	Cantidad de agua dulce acumulada en los ríos, quebradas y lagos.	Nivel
tasaevapor	0.001	Tasa de evaporización de el agua de los ríos y quebradas como consecuencia del	Parámetro

n	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
		calentamiento global.	
cantidaguaevapo	$\text{cantaguarios} * \text{tasaevapor}$	Porcentaje de agua potable que es empleada en el consumo humano.	Parámetro
tasaconsumohm	0.08	Porcentaje de personas a tratar para ser curadas. valores entre 0 y 1	Parámetro
cantaguaconsuhu	$\text{cantaguarios} * \text{tasaconsumohm}$	Cantidad de agua que es extraída de los ríos y cuencas para el consumo humano.	Auxiliar
salidaguapota	$\text{cantaguaconsuhu} + \text{cantaguariegoag} + \text{cantidaguaevapo}$	Cantidad de agua potable que sale de las cuencas hídricas de agua dulce.	Flujo
tasaguagric	0.1	Porcentaje de agua dulce empleada en la agricultura (riego).	Parámetro
cantaguariegoag	$\text{cantaguarios} * \text{tasaguagric}$	Cantidad de agua potable que es empleada en el uso de riego de productos agrícolas.	Auxiliar

- **Comportamiento del primer prototipo.** En la figura 51 se observa el comportamiento para la cantidad de agua presente en las cuencas hídricas de agua.

Figura 50 . Comportamiento de la variable cantidad de agua en los ríos para el primer modelo calidad de aguas.



- **Validación del modelo.** Para el análisis de sensibilidad aplicado a este primer prototipo se utilizarán cambios en los parámetros de tasaguagric, cantaguaconsuhu y cantidaguaevapopara conocer diferentes comportamientos. Los cambios realizados a las variablestasaguagric, cantaguaconsuhu y cantidaguaevapoprepresentan diferentes comportamientos en la cantidad de agua en los ríos.

Las variables analizadas bajo estos contextos son:

- Cantidad de agua en los ríos.

Los resultados esperados en la gráfica 52, 53. 54 han de ser muy predecibles pues en cada una de estas variables analizadas, la participación es directa.

Figura 51 . Comportamiento de la variable nivel agua rios con diferentes valores del parametro tasa de evaporizacion

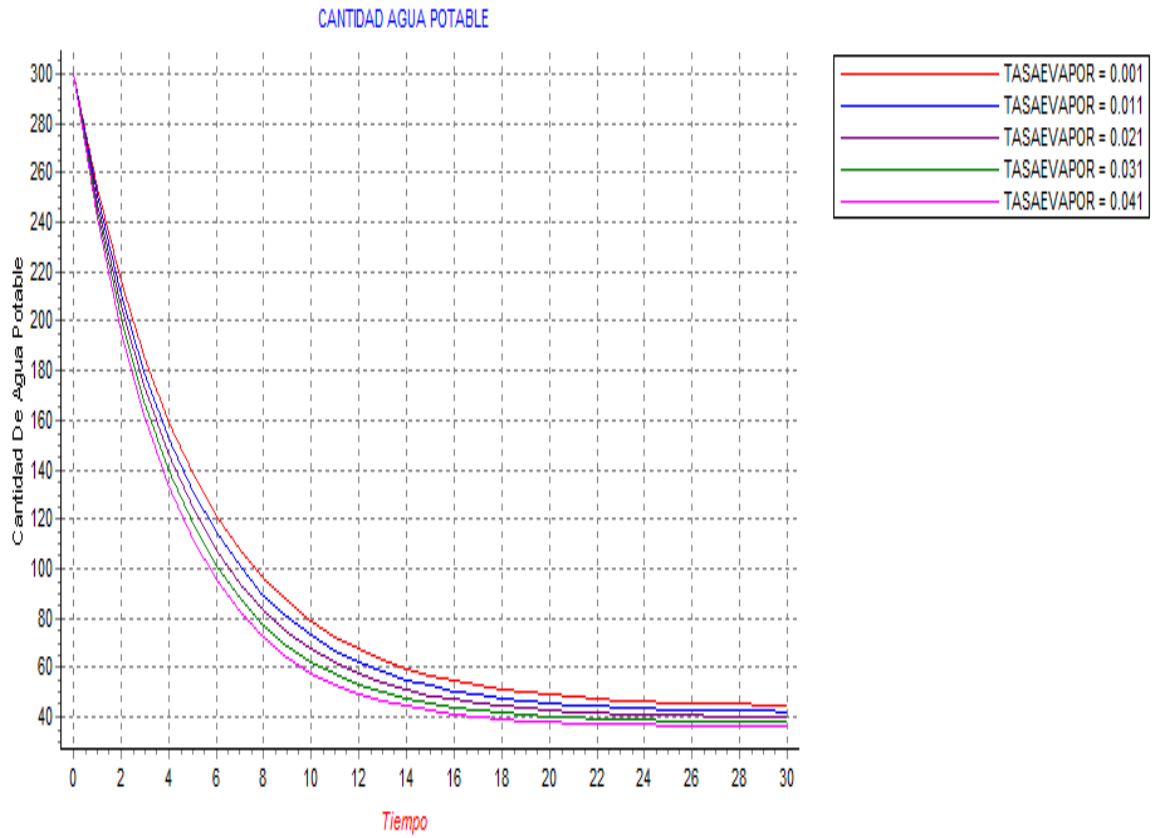


Figura 52 . Comportamiento de la variable nivel agua rios con diferentes valores del parametro tasa de consumo humano

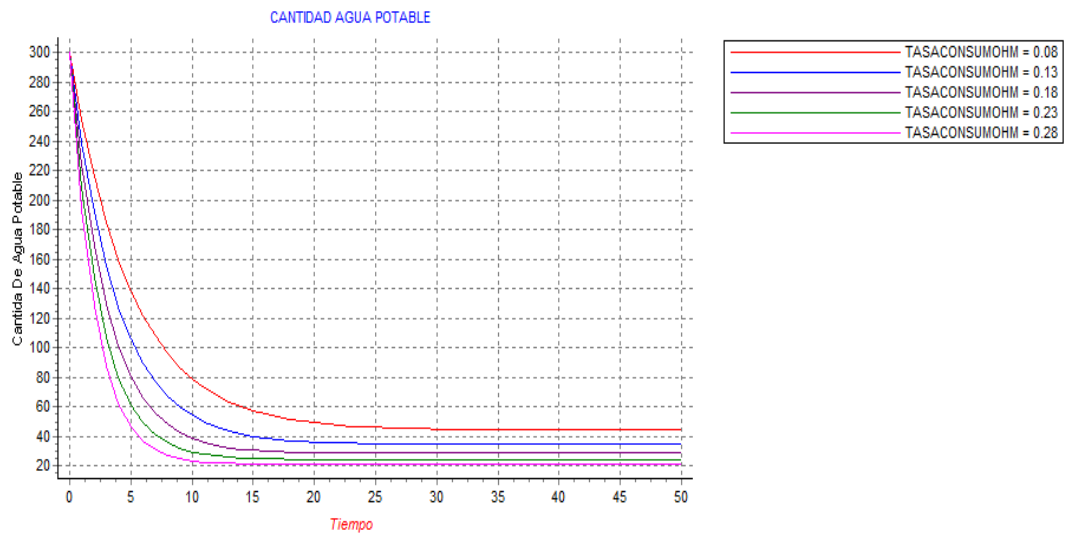
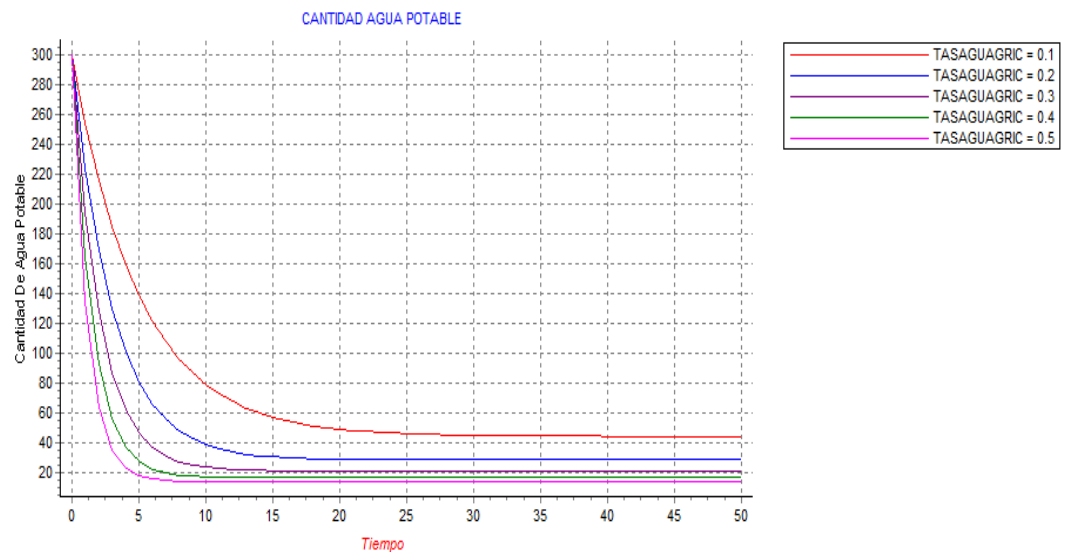


Figura 53. Comportamiento del variable nivel agua ríos con diferentes valores del parámetro tasa de consumo agrícola



3.3.4.2 Segundo prototipo Sequias de ríos y quebradas por altas temperaturas

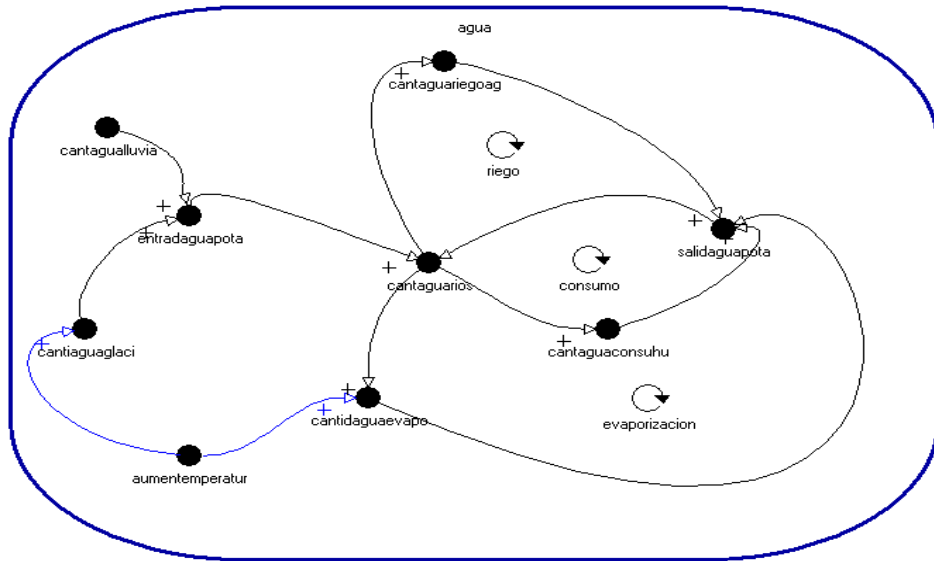
Anexos al primer prototipo. Se incluye unos nuevos elementos como son: una variable llamada multiplicador que relaciona a la temperatura con la cantidad de agua que entra a los ríos por parte de los glaciares, una variable que se llama multiplicador de relación de temperatura y cantidad de agua de los ríos que es evaporada, así como una variable de retardo que indica el tiempo que dura en evaporarse el agua en determinado momento.

- **Caracterización del modelo en prosa.** Para la realización de este modelo se tuvo en cuenta la intervención de algunas de las nuevas variables que interviene en el fenómeno ambiental como son: un multiplicador que muestra la relación existente entre la temperatura y la cantidad de deshielo de los polos, además es necesario presentar otra variable llamada M_temevapor que es un multiplicador que muestra la relación que existe entre el aumento de la temperatura y la cantidad de agua que es evaporada por el aumento de la temperatura, esta relación es directa dado que sabemos que al aumentar la temperatura debido a los cambios climatológicos ocasionados por el calentamiento global hace que el agua presente en estas fuentes de agua se caliente y la evaporización de ella sea cada vez mayor, adicional a estas dos variables antes mencionadas existe una variable llamada R_evapor que es la encargada de definir el tiempo que tarda el agua en ser evaporada. Que para este prototipo es de dos periodos de tiempo esta agua es la que posteriormente hará parte del agua que sale de los ríos⁶⁸.

- **Diagrama de influencias.** La figura 55 ilustra el diagrama de influencias correspondiente al segundo prototipo relacionado con el modelo Sequias de ríos y quebradas por altas temperaturas

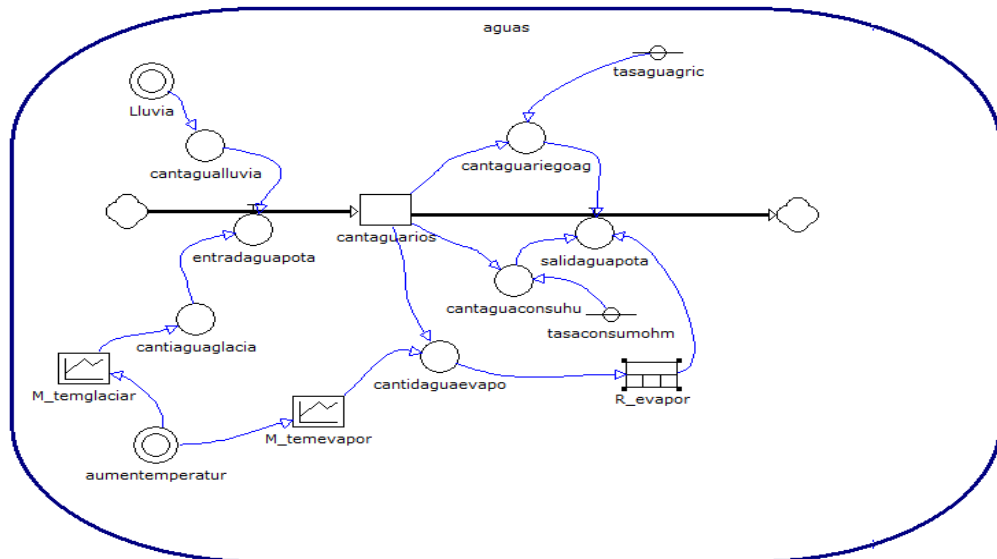
⁶⁸ http://www.portalplanetasedna.com.ar/efecto_invernadero1.htm

Figura 54. Diagrama de influencias segundo prototipo calidad de agua potable



- **Diagrama flujo-nivel.** La figura 56 presenta el diagrama de flujo-nivel del segundo prototipo.

Figura 55. Diagrama de flujo-nivel segundo prototipo calidad de agua potable



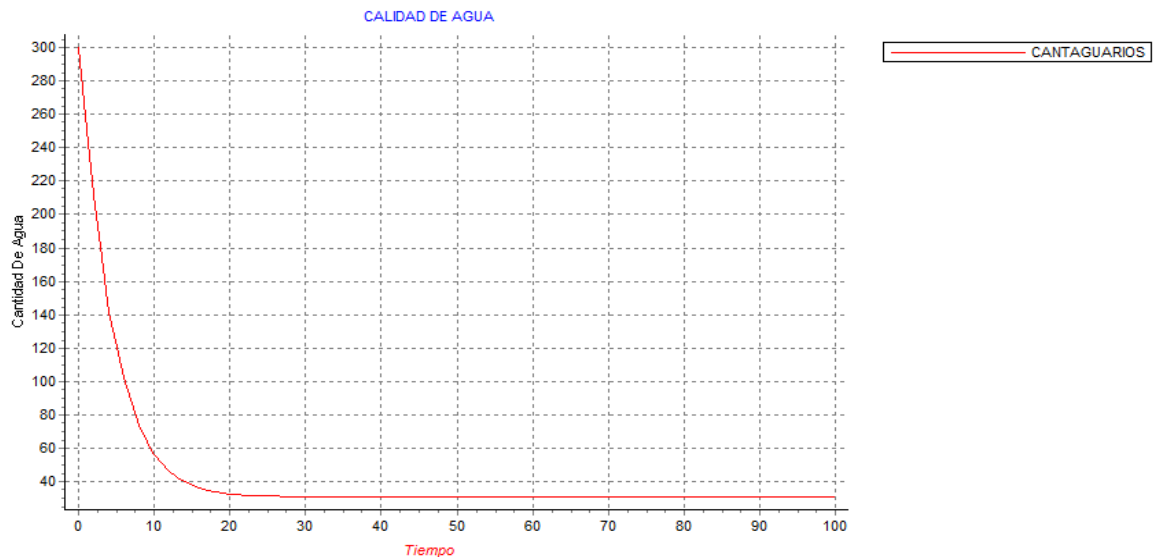
- **Definición de los elementos.** La tabla 21 define los elementos que constituyen el modelo, se presenta a continuación, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno.

Tabla 21. Elementos que constituyen el modelo del segundo prototipo calidad de agua potable

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
M_temglaciar	INTSPLINE(2,0,0.5,1,2,3,3.3, 3.5)	Multiplicador que muestra la relación existente entre la temperatura y la cantidad de deshielo de los polos.	Tabla
M_temevapor	INTLINEAL(0,0,0.5,0.01,0.02, 0.03,0.04)	Multiplicador que muestra la relación que existe entre el aumento de la temperatura y la cantidad de agua que es evaporada por el aumento de la temperatura.	Tabla
R_evapor	RETARDO(cantidaguaevapo, 2, 2, 0l)	Variable que define el tiempo que tarda el agua en ser evaporada.	Tabla

- **Comportamiento del segundo prototipo.** En la figura 57 se observa el comportamiento para la cantidad de agua presente en las cuencas hídricas de agua.

Figura 56. Comportamiento de la variable cantidad de agua en los ríos para el segundo modelo calidad de aguas.



3.3.4.3 Tercer prototipo Papel fundamental que juega el aumento de la población en la disminución del agua de los ríos

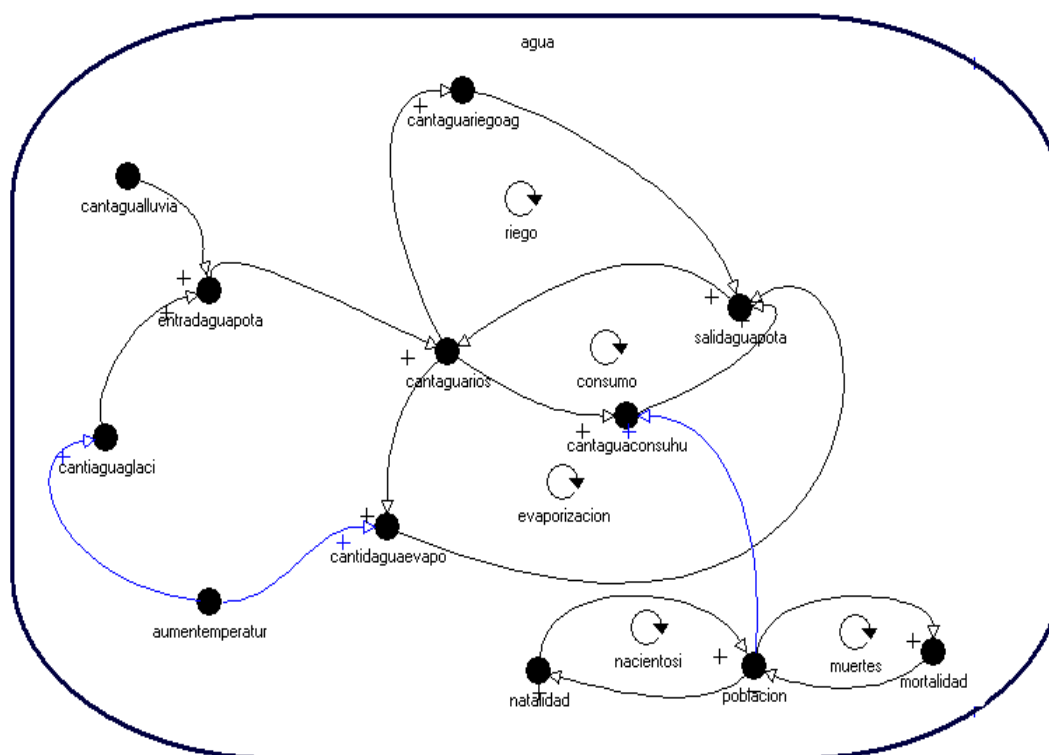
- **Anexos al segundo prototipo.** Se incluye unos nuevos elementos como son: una variable llamada población que es afectada por la intervención de los flujos llamados natalidad y mortalidad, que son los que generan el comportamiento de la variable población y una variable que relaciona la cantidad de población con la cantidad de agua que dicha población consume debido al aumento de la temperatura.
- **Caracterización del modelo en prosa.** Para la realización de este modelo se tuvo en cuenta la intervención de algunas de las nuevas variables que interviene en el fenómeno ambiental como son: un modelo poblacional básico que indica la cantidad de personas que hay en el planeta en un periodo de tiempo dado y poder observar como este aumento de población hace que se incremente la cantidad de agua que es consumida por parte de población, cabe notar que el aumento de la temperatura como consecuencia del calentamiento global juega un

papel importante en el habito de aumentar el consumo de este preciado liquido en diferentes actividades de la vida diaria y que sin saber estamos acabando poco a poco.

La idea detrás de este modelo es educar a los estudiantes el buen cuidado de este recurso hídrico y fomentar en ellos el buen cuidado de los demás recursos naturales para el buen cuidado del medio ambiente⁶⁹.

- **Diagrama de influencias.** La figura 58 ilustra el diagrama de influencias correspondiente al tercer prototipo relacionado con el modelo Sequias de ríos y quebradas por altas temperaturas

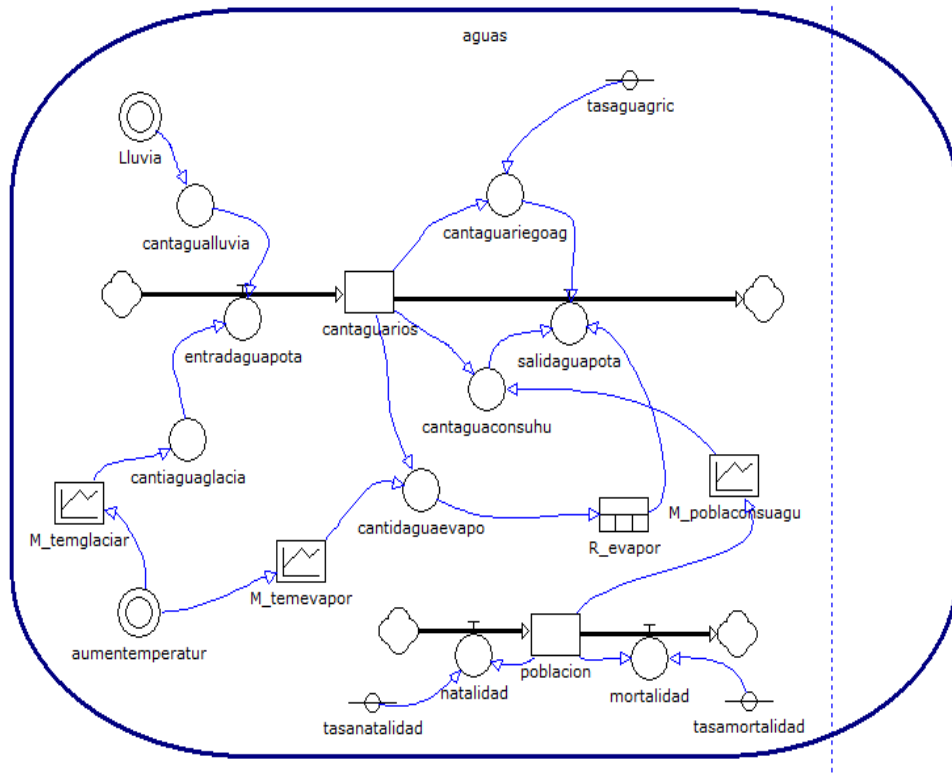
Figura 57. Diagrama de influencias tercer prototipo calidad de agua potable



⁶⁹ <http://www.tecnociencia.es/especiales/sequia/impactos.htm>

- **Diagrama flujo-nivel.** La figura 59 presenta el diagrama de flujo-nivel del tercer prototipo.

Figura 58. Diagrama de flujo-nivel tercer prototipo calidad de agua potable



- **Definición de los elementos.** La tabla 22 define los elementos que constituyen el modelo, se presenta a continuación, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno.

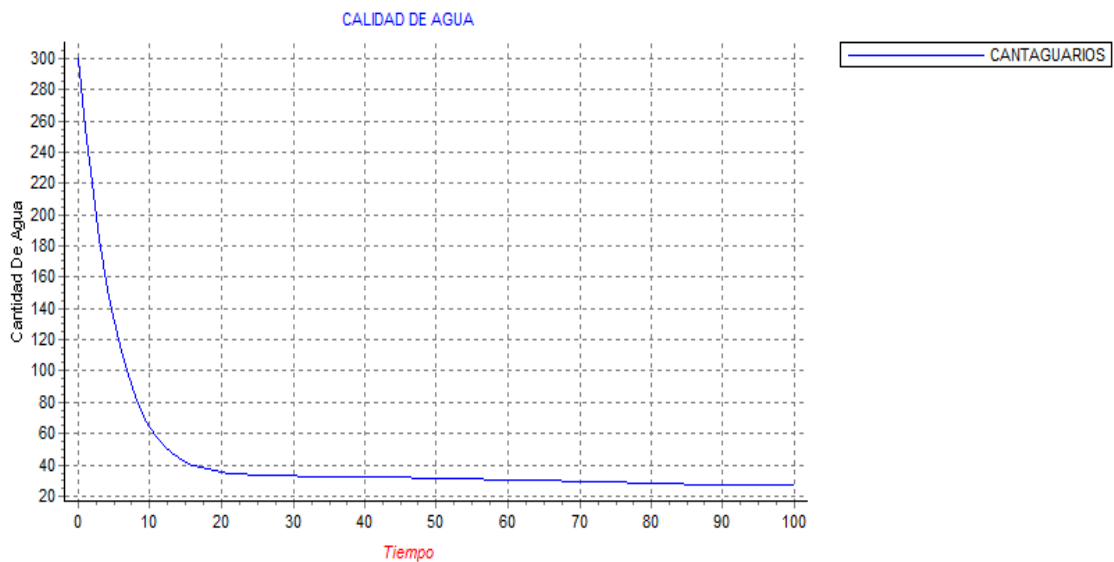
Tabla 22. Elementos que constituyen el modelo del tercer prototipo calidad de agua potable

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
Tasa natalidad	0.1	Tasa de natalidad que	Parámetro

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
		indica el porcentaje de personas que van a nacer en un determinado periodo de tiempo.	
Tasa mortalidad	0.08	Tasa de mortalidad que indica el porcentaje de personas que mueren en un determinado periodo de tiempo.	Parámetro
natalidad	población*tasa natalidad	Cantidad de personas que nacen.	Flujo
mortalidad	población*tasa mortalidad	Cantidad de personas que mueren.	Flujo
población	6700	Cantidad de personas en el planeta en un determinado periodo de tiempo.	Nivel
M_poblaconsuagu	INTSPLINE(2,0,6000,0,0.06,0.07,0.08,0.09,0.1,0.11)	Multiplicador que indica la relación que existe entre el aumento de la población y el exceso uso del agua potable.	Tabla

- **Comportamiento del primer prototipo.** En la figura 60 se observa el comportamiento para la cantidad de agua presente en las cuencas hídricas de agua.

Figura 59 . Comportamiento de la variable cantidad de agua en los ríos para el tercer modelo calidad de aguas.



3.3.5 Deforestación. Uno de los fenómenos causantes del cambio climático es la deforestación sin un debido control; por ello se hace necesario el estudio de los problemas que surgen como consecuencia de la intervención del hombre a través de la práctica de esta actividad en los diferentes ecosistemas deteriorando así el buen funcionamiento del planeta. La tabla 23 presenta los modelos asociados a la temática deforestación.

Tabla 23. Modelos asociados a la temática deforestación

Nombre del modelo
Arborización
Bosque tropical
Cambios bruscos en las diferentes regiones (aumento de desiertos)
Incremento de la población y su intervención en la deforestación.

3.3.5.1 Primer prototipo Arborización

- **Caracterización del modelo en prosa.** Para la caracterización del modelo se seleccionaron varios elementos básicos relacionados con la deforestación como son la siembra y la tala de los árboles, ya que esta actividad es la parte central en la que se basa la deforestación fenómeno que abarca diferentes aspectos entre ellos como el hombre destruye los bosques para diferentes beneficios.

Para este modelo se utilizaron algunas variables básicas que la gente en general puede percibir con facilidad y así entender rápidamente el modelo.

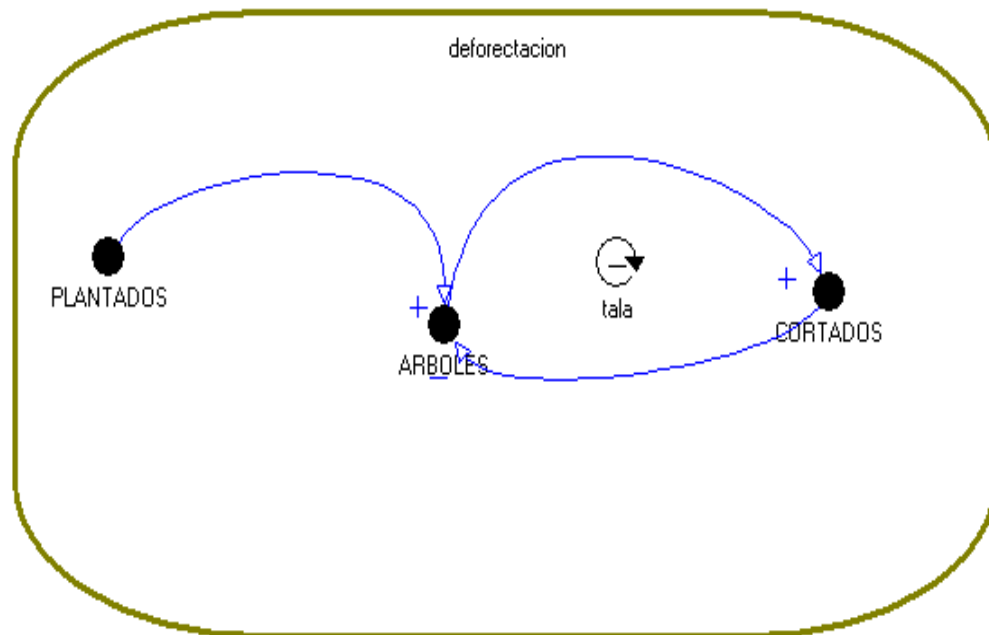
En este modelo se tiene como eje central la cantidad de árboles en un determinado periodo de tiempo y en un área determinada. Para este primer prototipo se incluyen dos variables fundamentales como son arboles sembrados en un tiempo específico que para nuestro modelo lo consideramos constante y la otra variable básica es la variable árboles cortados, que hace referencia a la cantidad de árboles que se talan del bosque en determinado tiempo, para este modelo la cantidad de árboles que cada periodo de tiempo son cortados varía de una forma exponencial.

Estas dos variables afectan de forma directa a la variable de nivel que acumula la cantidad de árboles ya que al aumentar los árboles plantados la cantidad de árboles aumenta, así como si se incrementa los árboles talados la cantidad de árboles se disminuye considerablemente, estas relaciones generan los ciclos de realimentación que llamaremos plantación y tala de árboles respectivamente. Este modelo básico guarda en gran medida una relación que muestra como, estas dos

actividades influyen en el comportamiento de un área de terminada que podría ser un bosque o un parque⁷⁰.

- **Diagrama de influencias.** La figura 61 ilustra el diagrama de influencias correspondiente al primer prototipo relacionado con el modelo arborización.

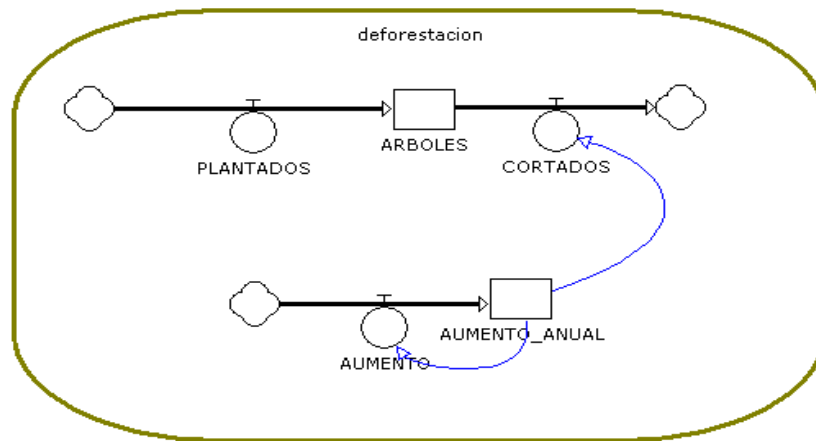
Figura 60.Diagrama de influencias primer prototipo deforestación



- **Diagrama flujo-nivel.** La figura 62 presenta el diagrama de flujo-nivel del primer prototipo.

⁷⁰Modelo propiedad del grupo simón de investigaciones (universidad industrial de Santander)

Figura 61. Diagrama de flujo-nivel primer prototipo deforestación



- **Definición de los elementos.** La tabla 24 define los elementos que constituyen el modelo, se presenta a continuación, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno.

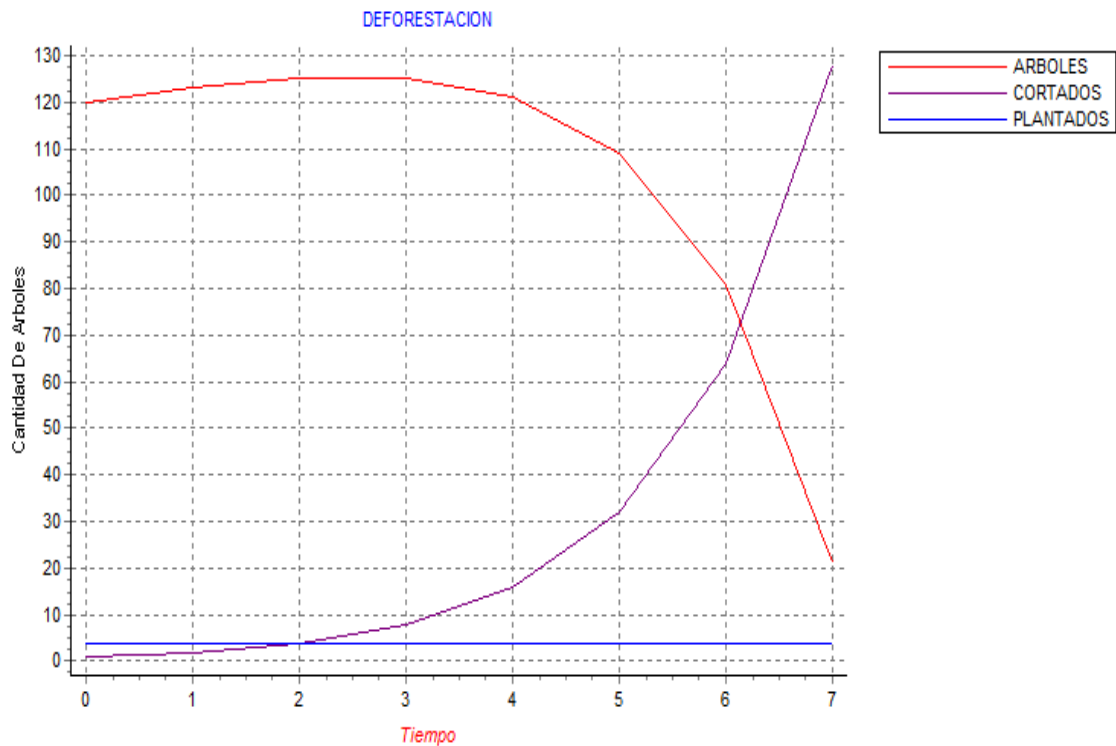
Tabla 24. Elementos que constituyen el modelo del primer prototipo deforestación

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
PLANTADOS	4	Cantidad de árboles plantados por unidad de tiempo. Para este modelo se asume constante.	Flujo
ARBOLES	120	Cantidad de arboles que se encuentran en una determinada área en un momento de tiempo determinado.	Nivel
CORTADOS	AUMENTO_ANUAL	Cantidad de árboles talados o que se deben talar por unidad de tiempo.Cantidad de árboles talados o que se	Flujo

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
		deben talar por unidad de tiempo.	
AUMENTO_ANUAL	1	Indica los arboles a cortar en un momento determinado.	Nivel
AUMENTO	AUMENTO_ANUAL	Variable de flujo que indica la cantidad de árboles a cortar en un determinado periodo de tiempo.	Flujo

- **Comportamiento del primer prototipo.** En la figura 63 se observa el comportamiento para la cantidad de árboles presentes en un bosque.

Figura 62. Comportamiento de la variable cantidad de árboles en un bosque para el primer modelo deforestación.



3.3.5.2 Segundo prototipo Bosque tropical

- **Caracterización del modelo en prosa..** Explotado por muchos actores debido a sus recursos naturales aparentemente abundantes, la selva tropical está desapareciendo con una velocidad alarmante.

La multitud de especies que viven en ella muchas aún no descubiertas por el hombre están crecientemente bajo presión.

Animales y plantas están amenazados de extinción o de una existencia precaria en parques zoológicos u otros ambientes artificiales.

El siguiente modelo se basa en observar el comportamiento de un bosque y analizar los posibles estados de los arboles antes de ser talados estos estados son:

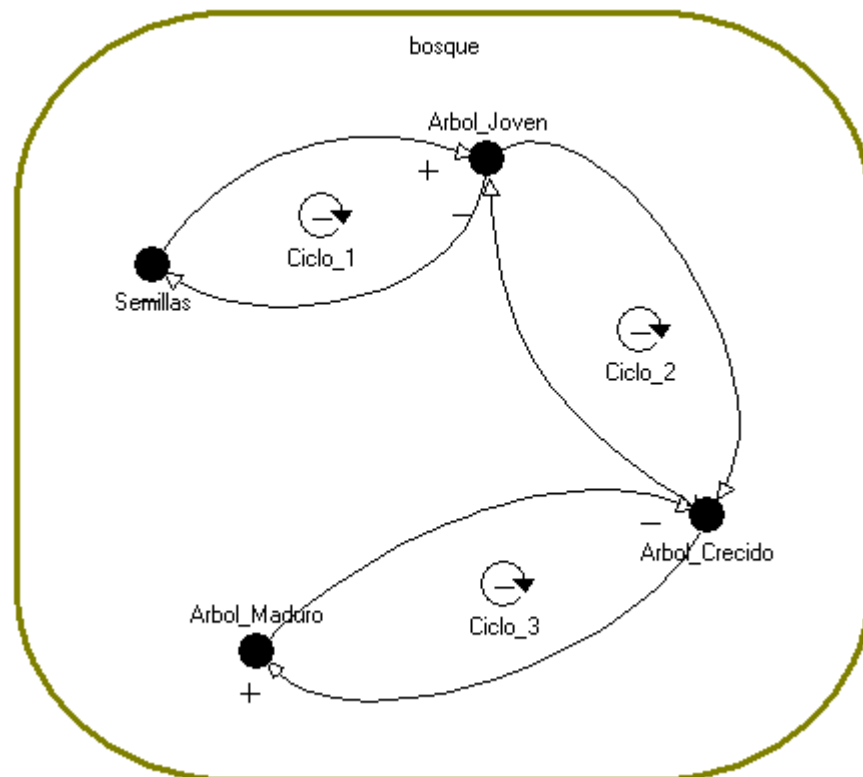
Semillas esta variable es la que nos ilustra la cantidad de arboles que son plantados en un determinado tiempo y es la fase inicial de nuestro modelo que posteriormente pasaran a la fase de árbol joven en un determinado periodo de tiempo y la cantidad de arboles que pasan a esta fase para este modelo es constante, para el siguiente estado que es arboles crecidos que es el siguiente estado en el que se encuentra cada árbol después de un determinado tiempo para pasar al último estado que es árbol maduro que es la fase en la que el árbol está en la etapa apropiada para ser talado.

Este modelo es apropiado para educar a la población acerca del proceso adecuado que debe seguir los árboles y la etapa apropiada para su tala y que

entienda la importancia vital que tiene este recurso forestal⁷¹.

- **Diagrama de influencias.** La figura 64 ilustra el diagrama de influencias correspondiente al segundo prototipo relacionado con el modelo bosque tropical.

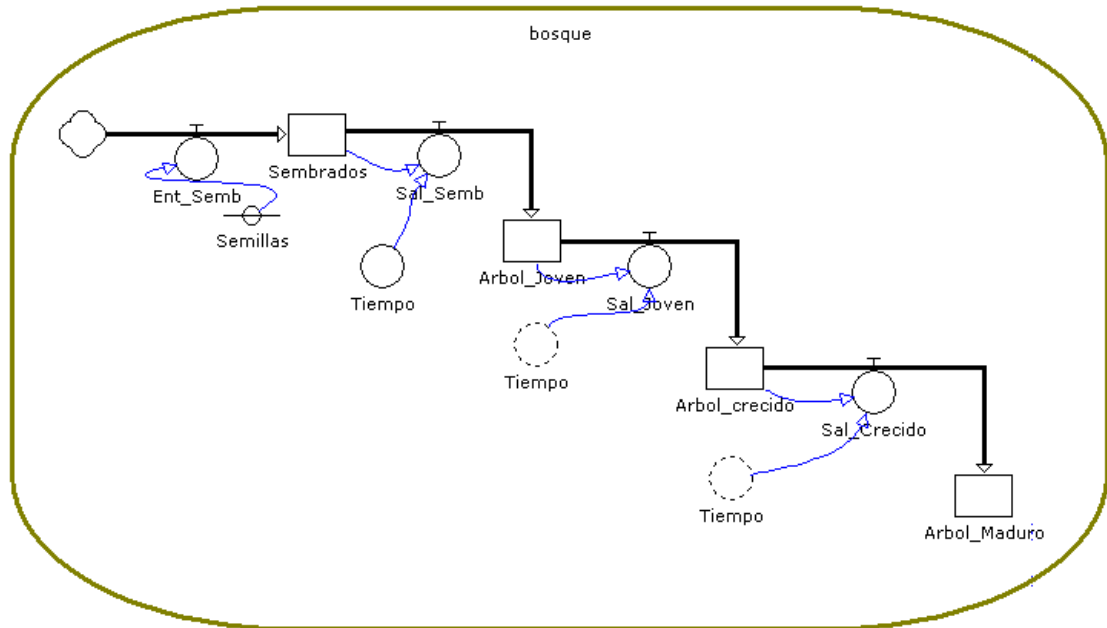
Figura 63. Diagrama de influencias segundo prototipo deforestación



- **Diagrama flujo-nivel.** La figura 65 presenta el diagrama de flujo-nivel del segundo prototipo.

⁷¹Modelo propiedad del grupo simón de investigaciones (universidad industrial de Santander)

Figura 64. Diagrama de flujo-nivel segundo prototipo deforestación



- **Definición de los elementos.** La tabla 25 define los elementos que constituyen el modelo, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno.

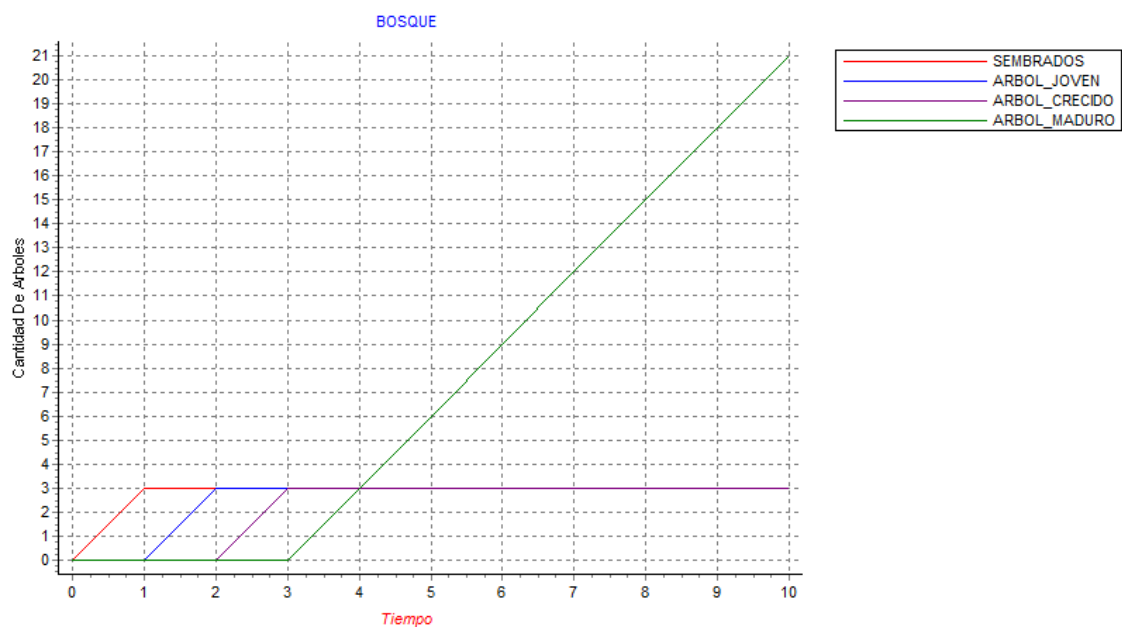
Tabla 25 . Elementos que constituyen el modelo del segundo prototipo deforestacion

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
Semillas	3	Semillas	Parámetro
Ent_Semb	Semillas	Árboles que se siembran	Flujo
Sembrados	0	Cantidad de árboles sembrados	Nivel
Tiempo	t	Tiempo tomado en años	Auxiliar
Sal_Semb	IF(Tiempo=0,0,Sembrados)	Cantidad de árboles que se convierten en arboles jóvenes	Flujo

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
Arbol_Joven	0	Cantidad de árboles jóvenes	Nivel
Sal_Joven	IF(Tiempo>0,Arbol_Joven,0)	Cantidad de árboles que se convierten en arboles crecidos	Flujo
Arbol_crecido	0	Cantidad de árboles crecidos	Nivel
Sal_Crecido	IF(Tiempo>1,Arbol_crecido,0)	Cantidad de árboles que se convierten en arboles maduros	Flujo
Arbol_Maduro	0	Cantidad de árboles maduros	Nivel

- **Comportamiento del segundo prototipo.** En la figura 66 se observa el comportamiento para la cantidad de arboles presentes en un bosque tropical.

Figura 65. Comportamiento de la variable cantidad de arboles en un bosque para el segundo modelo deforestacion



3.3.5.3 Tercer prototipo Cambios bruscos en las diferentes regiones (aumento de desiertos).

- **Caracterización del modelo en prosa.** Para la caracterización de este modelo se tuvieron en cuenta diferentes aspectos básicos acerca de la deforestación y la influencia de este fenómeno en el crecimiento de zona desértica en el planeta, este modelo relaciona diferentes variables como son: siembra y tala que son las que definen el comportamiento del elemento de nivel llamado arboles ya que estas variables definen la cantidad de árboles en un determinado periodo de tiempo.

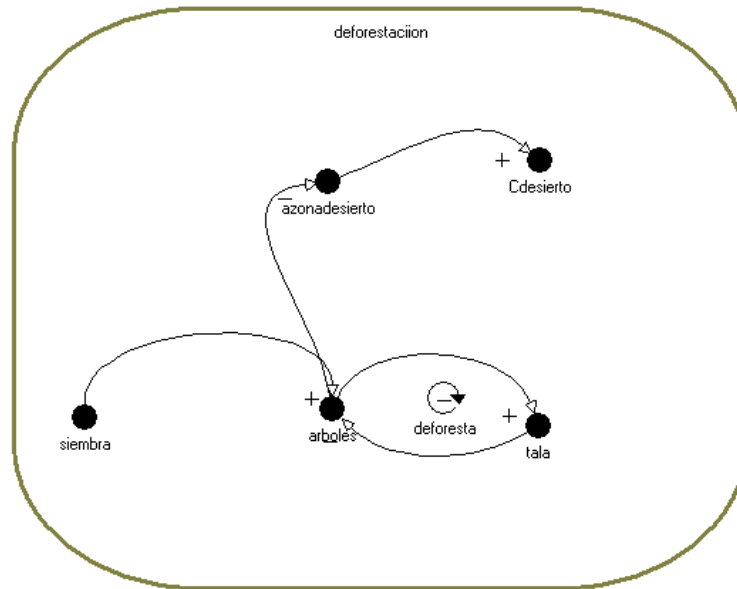
Adicionalmente existe otra relación directa entre la cantidad de árboles y la cantidad de zona desértica ya que la disminución de árboles en una zona dada por motivo de la tala indiscriminada hace que aumente la cantidad de zona de tipo desierto afectando diferentes aspectos del medio ambiente⁷².

La idea detrás de este modelo es educar a los estudiantes a quien va dirigido el proyecto en el cuidado que debe darse a este recurso y tratar de sembrar una semilla de cuidado por este elemento como es la vegetación.

- **Diagrama de influencias.** La figura 67 ilustra el diagrama de influencias correspondiente al tercer prototipo relacionado con el modelo prototipo Cambios bruscos en las diferentes regiones (aumento de desiertos).

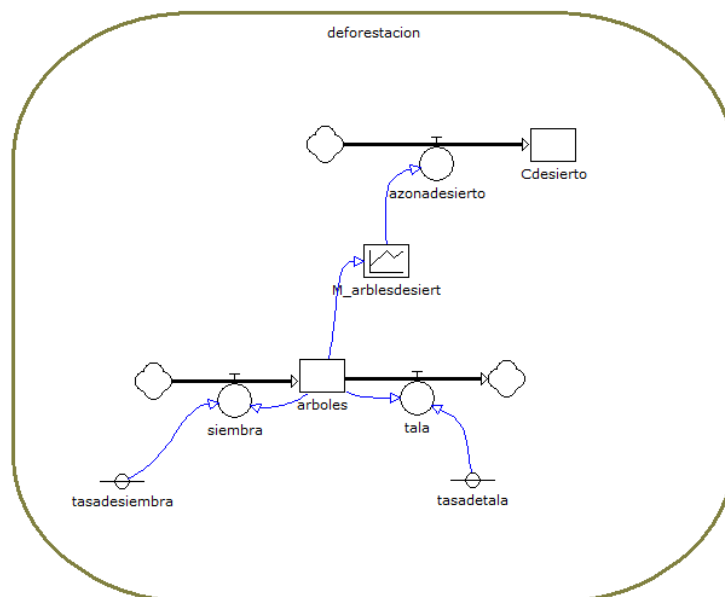
⁷² <http://www.jmarcano.com/bosques/threat/overcut.html>

Figura 66. Diagrama de influencias tercer prototipo deforestación



- **Diagrama flujo-nivel.** La figura 68 presenta el diagrama de flujo-nivel del tercer prototipo.

Figura 67. Diagrama de flujo-nivel tercer prototipo deforestación



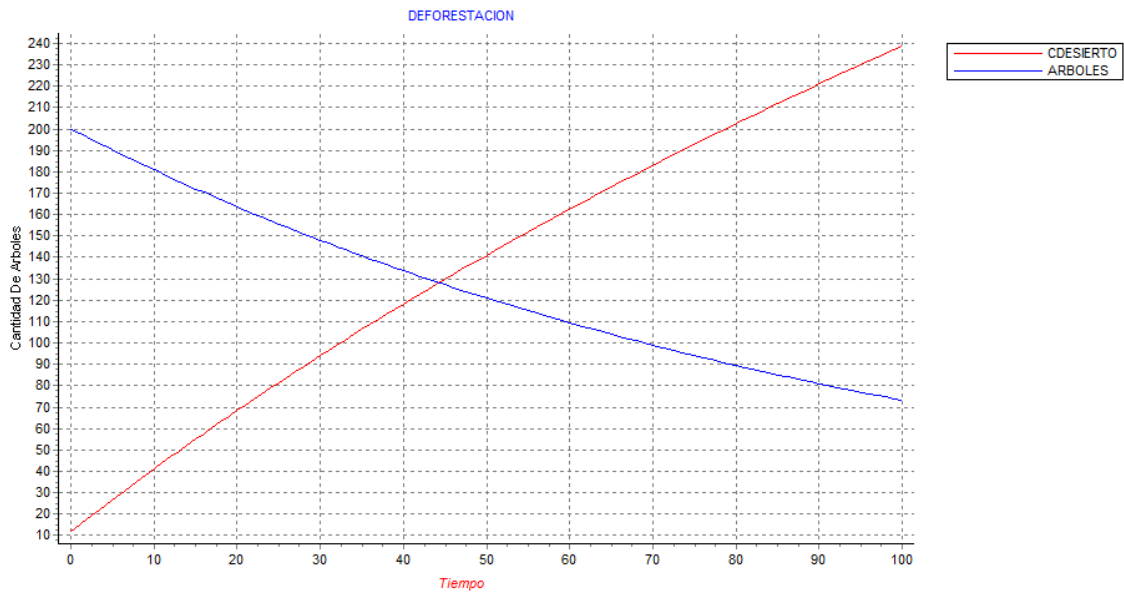
- **Definición de los elementos.** La tabla 26 define los elementos que constituyen el modelo, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno.

Tabla 26 . Elementos que constituyen el modelo del tercer prototipo deforestacion

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
Tasa de siembra	0.02	Porcentaje de siembra de la diferente flora en relación al tiempo.	Parámetro
siembra	árboles*tasa de siembra	Cantidad de aboles que son sembrados en determinado periodo de tiempo.	Flujo
Tasa de tala	0.03	Porcentaje de tala de los diferentes bosques del planeta.	Parámetro
tala	árboles*tasa de tala	Cantidad de arboles que son talados en determinado periodo de tiempo.	Flujo
arboles	200	Cantidad de fauna o arboles que existen en el planeta medido en millones.	Nivel
M_arblesdesiert	INTSPLINE(2,0,100,1,2,3,4,5)	Multiplicador que identifica la relación que existe entre la cantidad de arboles que son cortados y la cantidad de zona desértica como consecuencia de la deforestación.	Tabla
azonadesierto	M_arblesdesiert	Cantidad de zona desértica que se incrementa por efecto de la deforestación.	Flujo
Cdesierto	12	Cantidad de zona desértica que hay en el planeta.	Nivel

- **Comportamiento del tercer prototipo.** En la figura 69 se observa el comportamiento para la cantidad de árboles presentes en una zona y la cantidad de zona desértica en el planeta.

Figura 68 . Comportamiento de la variable cantidad de arboles para el tercer modelo deforestacion



- **Validación del modelo.** Para el análisis de sensibilidad aplicado a este tercer prototipo se utilizarán cambios en los parámetros de tasa de siembra y tasa de tala para conocer diferentes comportamientos. Los cambios realizados a las variables tasa de siembra y tasa de tala representan **diferentes comportamientos en la cantidad de zona desértica.**

Las variables analizadas bajo estos contextos son:

- Cantidad de zona desértica.

Los resultados esperados en la gráfica 70 y 71 han de ser muy predecibles pues en cada una de estas variables analizadas, la participación es directa.

Figura 69. Comportamiento de la variable zona desértica con diferentes valores del parámetro tasa de siembra

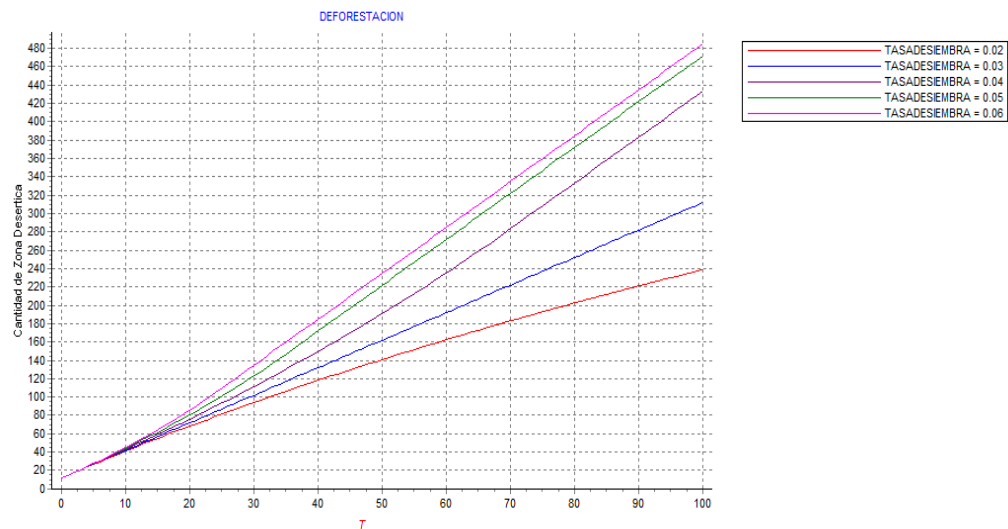
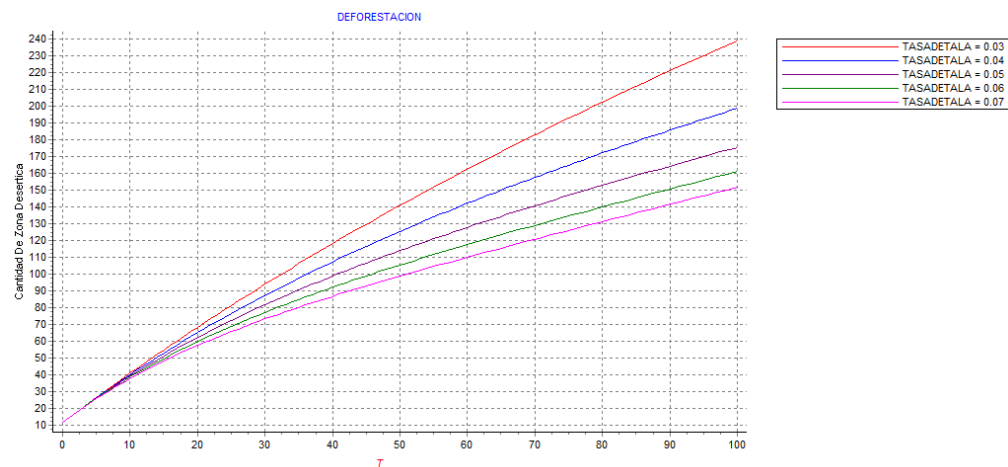


Figura 70. Comportamiento de la variable zona desértica con diferentes valores del parámetro tasa de tala



3.3.5.4 Cuarto prototipo Incremento de la población y su intervención en la deforestación.

- **Caracterización del modelo en prosa.** Para la caracterización de este modelo se tuvieron en cuenta diferentes aspectos básicos acerca de la deforestación y la influencia de este fenómeno en el crecimiento de zona desértica en el planeta, este modelo relaciona diferentes variables como son las variables llamadas siembra y tala que son las que definen el comportamiento del elemento de nivel llamado arboles ya que estas variables definen la cantidad de árboles en un determinado periodo de tiempo.

Adicionalmente existe otra relación directa entre la cantidad de árboles y la cantidad de zona desértica ya que la disminución de árboles en una zona dada por motivo de la tala indiscriminada hace que aumente la cantidad de zona de tipo desierto afectando diferentes aspectos del medio ambiente⁷³.

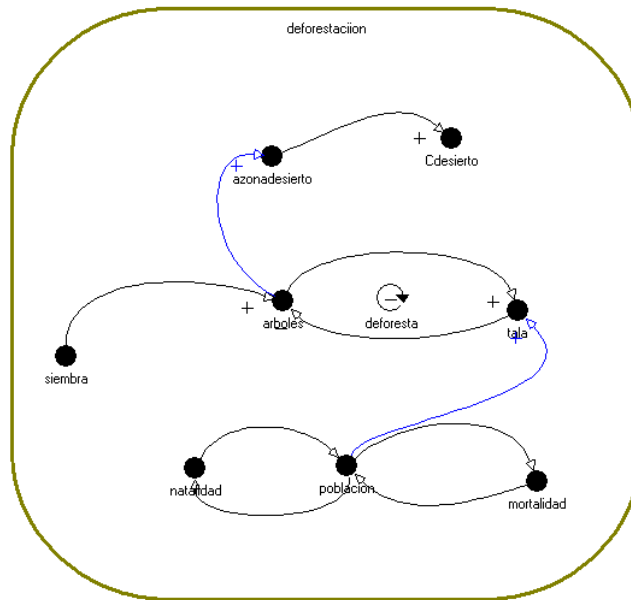
La población juega un papel fundamental en este modelo ya que el incremento de esta hace que aumente la cantidad de árboles talados ya que las personas requieren este recurso cada vez más para su uso en diferentes actividades.

La idea detrás de este modelo es educar a los estudiantes a quien va dirigido el proyecto en el cuidado que debe darse a este recurso y tratar de sembrar una semilla de cuidado por este elemento como es la vegetación.

- **Diagrama de influencias.** La figura 72 ilustra el diagrama de influencias correspondiente al cuarto prototipo relacionado con el modelo Incremento de la población y su intervención en la deforestación.

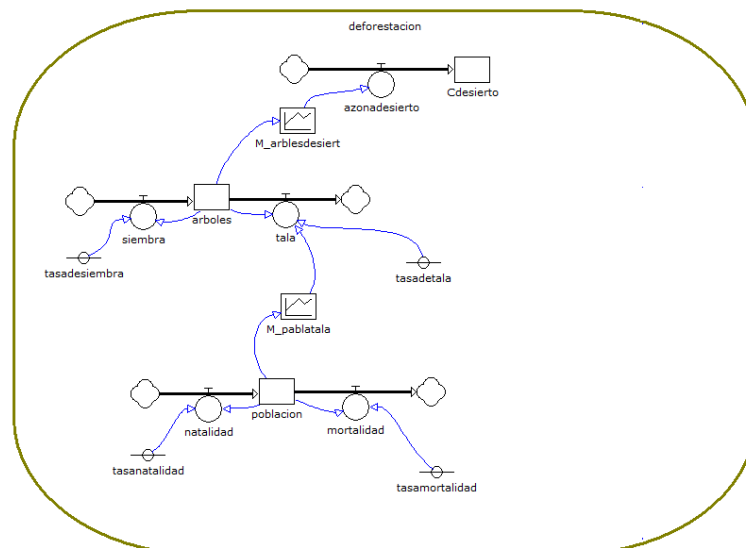
⁷³ <http://www.ecourban.org/manual/capitulos/laciudadimposible/02e3b29add0af36f9/index.html>

Figura 71. Diagrama de influencias cuarto prototipo deforestación



- **Diagrama flujo-nivel.** La figura 73 presenta el diagrama de flujo-nivel del cuarto prototipo.

Figura 72. Diagrama de flujo-nivel cuarto prototipo deforestación



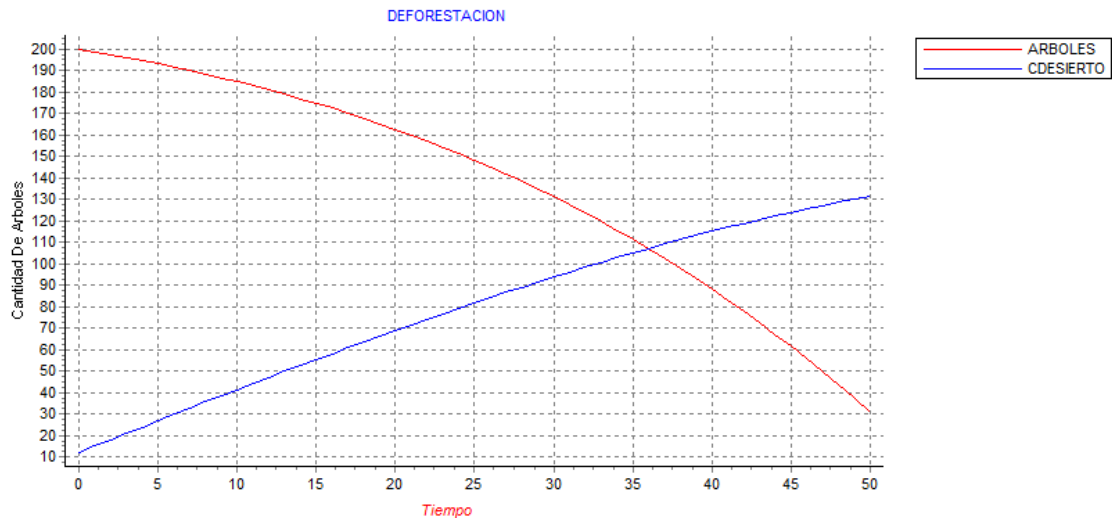
- **Definición de los elementos.** La tabla 27 define los elementos que constituyen el nuevo modelo, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno.

Tabla 27. Elementos que constituyen el modelo del cuarto prototipo deforestacion

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
Tasa natalidad	0.1	Porcentaje de personas que se asume nacen en un periodo de tiempo.	Parámetro
Tasa mortalidad	0.08	Porcentaje de personas que se asume mueren en un periodo de tiempo.	Parámetro
natalidad	población*tasa natalidad	Cantidad de personas que nacen.	Flujo
mortalidad	población*tasa mortalidad	Cantidad de personas que mueren.	Flujo
población	6700	Cantidad de población en el planeta medida en millones	Nivel
M_pablatala	INTSPLINE(2,0,6000,1,3,5,7,9)	Multiplicador que indica la relación del aumento de la población y el incremento de la tala de árboles para uso por parte de la población en diferentes actividades.	Tabla

- **Comportamiento del cuarto prototipo.** En la figura 74 se observa el comportamiento para la cantidad de árboles presentes en una zona y la cantidad de zona desértica en el planeta.

Figura 73. Comportamiento de la variable cantidad de árboles para el cuarto modelo deforestación



3.3.6 Daños causados a la flora y fauna. El calentamiento global tiene un impacto significativo sobre las condiciones que afectan la flora y la fauna del planeta; debido a los cambios climáticos y en los ecosistemas terrestres, la vegetación característica de cada región es afectada provocando cambios en el hábitat de diferentes especies de animales y plantas que estarán en peligro de extinción. Para comprender la magnitud de los daños causados por la aceleración del cambio global se hace necesario el estudio de esta problemática. La tabla 28 contiene la lista de modelos asociados a esta temática

Tabla 28. Modelos asociados al temático daño causado a la flora y fauna

Nombre del modelo
Disminución de vegetación perteneciente a regiones frías
Causa efecto entre flora y fauna
Aumento de vegetación perteneciente a climas tropicales

3.3.6.1 Primer prototipo Disminución de vegetación perteneciente a regiones frías.

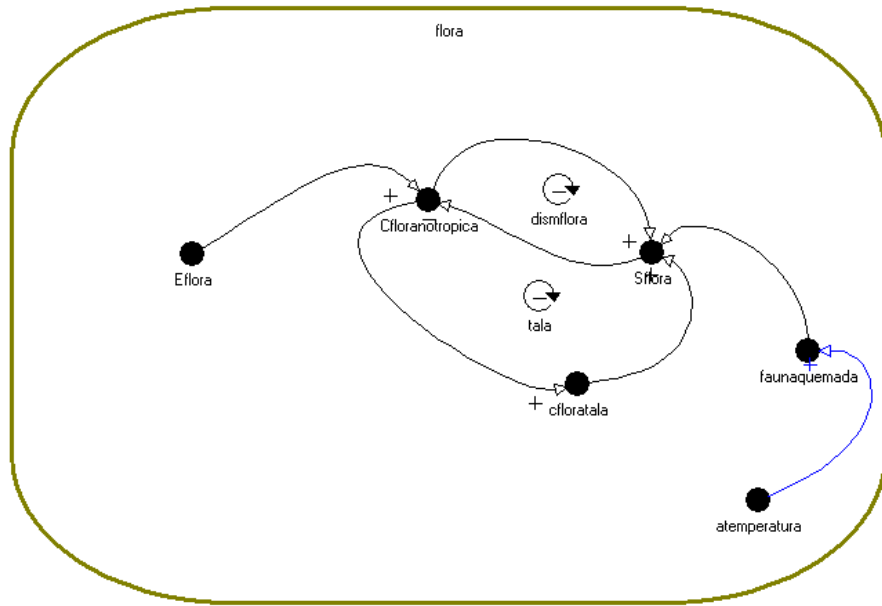
- **Caracterización del modelo en prosa.** El decremento de la flora de climas no tropicales es otra de las consecuencias asociada al cambio climático de los últimos años, por eso se ve necesario el estudio de la disminución de la flora de climas fríos asociada al fenómeno llamado calentamiento global.

Para este modelo se emplean variables muy básicas para mayor comprensión por parte de la población de estudio; este modelo toma como base la cantidad de vegetación de climas no tropicales y acumula esta cantidad en diferentes periodos, esta variable de nivel es alimentada por dos variables llamadas entrada de flora y salida de flora estas dos variables son las encargadas de establecer qué cantidad de flora de climas no tropicales hay en un determinado periodo de tiempo, gracias a la intervención de las diferentes tasa de siembra de flora y tasa de tala; la primera es la que me indica la tasa o porcentaje de plantas que son sembradas en un instante dado de tiempo. Mientras que la variable tasa de tala en la que me muestra que cantidad de vegetación es cortada además de la tala existe otro factor muy importante como es la quema de plantas, esta ultima asociada al aumento de la temperatura debido al fenómeno conocido como calentamiento global, esta cantidad de plantas quemadas por la alta temperatura es otro de los factores que me afecta la cantidad de vegetación ya que hace que se disminuya gradualmente⁷⁴.

- **Diagrama de influencias.** La figura 75 ilustra el diagrama de influencias correspondiente al primer prototipo relacionado con la Disminución de vegetación perteneciente a regiones frías.

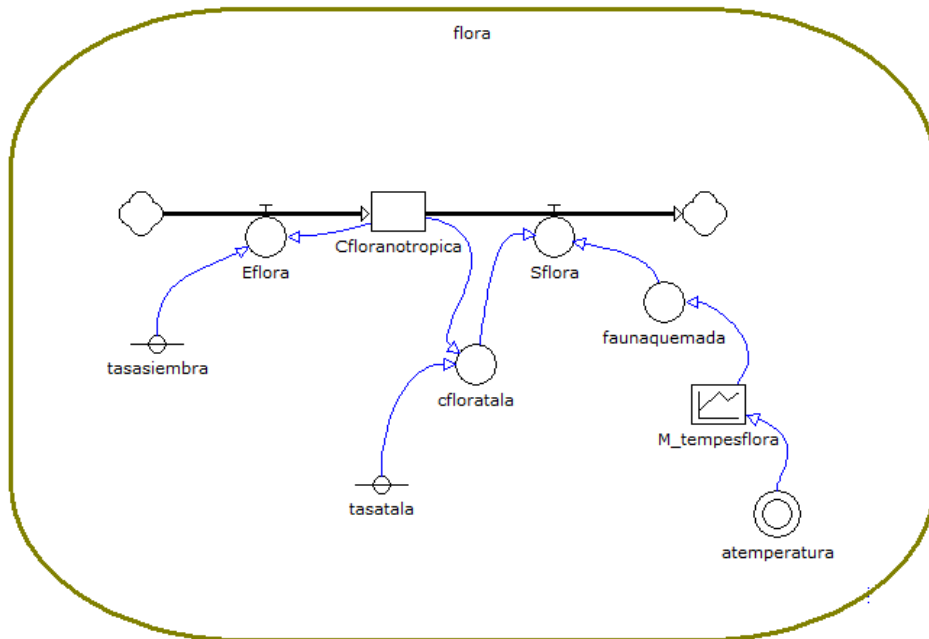
⁷⁴www.alianzageografica.org/leccioncalentglobal.pdf

Figura 74. Diagrama de influencias primer prototipo daño causado a flora y fauna



- **Diagrama flujo-nivel.** La figura 76 presenta el diagrama de flujo-nivel del primer prototipo.

Figura 75. Diagrama de flujo-nivel primer prototipo daños a la flora y fauna



- **Definición de los elementos.** La tabla 29 define los elementos que constituyen el modelo, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno.

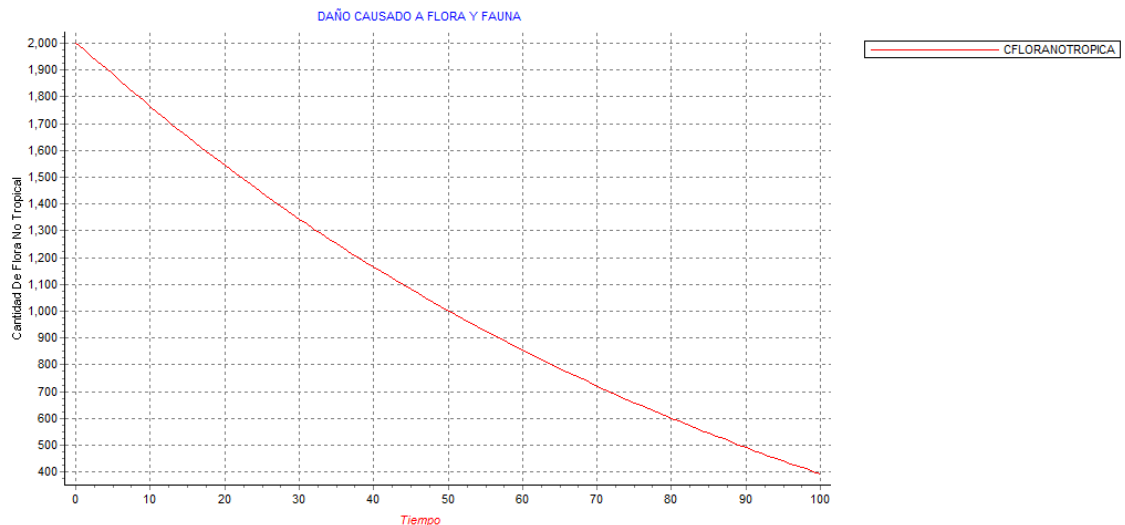
Tabla 29. Elementos que constituyen el modelo del primer prototipo daño causado a la flora y fauna

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
Tasa siembra	0.02	Tasa o porcentaje de plantas que son sembradas en un instante dado de tiempo.	Parámetro
Eflora	Cfloranotropica*tasa siembra	Cantidad de plantas no tropicales que son sembradas en un momento de tiempo dado.	Auxiliar
cfloratala	Cfloranotropica*tasa tala	Cantidad de plantas de climas no tropicales que son taladas en un instante de tiempo dado.	Auxiliar
Tasa tala	0.03	Porcentaje de tala o corte de arboles de climas no tropicales que para este modelo se considera constante.	Parámetro
Sflora	cfloratala+fauna quemada	Variable que indica la cantidad de vegetación que desaparece del planeta dado dos factores como son la	Flujo

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
		tala de bosques y la quema de plantas por efecto del aumento de la temperatura.	
Fauna quemada	M_tempesflora	Cantidad de vegetación que es quemada como consecuencia del aumento de la temperatura.	Auxiliar
M_tempesflora	INTSPLINE(2,0,0.5,1,2,3,4,5,6)	Multiplicador que indica la relación existente entre el aumento de la temperatura y la quema de bosques de plantas de climas no tropicales y por ende la desaparición de gran parte de vegetación perteneciente a esta clase de clima.	Tabla
A temperatura	INTSPLINE(2,0,1,0.5,1,1.5,1.8,2.1,2.2)	Variable que indica el aumento de la temperatura en los últimos periodos e tiempo.	Auxiliar

- **Comportamiento del primer prototipo.** En la figura 77 se observa el comportamiento para de la cantidad de flora no tropical a causa del calentamiento global.

Figura 76. Comportamiento de la variable de nivel cantidad de flora no tropical para el primer modelo daño a flora y fauna



3.3.6.2 Segundo prototipo Causa efecto entre flora y fauna

- **Caracterización del modelo en prosa.** El decremento de la flora de climas no tropicales es otra de las consecuencias asociada al cambio climático de los últimos años, por eso se ve necesario el estudio de la disminución de la flora de climas fríos asociada al fenómeno llamado calentamiento global.

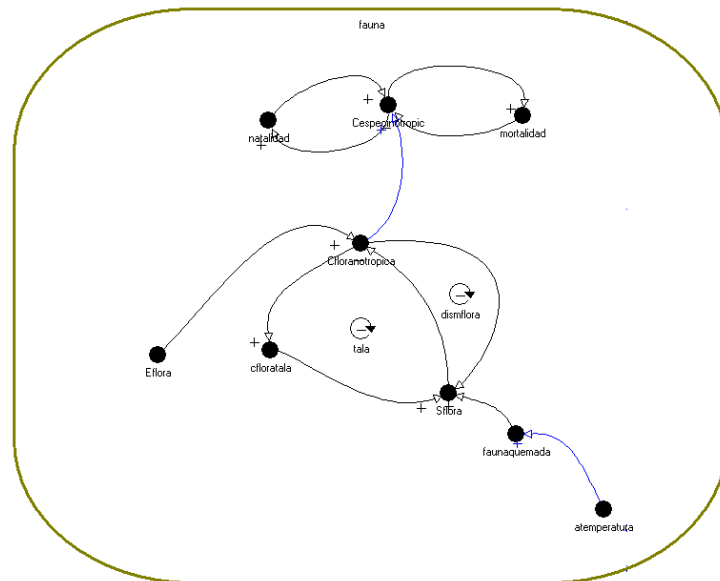
Para este modelo se emplean variables muy básicas para mayor comprensión por parte de la población de estudio; este modelo toma como base la cantidad de vegetación de climas no tropicales y acumula esta cantidad en diferentes periodos esta variable de nivel es alimentada por dos variables llamadas entrada de flora y salida de flora estas dos variables son las encargadas de establecer qué cantidad de flora de climas no tropicales hay en un determinado periodo de tiempo.

Esta disminución de flora de climas no tropicales hace que las especies pertenecientes a estos climas se disminuya de la misma proporción dado que

estas especies requieren de esta vegetación para subsistir, por esta razón en el modelo la cantidad de vegetación está ligada a la mortandad dado que al disminuir la cantidad de flora aumenta la cantidad de muertes de estas especies animales⁷⁵.

- **Diagrama de influencias.** La figura 78 ilustra el diagrama de influencias correspondiente al segundo prototipo relacionado con la Causa efecto entre flora y fauna.

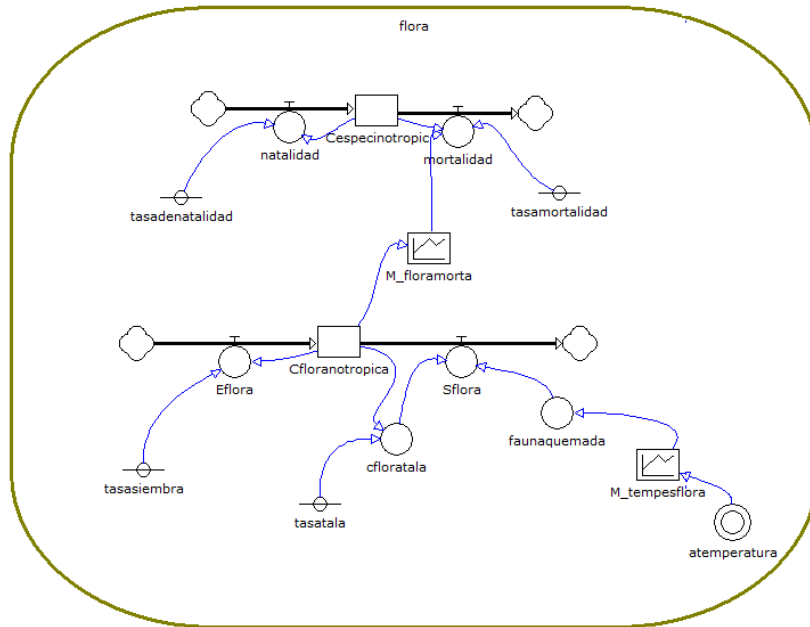
Figura 77. Diagrama de influencias segundo prototipo daño causado a flora y fauna



- **Diagrama flujo-nivel.** La figura 79 presenta el diagrama de flujo-nivel del segundo prototipo.

⁷⁵ www.alianzageografica.org/leccioncalentglobal.pdf

Figura 78. Diagrama de flujo-nivel segundo prototipo daños a la flora y fauna



- **Definición de los elementos.** La tabla 30 define los nuevos elementos que constituyen el modelo, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno.

Tabla 30. Elementos que constituyen el modelo del segundo prototipo daño causado a la flora y fauna

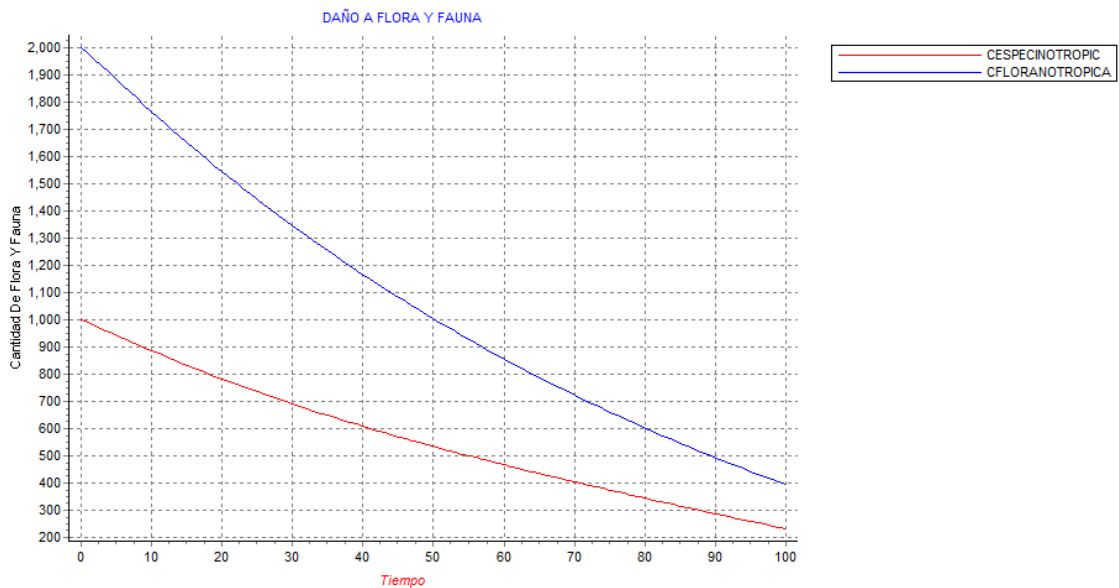
Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
M_floramorta	INTSPLINE(2,0,1000,5,7,12,15,20,25)	Multiplicador que indica la relación que existe entre la cantidad de vegetación y la cantidad de especies pertenecientes a la zona donde se	Tabla

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
		encuentran estas plantas.	
Tasa de natalidad	0.02	Porcentaje de natalidad o tasa de nacimiento de especies animales de climas no tropicales.	Parámetro
Tasa mortalidad	0.02	Porcentaje de muerte de las especies de climas no tropicales que para este modelo se asume constante.	Parámetro
natalidad	$C_{\text{especinotropic}} * \text{tasa de natalidad}$	Cantidad de especies animales pertenecientes a climas no tropicales que nacen en un determinado periodo de tiempo.	Flujo
mortalidad	$(C_{\text{especinotropic}} * \text{tasamortalidad}) + M_{\text{floramorta}}$	Cantidad de especies animales de climas no tropicales que mueren en un	Flujo

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
		instante dado.	
Cespecinotropic	1000	Variable de nivel que mide la cantidad de especies animales de climas no tropicales en un determinado periodo de tiempo.	Nivel

- **Comportamiento del segundo prototipo.** En la figura 80 se observa el comportamiento para de la cantidad de flora no tropical y especies animales de estos climas a causa del calentamiento global.

Figura 79. Comportamiento de la variable de nivel cantidad de flora no tropical y cantidad de especies animales para el segundo modelo daño a flora y fauna



3.3.6.3 Tercer prototipo Aumento de vegetación perteneciente a climas tropicales

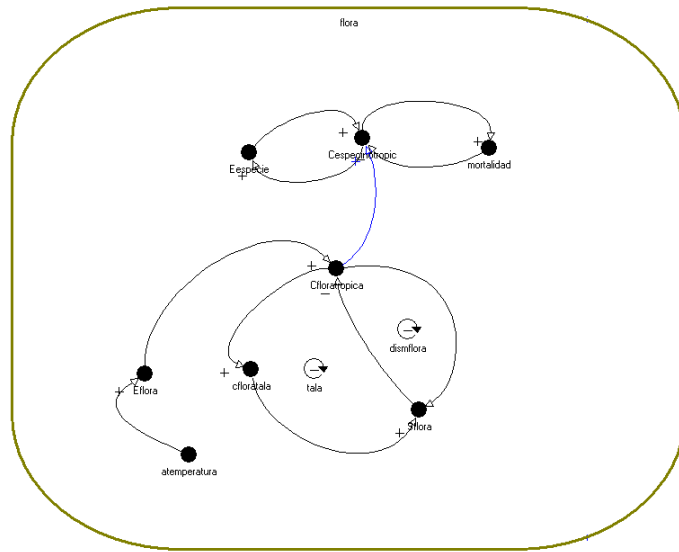
- **Caracterización del modelo en prosa.** Así como es evidente el decremento de la flora de climas no tropicales, también es cierto que tanto la cantidad de zonas, fauna y especies de climas tropicales también ha incrementado en los últimos años, es por esta razón que este modelo es un modelo paralelo al mencionado anteriormente. En este modelo se observa o se busca ilustrar el crecimiento tanto de la vegetación como de la fauna perteneciente a las zonas tropicales asociada al fenómeno llamado calentamiento global.

Para este modelo se emplean variables muy básicas para mayor comprensión por parte de la población de estudio; este modelo al igual que el anterior mide la cantidad de vegetación y especies animales en un determinado periodo de tiempo solo que esta vez es la fauna y flora perteneciente a climas tropicales.

Por esta razón la idea es poder mostrar la relación existente entre el aumento de la temperatura y el aumento de flora tropical y a su vez indicar la relación entre el incremento de la de las especies gracias a un incremento de la flora de esta clase de climas.

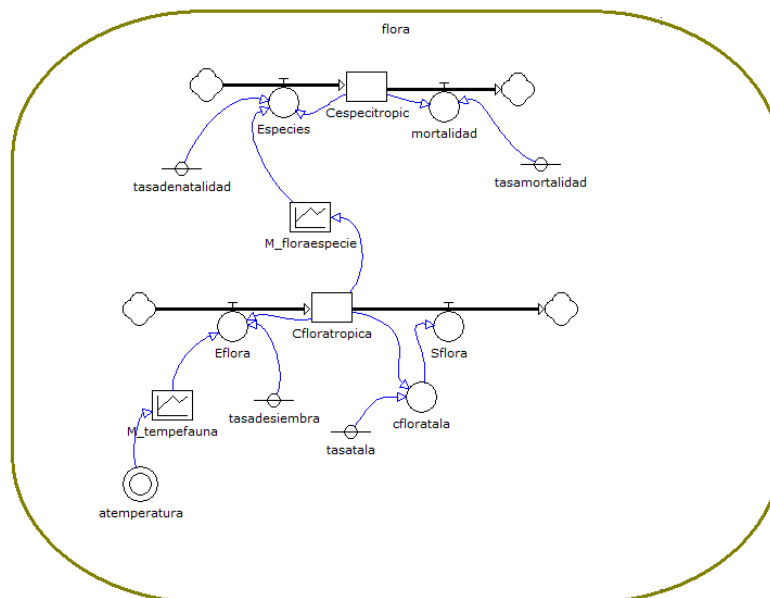
- **Diagrama de influencias.** La figura 81 ilustra el diagrama de influencias correspondiente al tercer prototipo relacionado con el aumento de vegetación perteneciente a climas tropicales,

Figura 80. Diagrama de influencias tercer prototipo daño causado a flora y fauna



- **Diagrama flujo-nivel.** La figura 82 presenta el diagrama de flujo-nivel del tercer prototipo.

Figura 81. Diagrama de flujo-nivel tercer prototipo daños a la flora y fauna



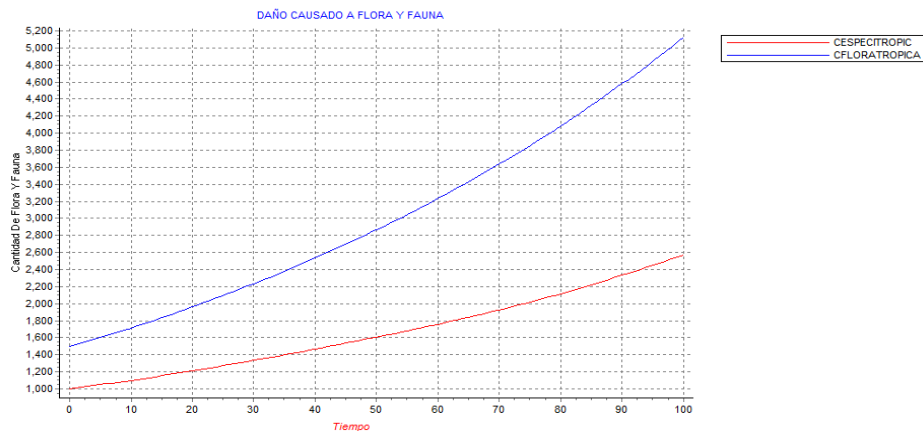
- **Definición de los elementos.** La tabla 31 define los nuevos elementos que constituyen el modelo, junto con una breve descripción complementaria a lo expuesto en la caracterización en prosa para cada uno.

Tabla 31. Elementos que constituyen el modelo del tercer prototipo daño causado a la flora y fauna

Nombre.	Definición.	Descripción.	Tipo De Elemento.
M_flora especie	INTSPLINE(2,0,1000,5,7,12,15,20,25)	Multiplicador que muestra la relación que existe entre la flora y la fauna de climas tropicales.	Tabla
M_tempefauna	INTLINEAL(0,0,0.5,2,3,4,5,6,7)	Multiplicador que relaciona la temperatura y el aumento de flora de clima tropical en diferentes áreas.	Tabla

- **Comportamiento del tercer prototipo.** En la figura 83 se observa el comportamiento para de la cantidad de flora tropical y especies animales de estos climas a causa del calentamiento global.

Figura 82. Comportamiento de la variable de nivel cantidad de flora tropical y cantidad de especies animales para el tercer modelo daño a flora y fauna



4. DESARROLLO PLATAFORMA MAC AMBIENTAL

4.1 DESCRIPCION GENERAL

En este capítulo se documenta el proceso de desarrollo del software MAC Ambiental; según las etapas establecidas en el proceso unificado:

En la etapa de inicio se dará a conocer aspectos como la búsqueda, selección y recopilación de la bibliografía empleada, se definirán las características y los objetivos esenciales del Mac ambiental, además los casos de uso para los usuarios (Estudiante, Profesor, Administrador).

En la fase de elaboración se trabajaran los requisitos principales, se profundizara en los casos de uso; se desarrollara el diagrama entidad-relación y el diagrama de referencias de la base de datos y la arquitectura base de la interfaz del proyecto.

En la fase de construcción se desarrollara el software a partir del modelo de diseño de la fase anterior.

Posteriormente, se hace mención a la fase de transición.

4.2 FASE DE INICIO

En esta fase se definirán las características principales del Mac ambiental, a través de la revisión del MACsecundaria y entrevistas que los autores tendrán con el director y la codirectora del proyecto; además estos encuentros continuaran a través del desarrollo del proyecto para permanecer informados sobre el estado del mismo.

4.2.1 Recopilación y selección de fuentes bibliográficas. Para el desarrollo de un proyecto de calidad es necesario encontrar total claridad sobre los objetivos que se quieren cumplir; para lograrlo es necesario realizar una búsqueda de material bibliográfico que no solo aporte con el desarrollo técnico del software sino también permita dar claridad a conceptos como la propuesta manejada por el grupo SIMON, sobre el uso de la informática en el campo educativo a partir de los avances hechos con los proyectos de grado que se han desarrollado en el marco de la propuesta del grupo y que aportaron de alguna manera a los lineamientos ya definidos en el proyecto MAC. A continuación hay una síntesis de los proyectos de grado desarrollados en el grupo que soportan y aportan a las características del proyecto MAC⁷⁶⁷⁷:

4.2.1.1 MACMedia 1.0. MACMedia 1.0 (Zafra, Villa. 2000). Es una herramienta software que apoya el aprendizaje de las ciencias en la educación media (décimo y undécimo grado), basado en el modelo educativo centrado en los procesos de pensamiento, con características propias del Pensamiento Sistémico, la Dinámica de Sistemas y el enfoque educativo Constructivista. Esta herramienta ayuda a fortalecer un proceso de aprendizaje que apoya el desarrollo de habilidades de pensamiento y, por consiguiente, potencia la informática como útil en el cambio educativo.

El desarrollo de este primer prototipo, partió fundamentalmente de la experiencia adquirida en la asesoría a los colegios de Ecopetrol en Barrancabermeja y de los aportes teóricos desarrollados por el Grupo SIMON de investigaciones dentro de

⁷⁶ LA INFORMATICA Y EL CAMBIO EN LA EDUCACIÓN, Una Propuesta Ilustrada Con Ambientes De Modelado Y Simulación con Dinámica de Sistemas: Proyecto MAC. ANDRADE Hugo, NAVAS Ximena. Primer Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas, Monterrey, México

⁷⁷CALA AMAYA, Jenny Milena; TASCO BARON, Jairo. Proyecto de pregrado: Ambiente software apoyado en el modelado y simulación, para el aprendizaje de ciencias de la naturaleza en la educación básica secundaria y media vocacional. – un enfoque dinámico sistémico. 2008

los que se destacan “Esbozo de una propuesta de modelo educativo centrado en los procesos de pensamiento⁷⁸ y la tesis de Maestría “Una propuesta de aplicación del Pensamiento de Sistemas y la Dinámica de Sistemas en la educación media⁷⁹ con lo que se busca mejorar tanto en la realización como en la aplicación de este tipo de herramientas.

Para la parte de simulación, en el año 2000 se contaba con Evolución 2.0a; software que no permitía la interacción con otras aplicaciones, por esto, los autores de MACMedia asumieron la codificación directa de las rutinas que representan los modelos y la solución numérica de las ecuaciones, para cada uno de los experimentos incluidos, presentando los resultados de manera animada; esto les llevó a restringirles a los usuarios la posibilidad de incluir nuevos experimentos.

4.2.1.2 MAC 6-7. La primera versión del MAC 6 - 7 (Navas, Benítez 2000), llena las expectativas trazadas en torno a sí mismo, pero muestra carencias en ciertos puntos como la débil adecuación de contenidos en términos de modelos de simulación y por lo tanto no es posible experimentar en todos los temas, limitándose solo a mostrar un contenido textual (en aquellos temas que no cuentan con modelos de simulación), que fácilmente se puede encontrar en un texto de ciencias naturales de sexto y séptimo grado. En este sentido, se hace necesario ampliar los modelos de simulación de la herramienta, con el fin de proporcionarles tanto a los estudiantes como a los profesores mayores espacios para la construcción de ideas a partir de experimentos.

Dentro del desarrollo de MACPrimaria (Anaya, Vera 2006) y dando cumplimiento a uno de los objetivos trazados en el plan de proyecto, se realizaron algunas

⁷⁸ ANDRADE, Hugo; PARRA, Carlos. Comunicación presentada en el Congreso Iberoamericano de Informática Educativa. Brasil, Junio de 1998.

⁷⁹ ANDRADE, Hugo; PARRA, Carlos. Tesis de Maestría. Universidad Industrial de Santander. Grupo SIMON de Investigaciones. Bucaramanga, 1997.

modificaciones, tendientes a mejorar el funcionamiento de MAC 6-7. Estas mejoras estuvieron encaminadas en el nivel lector a corregir errores que surgían con la indexación de videos e imágenes; en el tutorial de dinámica de sistemas donde no se permitía al usuario cambiar los valores numéricos de las variables de simulación, esta falencia también fue suplida; por último, la incompatibilidad con Windows XP, se hizo necesario compilar el código fuente en Delphi 5 sobre esta plataforma, pues la librería utilizada para animar los archivos gif no era compatible con este sistema operativo, se procedió a su actualización y posterior de un nuevo ejecutable.

4.2.1.3 MAC 8-9. MAC 8-9 (Dueñas, Rojas. 2000), cubre el aprendizaje de las ciencias en la educación básica (octavo y noveno grado), aunque fue desarrollado paralelamente con MAC 6-7 presenta grandes diferencias, el video inicial sobre la evolución del ser humano es muy atractivo e ilustrativo; se destacan excesos de colores y páginas sobrecargadas, esto conlleva a que los colores oscuros como el negro predominante en toda la interfaz es muy llamativo inicialmente para el estudiante pero pasados 15 a 20 minutos se presenta cansancio visual; la presentación de los servicios del software en forma de menú desplegable, no es muy clara; incluye iconos a enlaces tales como: Word, Power Point, Paint, Evolución 2.0 a. y E – mail; el micromundo permite la exportación e importación de contenidos y del glosario para los estudiantes.

La búsqueda de temas, se puede realizar por índice de temas o por palabras clave asociadas a los temas

MAC 6-7 y MAC 8-9 superaron las limitaciones de Evolución 2.0a, con la construcción de un motor de simulación independiente, que al recibir el modelo y escenario construidos en Evolución 2.0a, resolvía las ecuaciones y entregaba

resultados para ser graficados, el motor y una base de datos, le otorgó a los MAC mayor interactividad y plena flexibilidad en contenidos.

4.2.1.4 MAC 4-5. MAC 4-5 (Bermúdez, Quitián. 2001), que es el primer MAC dirigido a estudiantes de los grados 4 y 5 de primaria permitió pensar el aporte para la escuela primaria y dejó pendiente el abordar los grados desde preescolar hasta tercero; presenta deficiencias en los niveles (lector, investigador y experimentador) están bien definidos pero aislados, además, no presenta orientaciones y apoyo al profesor en cuanto al seguimiento del proceso de transformación del pensamiento de los estudiantes.

Además, contó con la colaboración de un estudiante de diseño industrial para la elaboración de toda la interfaz gráfica. Dos meses antes de terminar el proyecto, se iniciaron las pruebas de campo con estudiantes de los grados cuarto y quinto del Colegio Infantas de Barrancabermeja, estas pruebas se lograron realizar durante este período gracias a la colaboración de la profesora de informática de dicha institución. Lo más significativo de la prueba fue el apreciar la plena aceptación del micromundo por parte de los estudiantes.

4.2.1.5 MACMedia 2.0. MACMedia 2.0 (Sequeda, Torres 2001) es la segunda versión de MACMedia 1.0, Micromundo para el aprendizaje de Ciencias en la Educación Media. MACMedia 2.0 es una herramienta que apoya el aprendizaje de Física y Química de Décimo y Undécimo Grado.

Con la prueba de campo desarrollada a MACMedia 1.0 por el grupo de trabajo del proyecto MACMedia 2.0, se identificaron nuevos requerimientos fundamentales para el mejoramiento de la segunda versión. Esta prueba fue realizada con los estudiantes de los grados décimo y undécimo del Colegio Balbino García de Piedecuesta y con la colaboración del profesor Néstor Vicente Quiñones Aceros, docente de la institución.

La estructura de la herramienta software fue rediseñada y desarrollada totalmente. Se retomaron y mejoraron los modelos de dinámica de sistemas que trabajan los tres fenómenos que abarca la primera versión. Incluye además la arquitectura cliente / servidor

4.2.1.6 MAC 6-7 2.0. La segunda versión de MAC 6-7 (Vargas, Guerrero 2002), MAC 6-7 2.0 se basa en la evaluación de todos los MAC antes mencionados. Para apoyar esta tarea y al igual que con la segunda versión de MacMedia, se desarrolla una prueba de campo a MAC 6-7 1.0 en el Colegio Infantas de Barrancabermeja. MAC 6-7 2.0, además, de implementar el funcionamiento en red de la herramienta para facilitar la comunicación profesor-estudiante y simplificar la organización de un ambiente de clase particular que satisfaga las necesidades de los usuarios, se propuso contemplar aportes de los Tutores Inteligentes y del Aprendizaje Colaborativo y avanzar en el estudio de nuevas tecnologías computacionales que faciliten una variada presentación de resultados en los experimentos simulados.

Este micromundo, cuenta con el aporte de un trabajo de diseño industrial que propone la interfaz (Chávez, Patiño 2003). Al igual que en los anteriores MACs, se desarrolló la prueba de receptividad del micromundo en el Colegio Psicopedagógico Carl Rogers de Bucaramanga; con la colaboración de las directivas, profesores y estudiantes de los grados sexto. MAC 6-7 2.0, implementa el funcionamiento en red con el fin de facilitar la comunicación profesor-estudiante y estudiante-estudiante, aporta la opción para la organización de los materiales asociados a una clase en particular y da los primeros pasos en cuanto a posibles maneras de incluir la idea de los tutores inteligentes y del aprendizaje colaborativo en la propuesta del macroproyecto MAC. Este MAC se desarrolla con la versión beta 9 de Evolución 3.5.4.2.1.7 MACPrimaria. MAC primaria (Anaya, Vera 2006), supera la limitante existente de la versión MAC 4-5, la cual abarca sólo dos grados: 4^o y 5^o, extendiéndose a todos los grados de la educación básica primaria,

es decir, de 1º a 5º, además se hacen avances importantes en la bitácora del estudiante, pues se realiza un seguimiento no solo a las respuestas que el estudiante genera de las preguntas guías y puntuales que se le presentan, sino que también muestra el camino recorrido para llegar a emitir una respuesta, se fomenta el trabajo colaborativo, pues permite el trabajo en red, se integran el nivel lector, el investigador y el experimentador, se mejora la forma de presentar datos de los modelos dinámico sistémicos, con la vinculación del animador de evolución 3.5 que permite un mayor grado de interactividad con la experimentación, se realizan mejoras considerables en la administración de contenidos, se ampliaron las plataformas de sistema operativo en las cuales se puede operar la herramienta satisfactoriamente, se mejoraron las interfaz del software y se implementaron ciertas funciones con las que no contaba MAC 4-5 pero que se consideraron importantes como lo son la planeación de clases, la creación de un reporte de actividades siempre que el profesor lo requiera y la actualización de glosario y contenido.

4.2.1.7 MACSecundaria. MAC Secundaria (Cala, Tabasco 2008) después de realizar una evaluación a la primera versión de la herramienta MACPrimaria, se obtuvo un listado de nuevas correcciones y requerimientos, de este modo, se determinaron las falencias y posteriores cambios que generaron una versión revisada y corregida de MacPrimaria más confiable y fácil de instalar; de donde partieron para el desarrollo del Macsecundaria que hace parte del macroproyecto MAC, agrupando en un solo software los contenidos correspondientes a las ciencias naturales en la educación básica y media vocacional, dando continuidad a la propuesta educativa del Grupo SIMON de investigaciones.

MACSecundaria sigue con la labor investigativa iniciada y continuada con los proyectos MAC 4-5, MAC 6-7, MAC 8-9, MACMedia 1.0, MACMedia 2.0, MAC 6-7 2.0 y Mac Primaria, brindando un nuevo marco de referencia adecuado para materializar la estrategia diseñada en el interior del grupo SIMON cuyo objetivo es

aplicar su propio modelo educativo centrado en los procesos del pensamiento e introducir la DS en la educación de nuestro contexto.

- **Observaciones para MAC secundaria.** Se realizaron unas pruebas (ANEXO C) para observar el funcionamiento del Mac Secundaria probando cada función del software a continuación se presenta una tabla que muestra el resultado a las pruebas realizadas:

Tabla 32. Resultado pruebas para MAC Secundaria

FUNCIONES	SIRVE	SIRVE PARCIALMENTE	NO SIRVE	OBSERVACIONES	DESCRIPCION
Usuario - Cambiar contraseña	x				
Usuario- Administrar contenidos	x				
Usuario- Administrar usuarios		x		Sugerencia no funcional	Cambiar identificador de usuario por nombre de usuario.
Usuario- Cambio de usuario	x				
Usuario-Cerrar MAC	x				
Ver-Consultar Bitácora	x			Error no funcional	Botón cerrar bitácora no está visible
Ver-Glosario	x				
Ver-Nivel-Lector	x				
Ver-Nivel- Investigador		X		Confunde los modelos de otros temas	

FUNCIONES	SIRVE	SIRVE PARCIALMENTE	NO SIRVE	OBSERVACIONES	DESCRIPCION
Ver-Nivel- Cerrar Nivel	x				
Ver-Nivel- Experimentador		x		Confunde los modelos de otros temas	
Ver-Imágenes	x				
Ver-Videos	x				
Herramientas- Comparte Inquietudes	x				
Herramientas- Buscador Web Local			x	No carga páginas, no busca páginas.	
Herramientas- Crear Clase	x				
Herramientas- Reporte	x				
Herramientas- Generar Registros- Exportar Contenido		x		Sugerencia funcional	Seria de mayor ayuda el poder exportar por temas no toda la base de datos como se está realizando
Herramientas- Generar Registros- Exportar Glosario		x			
Herramientas- Actualizar Registros- Importar Contenido		x		Sugerencia funcional	Sería mejor importar por temas.
Herramientas-		x			

FUNCIONES	SIRVE	SIRVE PARCIALMENTE	NO SIRVE	OBSERVACIONES	DESCRIPCION
Actualizar Registros- Importar Glosario					

Observaciones.

- Las preguntas no funcionan no muestra las preguntas.
- Se realizó otra prueba de red donde el software respondió de forma correcta en el ámbito de cliente – servidor.
- Los botones de la barra de funciones cumplen los requisitos para los cuales fueron creados.

4.2.2 Objetivos MAC ambiental. Después de realizar una revisión de la evolución que han tenido los MAC's, de centrar los esfuerzos en el MAC secundaria y de realizar las reuniones con el director y la codirectora del proyecto se tomaron como objetivos esenciales del MAC ambiental:

Tabla 33. Objetivo del sistema 1

OBJ. 1	Permitir la publicación de páginas web y de recursos multimedia para presentar contenidos teóricos asociados a la educación ambiental de sexto a undécimo grado.
Descripción	La herramienta debe permitir agregar, modificar y eliminar temas, temáticas por medio de páginas web y sus respectivos componentes de apoyo como son imagines, modelos, videos, etc.

Tabla 34. Objetivo del sistema 2

OBJ. 2	Facilitar el desarrollo de experimentos simulados (con animadores), con interactividad y posibilidades de modificación e incrementos por parte del profesor.
Descripción	La herramienta permitirá mostrar modelos desarrollados con Evolución dando la posibilidad de editar el modelo y ser modificado por parte del profesor.

Tabla 35. Objetivo del sistema 3

OBJ. 3	Ofrecer ambientes de experimentos a partir de modelos desarrollados con dinámica de sistemas, integrándolos con la información teórica presentada.
Descripción	La herramienta mostrara los contenidos principales clasificándolos según la forma de presentación en tres niveles: lector, experimentador e investigador. Teniendo presente que la información debe estar orientada con los lenguajes de documentación en dinámica de sistema como son: prosa, influencias, flujo-nivel, ecuaciones y comportamiento. Para hacer posible la creación de ambientes de experimentación a través de la interacción con dichos modelos y sus características.

Tabla 36. Objetivo del sistema 4

OBJ. 4	Apoyar la gestión educativa
Descripción	La herramienta proporcionara la posibilidad de administrar usuarios (profesores, estudiantes) y relacionarlos a algún curso de sexto a once.

Tabla 37. Objetivo del sistema 5

OBJ. 5	Facilitar la elaboración y desarrollo de clases estructuradas por el profesor, según lo demande el proceso de aprendizaje de un grupo en particular.
Descripción	El software permitirá crear clases en los temas a través de la selección de las temáticas que el profesor desea que el estudiante trabaje.

Tabla 38. Objetivo del sistema 6

OBJ. 6	Proporcionar un espacio de comunicación entre los estudiantes y profesor-estudiante; promoviendo procesos de aprendizaje colaborativo.
Descripción	La herramienta proporcionará espacios de comunicación a través del correo y del foro de inquietudes.

Tabla 39. Objetivo del sistema 7

OBJ.7	Presentar información adicional que complementen los contenidos por medio de enlaces de páginas web.
Descripción	La herramienta ofrecerá documentación de sitios adicionales (enlaces a páginas web) donde se encontrara información que complemente los contenidos tratados.

Tabla 40. Objetivo del sistema 8

OBJ. 8	Facilitar la búsqueda de un tema o un recurso disponible en el software.
Descripción	La herramienta permitirá la búsqueda por medio de términos de las temáticas existentes en el software.

Tabla 41. Objetivo del sistema 9

OBJ. 9	Apoyar el seguimiento por parte del profesor del proceso de aprendizaje de cada uno de los estudiantes dejando un registro de esto.
Descripción	La herramienta facilitara el seguimiento por parte del profesor de las actividades desarrolladas y las temáticas tratadas por el estudiante.

Tabla 42. Objetivo del sistema 10

OBJ. 10	Ofrecer información que apoye el aprendizaje de conceptos fundamentales de dinámica de sistemas.
Descripción	La herramienta ofrecerá un tutorial donde se traten los conceptos fundamentales de dinámica de sistemas.

Tabla 43. Objetivo del sistema 11

OBJ. 11	Permitir la consulta de significados asociados al calentamiento global.
Descripción	La herramienta tendrá una aplicación donde se puede encontrar el significado a términos relacionados al calentamiento global. Será una especie de diccionario.

Tabla 44. Objetivo del sistema 12

OBJ. 12	Permitir la búsqueda de información adicional.
Descripción	La herramienta incluirá un buscador con información adicional a la que tiene el software acerca de los temas.

4.2.3 Actores del sistema. Para el MAC ambiental existen tres tipos de actores del sistema cada uno con unas funciones y permisos específicos:

Tabla 45. Actores del sistema

ACTORES	DESCRIPCION	FUNCIONES QUE REALIZA
Administrador	Es el administrador del sistema en general.	Es el único usuario que tiene acceso a casi todas las funciones del software en excepción de la creación de clases y la bitácora. Entre las funciones exclusivas de el administrador se tienen: <ul style="list-style-type: none"> • Administrar usuarios • Administrar cursos
Profesor	Es el usuario que más se beneficia con la herramienta ya que se creó para apoyar su labor pedagógica.	Puede modificar contenidos crear clases y acceder a las otras funciones del software, con excepción de administrar usuarios. Entre las funciones exclusivas del usuario profesor se tienen: <ul style="list-style-type: none"> • Crear clase • Administrar bitácora
Estudiante	Es el usuario que utiliza el	Este tipo de usuario no puede

ACTORES	DESCRIPCION	FUNCIONES QUE REALIZA
	software para ampliar sus conocimientos; los contenidos temáticos y temas fueron creados para él.	administrar usuarios, administrar cursos, administrar contenidos, crear clases ni ver la bitácora. Tiene permisos restringidos.

4.2.4 Caso de uso sistema general. Después de analizar los objetivos del MAC Ambiental se procede a desarrollar los principales casos de uso de los usuarios con el sistema en general.

Figura 83. Casos de uso sistema general estudiante

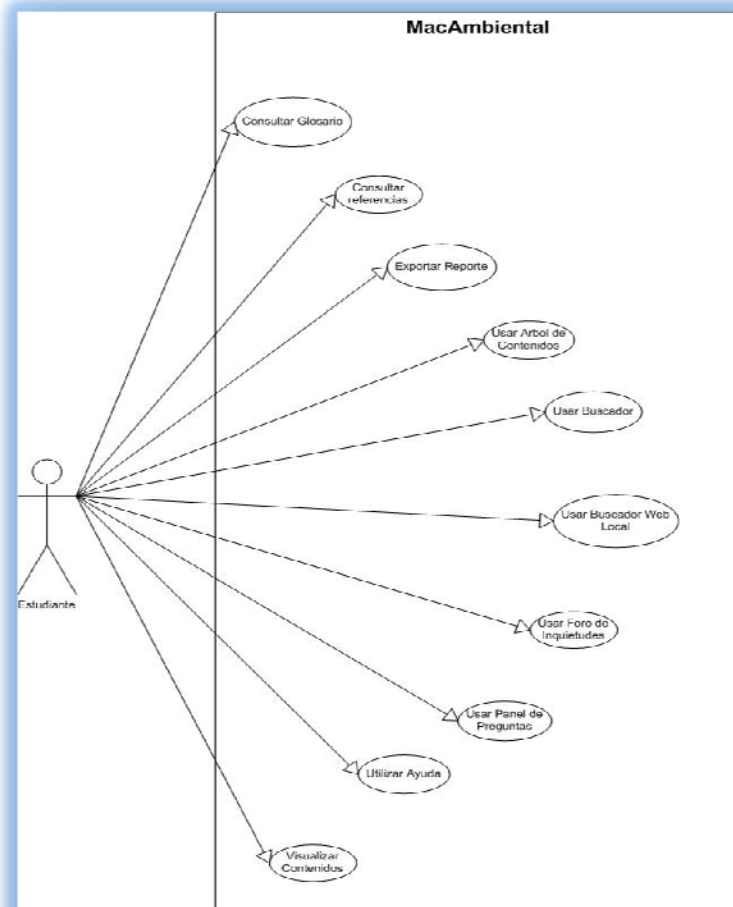


Figura 84. Casos de uso sistema general profesor

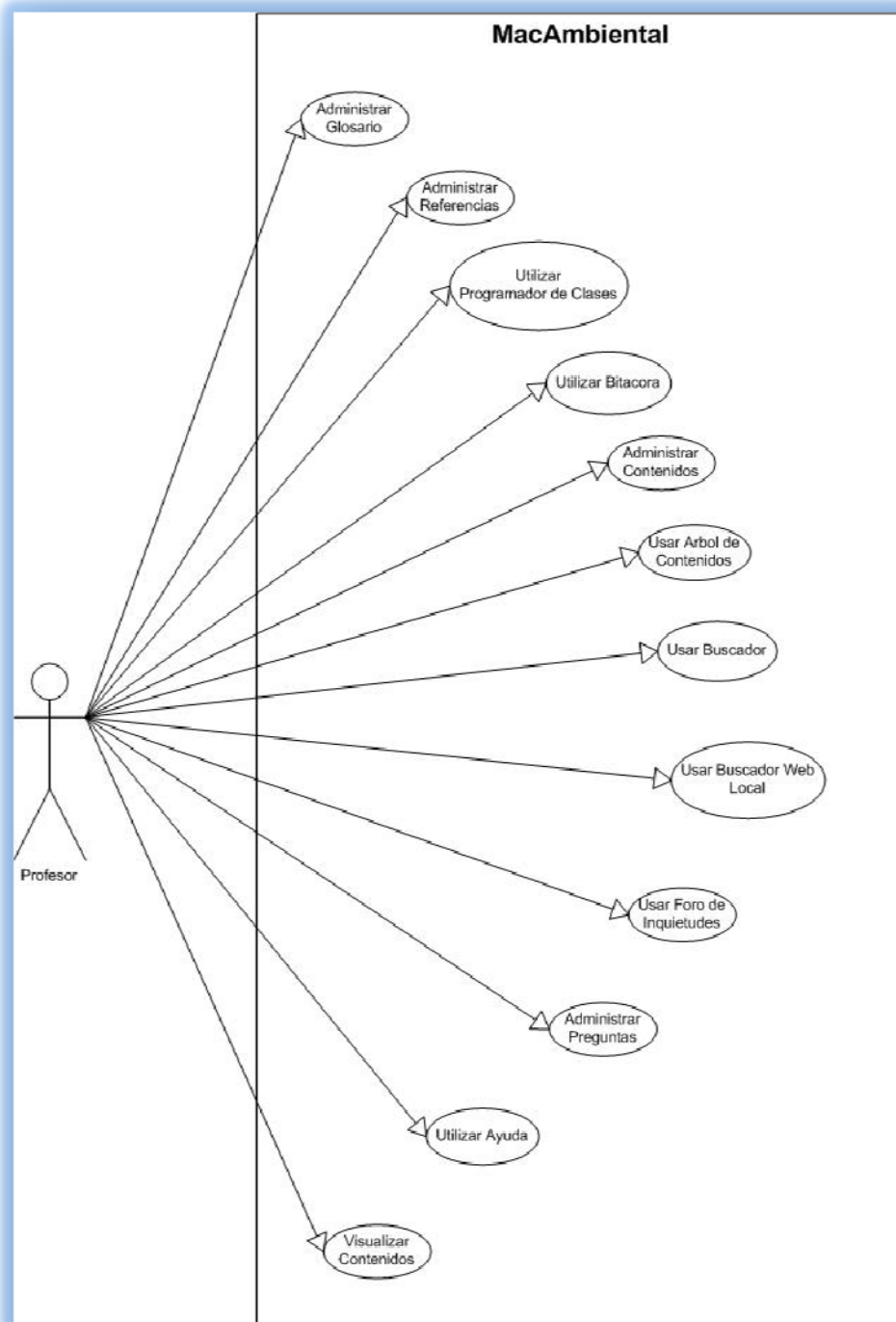
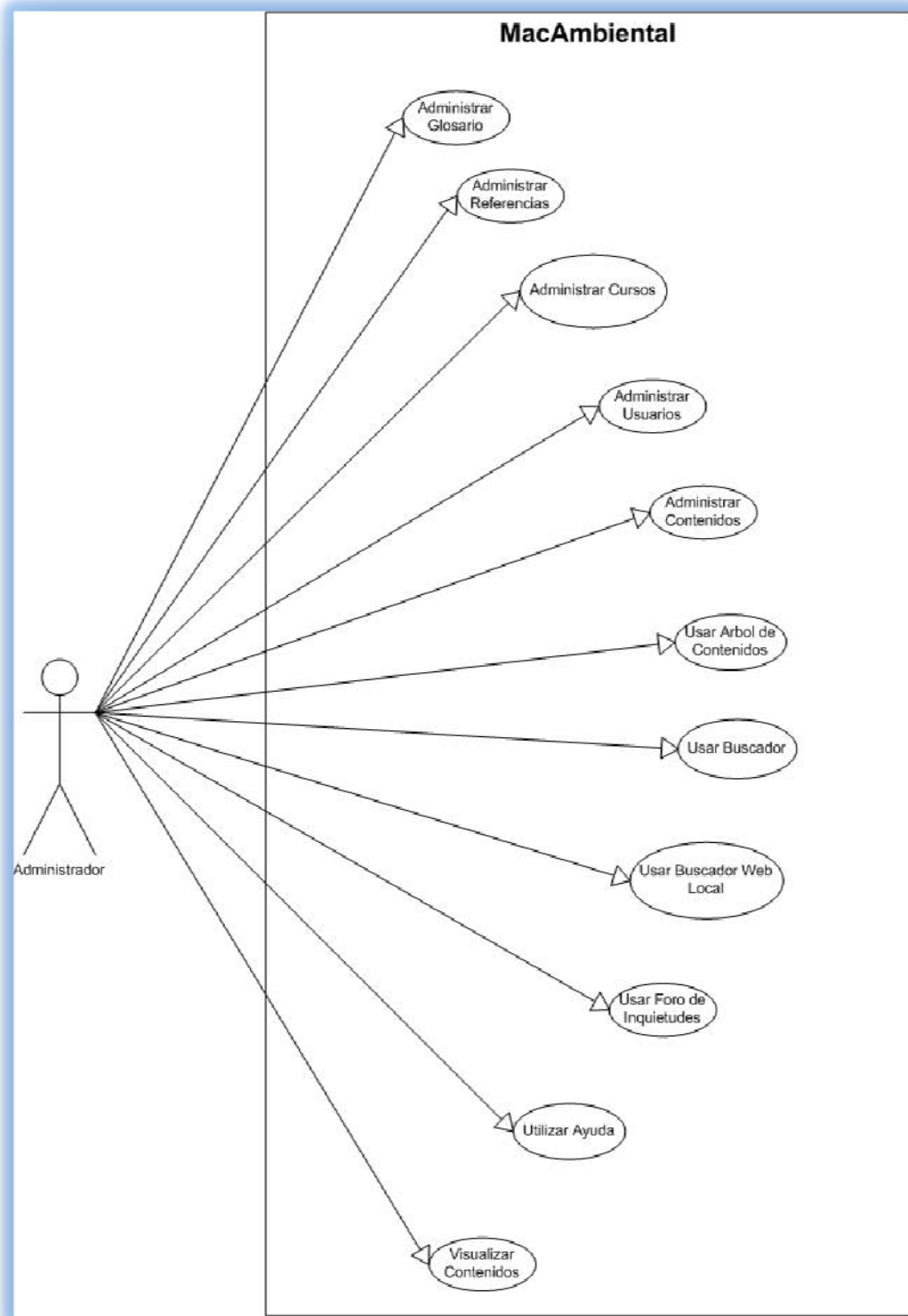


Figura 85. Casos de uso sistema general administrador



En las figuras anteriores se puede observar los diferentes permisos que tienen los usuarios en el sistema.

4.3 FASE ELABORACION.

En esta fase se trabajara inicialmente con los requisitos del sistema y se hace una breve descripción del MAC ambiental, se profundizaran los casos de uso trabajados en la fase anterior; además; se desarrolla el diagrama entidad-relación y por último el diagrama de referencias de la base de datos. En general en esta fase se centra principalmente en el análisis.

4.3.1 Requisitos del sistema. En esta etapa se analizan los objetivos y los casos de uso tratados en la fase anterior y se llega a los requisitos del MAC ambiental que se especifican a continuación cada requisito está asociado a los objetivos detallados en la fase de inicio:

Tabla 46. Requisito del sistema 1

REQ. 1	Permitir iniciar la aplicación con tres tipos de usuario (administrador, profesor y estudiante) y guardar su respectiva información.
Objetivos asociados:	OBJ. 4
Funciones asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> • Crear usuario • Modificar usuario
Descripción:	La herramienta almacenara la información de los diferentes usuarios creados y modificados por el administrador. Los otros tipos de usuarios (profesor, estudiante) solo podrán cambiar su contraseña.
Datos asociados:	<ul style="list-style-type: none"> • Nombres • Documento de identidad • Email • Dirección • Teléfono

REQ. 1	Permitir iniciar la aplicación con tres tipos de usuario (administrador, profesor y estudiante) y guardar su respectiva información.
	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de usuario • Contraseña • Curso al que pertenece (Solo usuarios estudiantes)

Tabla 47. Requisito del sistema 2

REQ. 2	Administrar los contenidos del software
Objetivos asociados:	OBJ. 1 OBJ. 2 OBJ. 3 OBJ. 5
Funciones asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> • Crear temática • Modificar temática • Crear tema • Modificar tema
Descripción:	Se permitirá crear o modificar los contenidos del software a usuarios administrador y profesor
Datos asociados:	<ul style="list-style-type: none"> • Temática • Tema • Modelos • Imágenes • Bibliografía • Clases (solo administradas por los usuarios profesor)

Tabla 48. Requisito del sistema 3

REQ. 3	Ofrecer la posibilidad de interactuar con modelos desarrollados con dinámica de sistemas para que los estudiantes tengan un aprendizaje más significativo.
Objetivos asociados:	OBJ. 2 OBJ. 3
Funciones asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> • Agregar experimento • Modificar experimento

REQ. 3	Ofrecer la posibilidad de interactuar con modelos desarrollados con dinámica de sistemas para que los estudiantes tengan un aprendizaje más significativo.
	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar experimento • Agregar modelo • Modificar modelo • Eliminar modelo
Descripción:	La herramienta presentara de forma integrada los lenguajes de documentación de modelos desarrollados con dinámica de sistemas para ofrecer un ambiente de experimentación y entender de una forma más claras las temáticas y los temas abarcados en los grados de secundaria al interactuar con dichos modelos y sus diferentes formas de presentación.
Datos asociados:	<ul style="list-style-type: none"> • Lenguaje prosa • Diagrama de influencias • Diagrama de flujo-nivel • Lenguaje de comportamiento • Lenguaje de ecuaciones

Tabla 49. Requisito del sistema 4

REQ. 4	Mostrar las temáticas y los temas en forma de árbol.
Objetivos asociados:	OBJ. 1
Funciones asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> • Árbol de contenidos
Descripción:	Se mostraran los contenidos de forma ordenada en un árbol donde al seleccionar cada temática se desplieguen los temas que la componen.
Datos asociados:	<ul style="list-style-type: none"> • Temática • Tema • Clase programada (Serán contenidos filtrados para los estudiantes)

Tabla 50. Requisito del sistema 5

REQ. 5	El sistema deberá ofrecer una aplicación para generar clases por parte del profesor.
Objetivos asociados:	OBJ. 5
Funciones asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> • Agregar temática • Quitar temática • Agregar tema • Quitar tema • Crear clase
Descripción:	La herramienta permitirá crear clases con las que trabajaran los estudiantes asignados al curso donde el profesor creo la clase
Datos asociados:	<ul style="list-style-type: none"> • Clase • Temática • Tema • Título de la clase • Fecha de clase

Tabla 51. Requisito del sistema 6

REQ. 6	Dar la posibilidad de interactuar con el punto de vista de otros usuarios acerca de un tema en particular a través del foro de inquietudes
Objetivos asociados:	OBJ. 6
Funciones asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> • Crear inquietud • Participar en el foro de inquietudes
Descripción:	Los usuarios podrán proponer temas de discusión y contestar temas propuestos, en un foro abierto para todos.
Datos asociados:	<ul style="list-style-type: none"> • Inquietudes

Tabla 52. Requisito del sistema 7

REQ. 7	Permitir a usuarios profesores enviar sugerencias y recomendaciones a sus estudiantes.
Objetivos asociados:	OBJ. 6
Funciones asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> • Crear mensaje • Enviar mensaje, sugerencia o recomendación.
Descripción:	La herramienta dará a los profesores la posibilidad de comunicarse directamente con sus estudiantes enviando sugerencias y recomendaciones, a través de mensajes.
Datos asociados:	<ul style="list-style-type: none"> • Asunto • Mensaje

Tabla 53. Requisito del sistema 8

REQ. 8	Ofrecer a los usuarios la posibilidad de interactuar con información adicional a la presentada por los contenidos.
Objetivos asociados:	OBJ. 7 OBJ. 12
Funciones asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> • Indexar páginas web • Buscar información con palabras claves
Descripción:	La herramienta ofrecerá un buscador web local donde estarán incluidas páginas que profundizaran los contenidos presentados. Además se ofrecerán en la bibliografía enlaces a páginas web que permitirán resolver inquietudes sobre el tema que se está estudiando.
Datos asociados:	<ul style="list-style-type: none"> • Dirección web

Tabla 54. Requisito del sistema 9

REQ. 9	Proporcionar a los usuarios la facilidad de encontrar un tema o una temática contenida en el Software
Objetivos asociados:	OBJ. 8
Funciones asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar temática o tema
Descripción:	Los usuarios podrán buscar temáticas y temas existentes en la herramienta por medio de un buscador con palabras indexadas ubicado arriba del árbol de contenidos.
Datos asociados:	<ul style="list-style-type: none"> • Términos claves

Tabla 55. Requisito del sistema 10

REQ. 10	Facilitarles a los profesores el seguimiento del proceso de aprendizaje de los estudiantes.
Objetivos asociados:	OBJ. 9
Funciones asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> • Agregar comentario a estudiante (concepto profesor)
Descripción:	La herramienta permitirá realizar un seguimiento por parte del profesor de las actividades realizadas por sus estudiantes, y dar un concepto de esto.
Datos asociados:	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción del evento • Fecha realización evento

Tabla 56. Requisito del sistema 11

REQ. 11	Ofrecer a los usuarios un espacio donde puedan adquirir los conocimientos esenciales de dinámica de sistemas
Objetivos asociados:	OBJ. 10
Funciones asociadas:	
Descripción:	Se diseñara un tutorial de D.S. acorde a los contenidos de la herramienta y se colocara a disposición del usuario
Datos asociados:	

Tabla 57. Requisito del sistema 12

REQ. 12	Proporcionar la consulta de significados de términos asociados al cambio global.
Objetivos asociados:	OBJ. 11
Funciones asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar termino • Agregar termino • Modificar termino • Eliminar termino
Descripción:	La herramienta ofrecerá una especie de diccionario donde se encontrara el significado a términos asociados al cambio global. Este glosario solo será administrado por los usuarios profesor y administrador. Los usuarios estudiantes simplemente podrán buscar los términos y visualizar su significado.
Datos asociados:	<ul style="list-style-type: none"> • Termino • Significado

Tabla 58. Requisito del sistema 13

REQ. 13	Permitir evaluar el trabajo de los estudiantes por medio de preguntas.
Objetivos asociados:	OBJ. 9
Funciones asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> • Crear pregunta • Responder pregunta
Descripción:	El software ofrecerá al profesor una herramienta para la evaluación del rendimiento del estudiante. Las preguntas solo pueden ser creadas por los profesores y los únicos que pueden responderlas son los estudiantes.
Datos asociados:	<ul style="list-style-type: none"> • Pregunta guía • Pregunta puntual • Respuesta

4.3.2 Descripción requisitos de plataforma. MACS ambiental está conformado por un conjunto de formularios que se han desarrollado en Borland Delphi 7.0; en estos formularios se realiza la captura de datos que ingresan los usuarios, se

procesa la información y se presentan respuestas a los diferentes tipos de usuarios.

En general, la herramienta presenta tipos de archivos como:

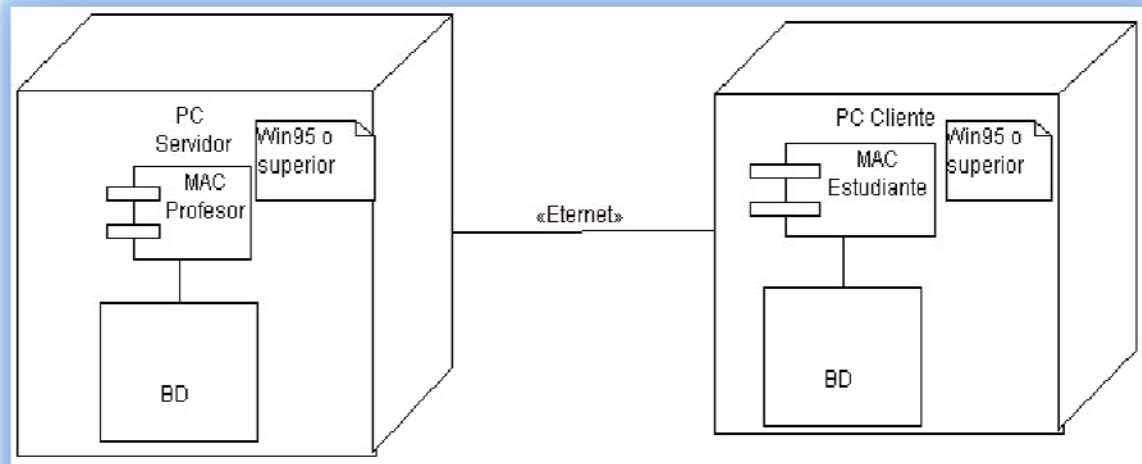
- Páginas html. Estas páginas visualizan los contenidos del área Ciencias de la Naturaleza de sexto a undécimo grado. También se encuentran páginas que hacen parte del material de consulta
- Modelos. Modelos de D.S que representan fenómenos relacionados con las temáticas mostradas en las páginas HTML, se elaboraron en Evolución 3.5.

Material de consulta: consta de:

- Videos. Como su nombre lo indica son videos de temas específicos que sirven para profundizar más el estudio de determinada temática o tema.
- Imágenes. Son ilustraciones de diversas cosas: Plantas, animales, etc. Al igual que los videos acompañan a las temáticas ó a los temas para su mayor entendimiento.
- Bibliografía. Páginas con enlaces web para ampliar la información sobre el tema en estudio.
- Formularios. Utilizados para visualizar información, enviar solicitudes y visualizar respuestas.

La figura 9 presenta el diagrama de despliegue para identificar los requisitos de plataforma del MAC ambiental.

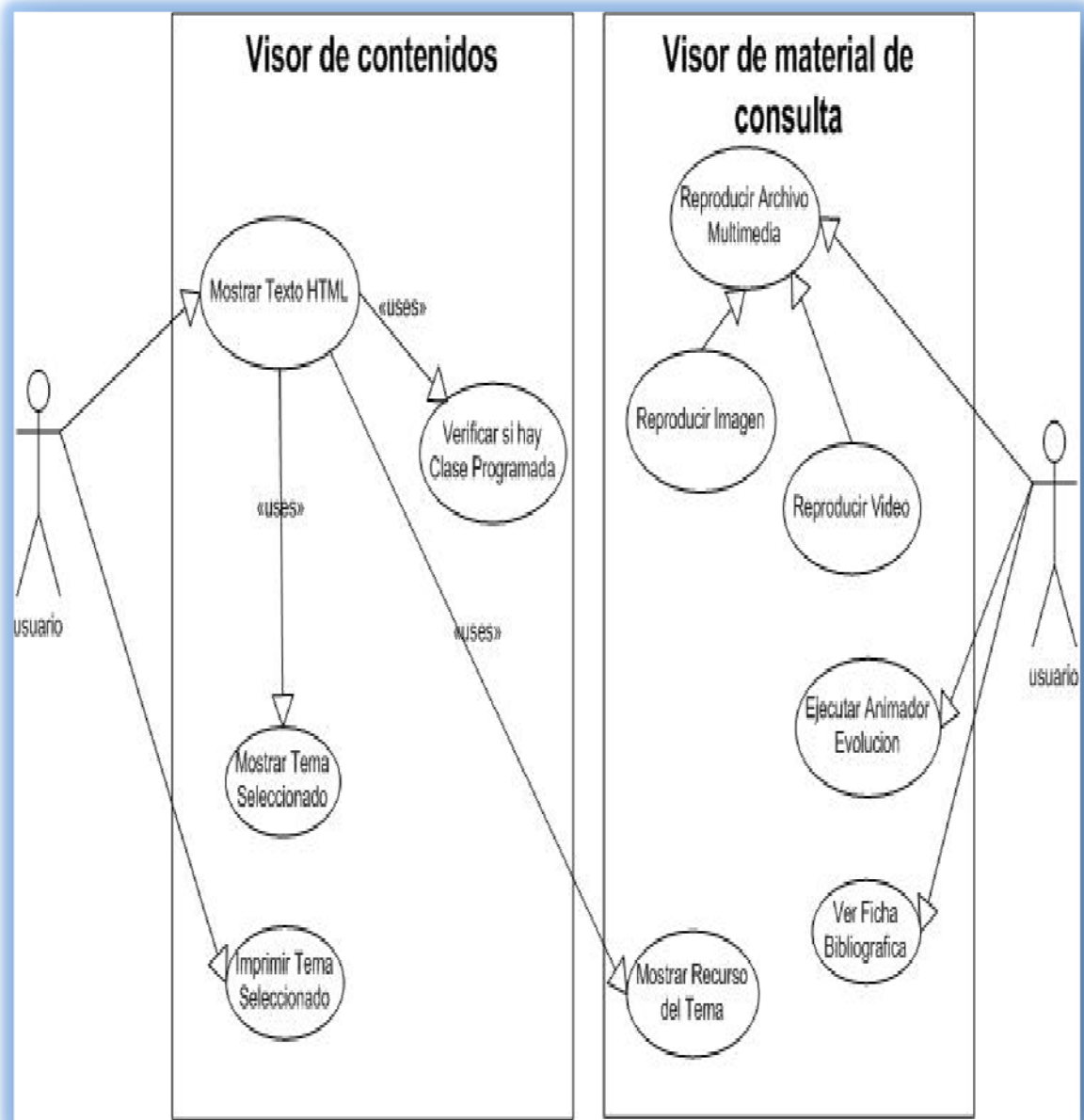
Figura 86. Diagrama de despliegue requisitos plataforma



4.3.3 Profundización casos de uso. En este subcapítulo se analizan los objetivos, los requerimientos y las especificaciones tratadas anteriormente y basados en esto se diseñan los casos de uso, algunos diagramas de actividades y de clases que explican el MAC más detalladamente.

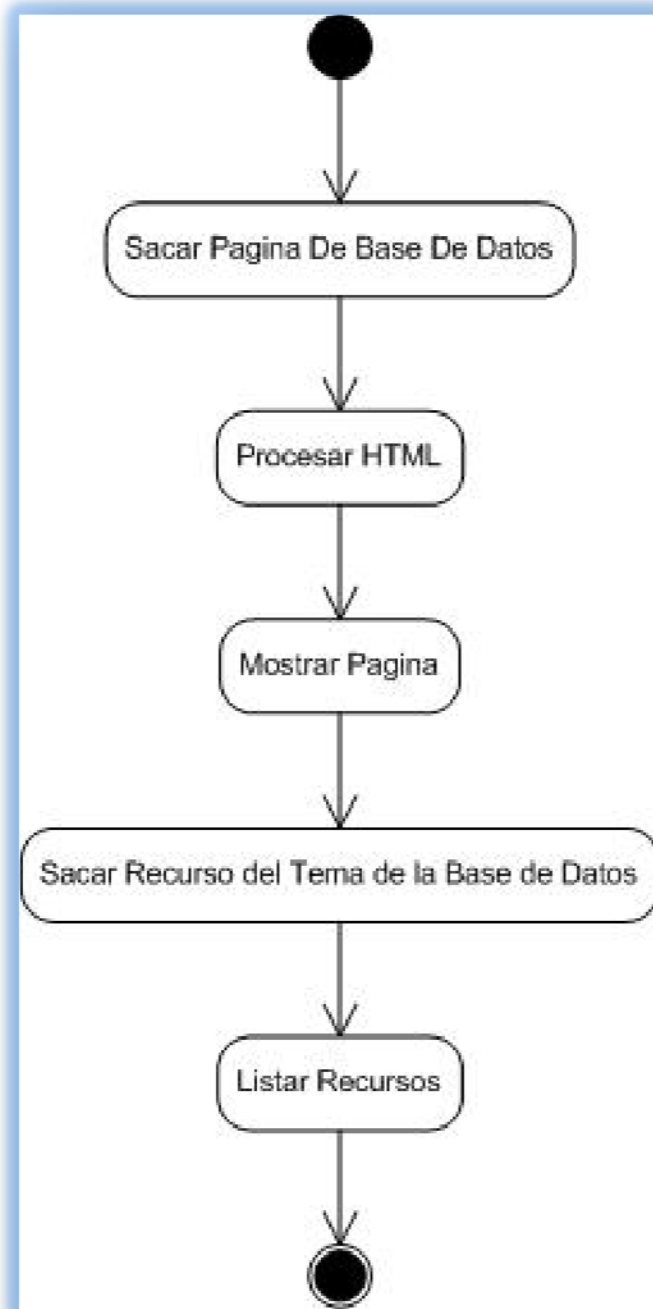
- **Diagramas que comparten los tres usuarios.** En esta parte se mostraran los casos de uso y algunos otros diagramas que tienen en común los tres usuarios del sistema (Administrador, profesor, estudiante):
- **Visor de contenidos.** En esta área el usuario puede visualizar contenidos (paginas HTML) enriquecidas con imágenes, además el material de consulta muestra de forma organizada la documentación relacionada a los temas trabajados.

Figura 87. Caso de uso visor de contenidos y material de consulta



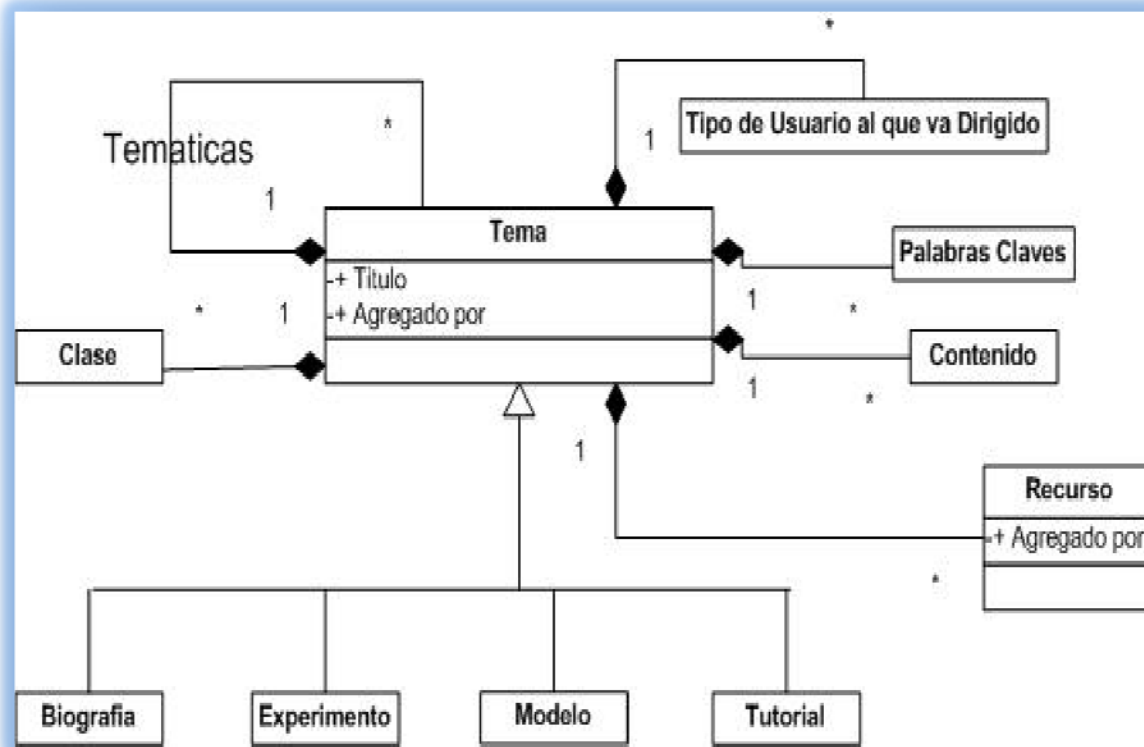
- **Diagrama de actividad: Mostrar tema seleccionado.** Aquí se detalla la forma como se extrae de la base de datos los contenidos de las diferentes temáticas y temas.

Figura 88. Diagrama de actividad mostrar tema seleccionado



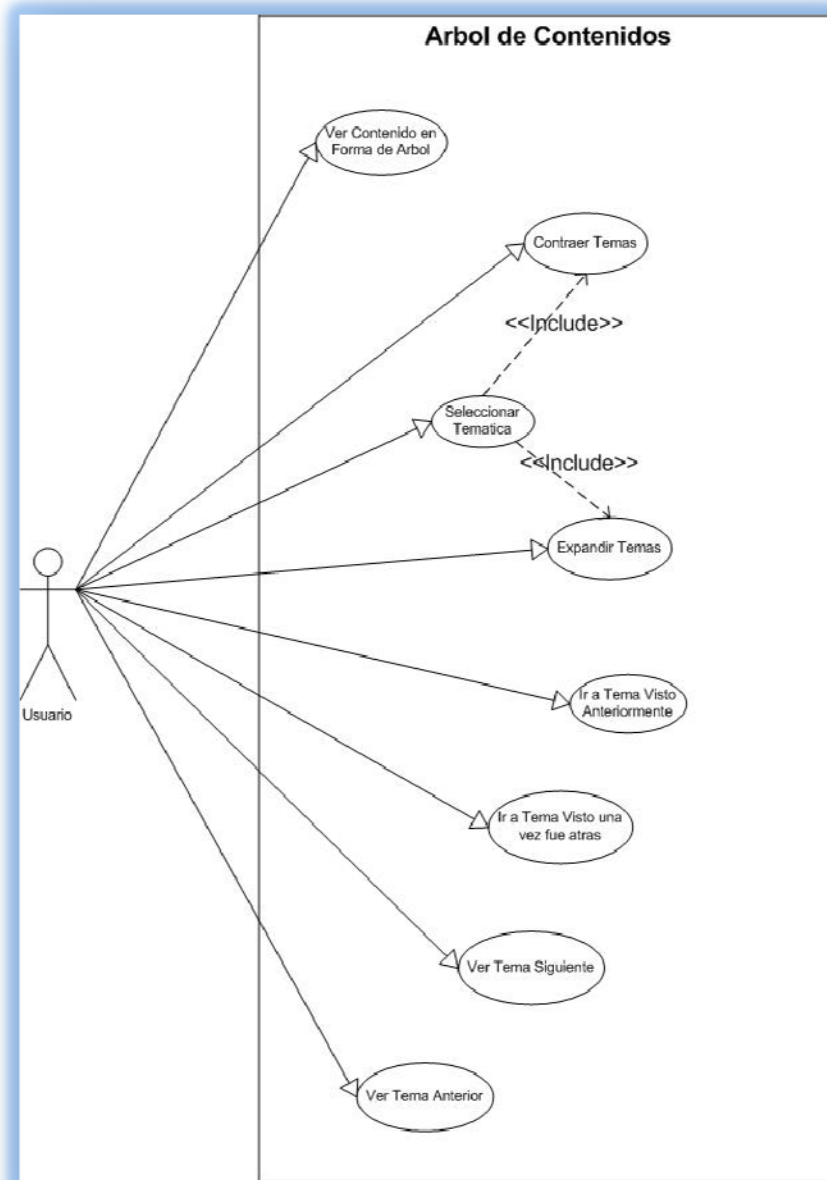
- **Diagrama de clase: Tema**

Figura 89. Diagrama de clase: Tema



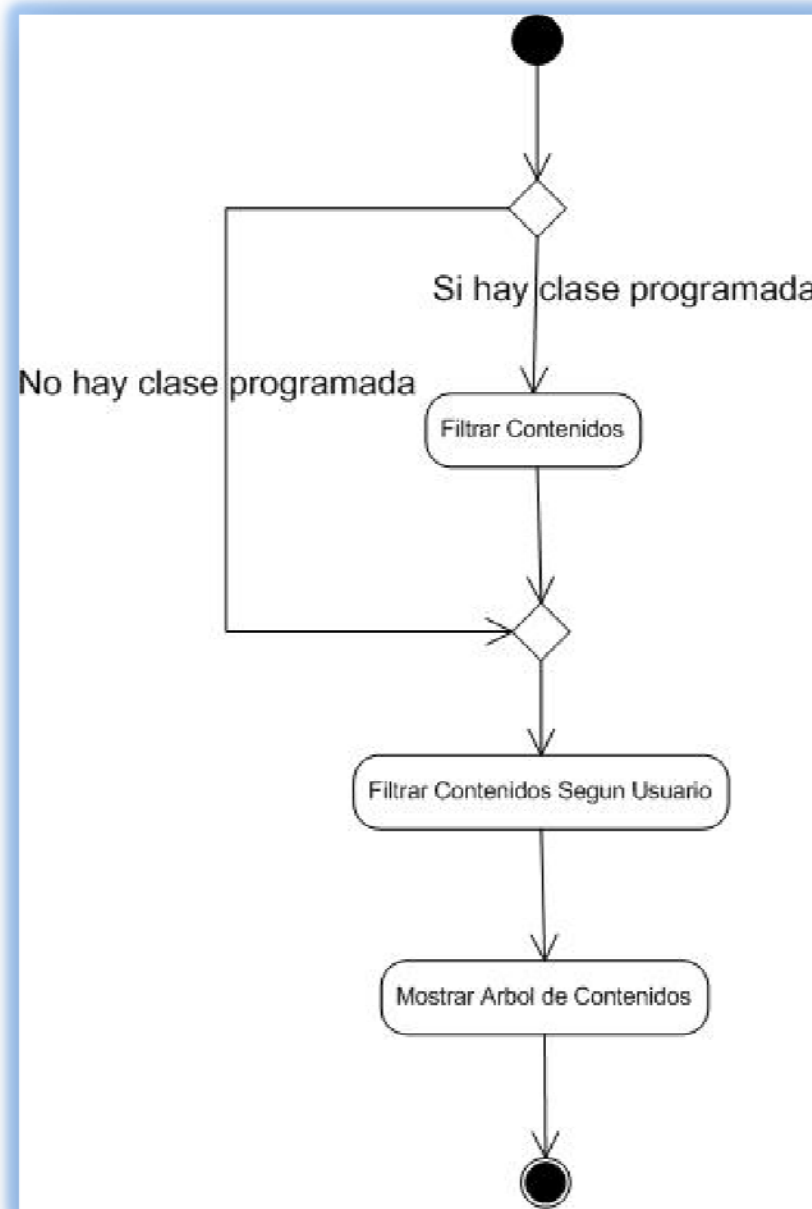
- **Árbol de contenidos.** Permite visualizar al usuario los contenidos en forma de árbol. Este árbol solo muestra al estudiante los temas que el profesor le programa para cada clase.

Figura 90. Caso de uso árbol de contenidos



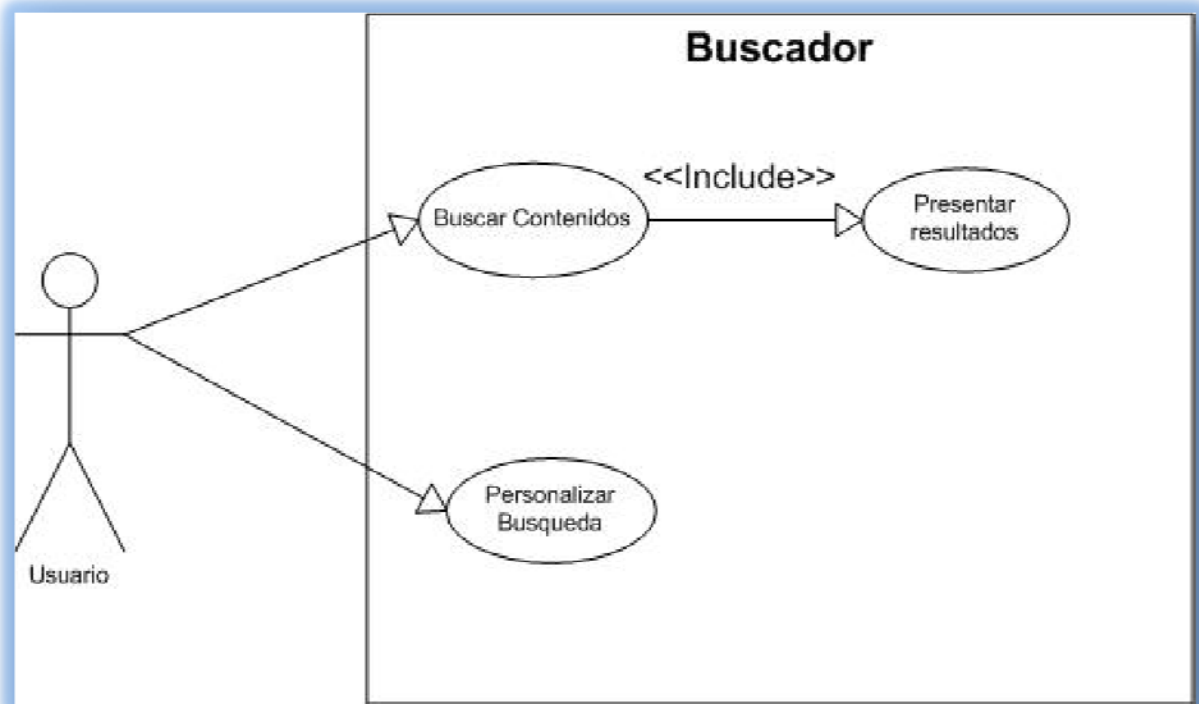
- **Diagrama de actividad mostrar contenido.** En este diagrama se filtran los contenidos dependiendo del tipo de usuario que quiera acceder a estos o si existan clases programadas.

Figura 91. Diagrama de actividad mostrar contenido



- **Buscador.** Permite buscar un contenido o material de consulta utilizando palabras claves.

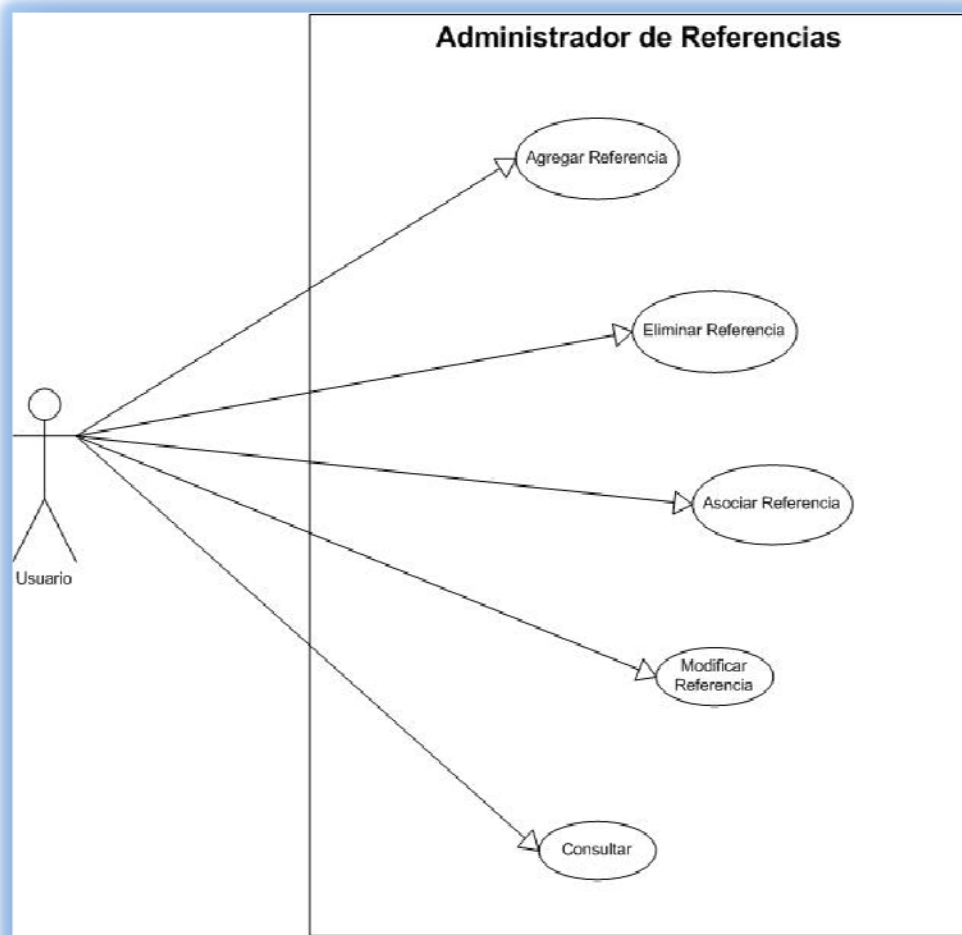
Figura 92. Caso de uso buscado



4.3.3.1 Casos de uso administrador y profesor. En esta parte se mostraran los casos de uso que los usuarios administradores y profesor tienen en común:

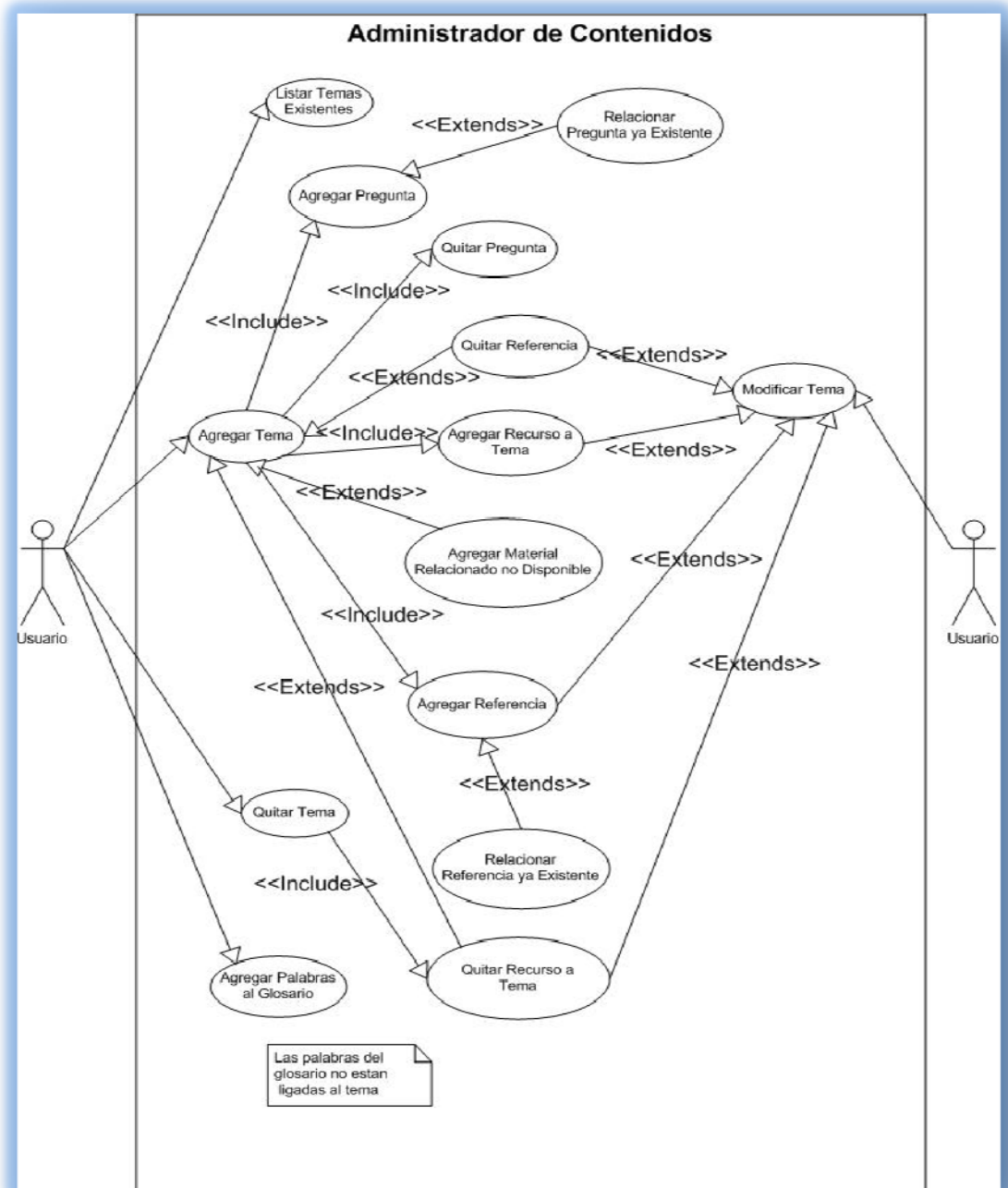
- **Administrador de referencias.** Permite a los usuarios gestionar la administración de las referencias y asociarlas a un tema.

Figura 93. Caso de uso administrador de referencias



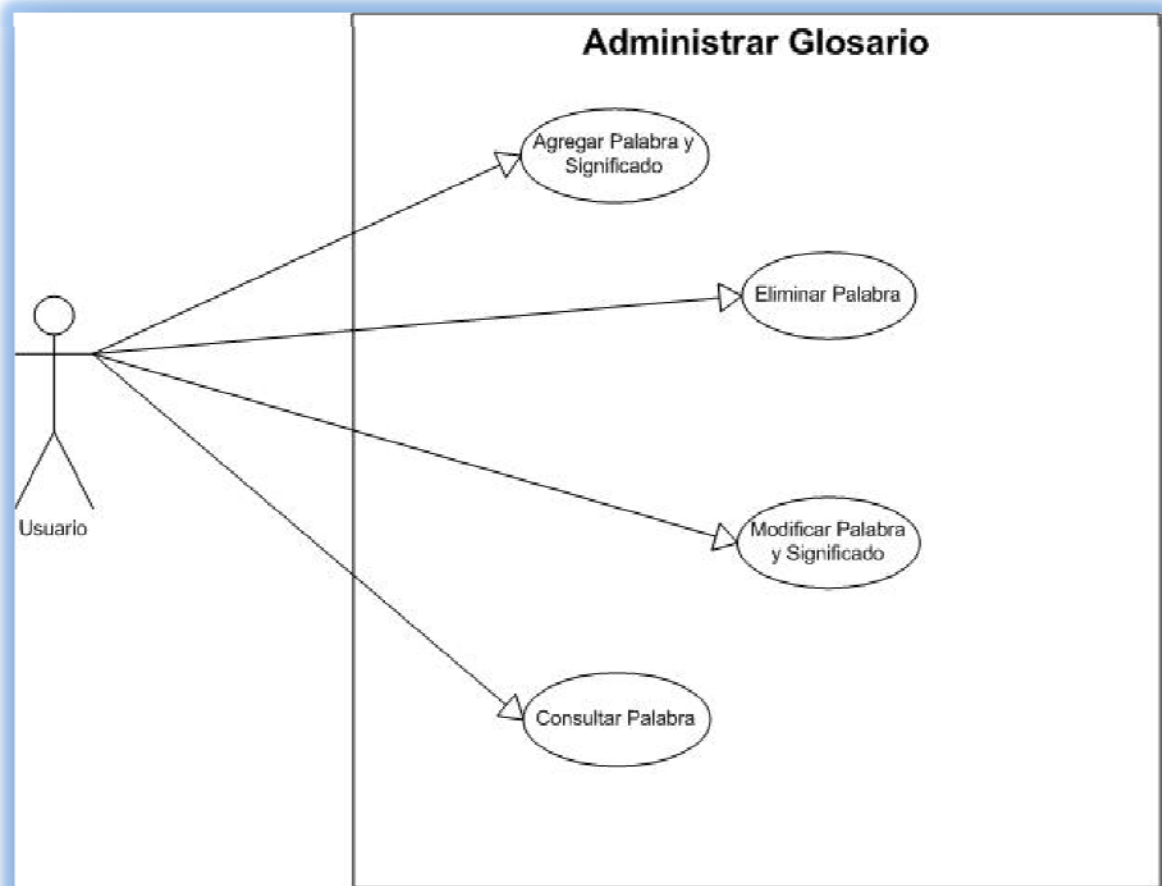
- **Administrador de contenidos.** Permite gestionar los temas, las temáticas y el material de consulta que estarán disponibles en el software.

Figura 94. Caso de uso administrador de contenidos



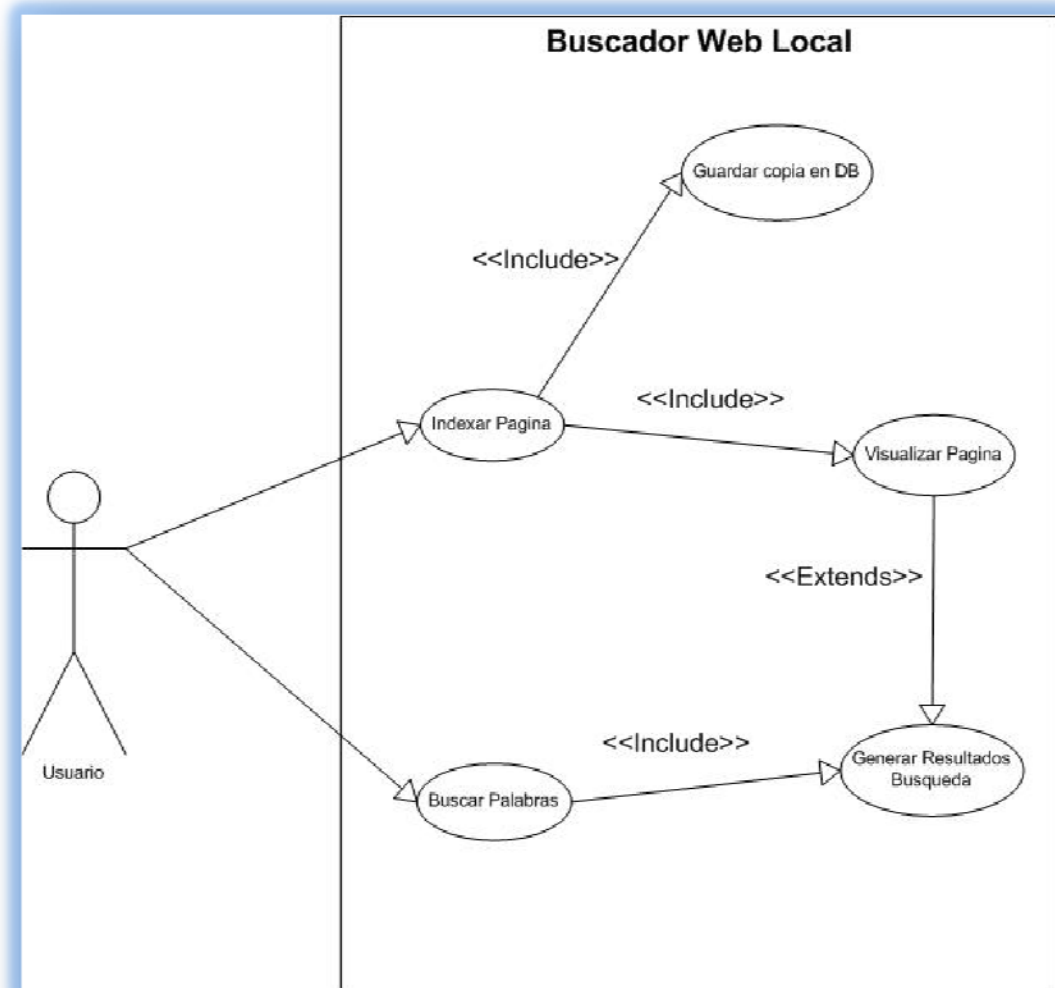
- **Administrar glosario.** Permite al usuario administrar una especie de diccionario con significado de palabras propias al calentamiento global.

Figura 95. Caso de uso administrar glosario



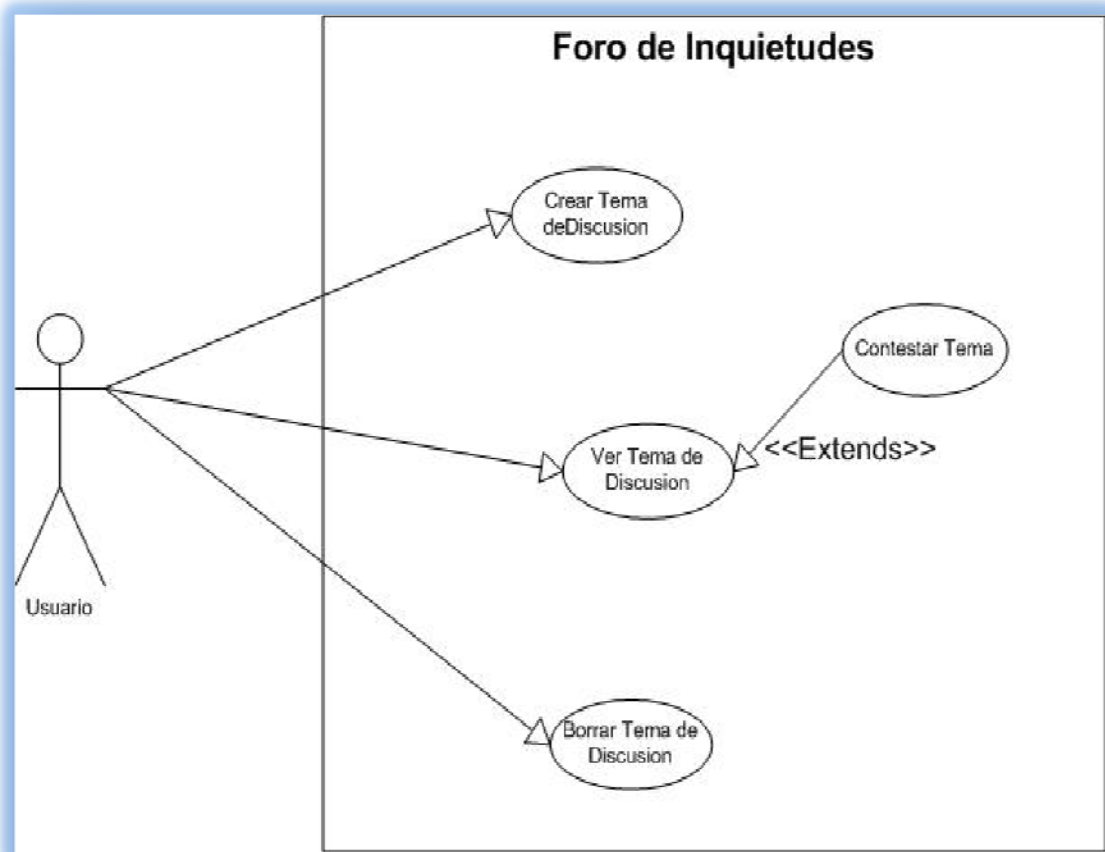
- **Administrador buscador web local.** Permite a los usuarios indexar paginas descargadas de internet por los usuarios profesor o administrador y guardarlas en la base de datos para después consultarlas a través de palabras claves.

Figura 96. Caso de uso administrar buscador web local



- **Administrador foro de inquietudes.** Permite la comunicación entre los profesores y estudiantes la opinión acerca de preguntas que pueden surgirle a cualquier usuario y de la misma forma cualquier usuario puede opinar sobre estas.

Figura 97. Caso de uso administrador foro de inquietudes

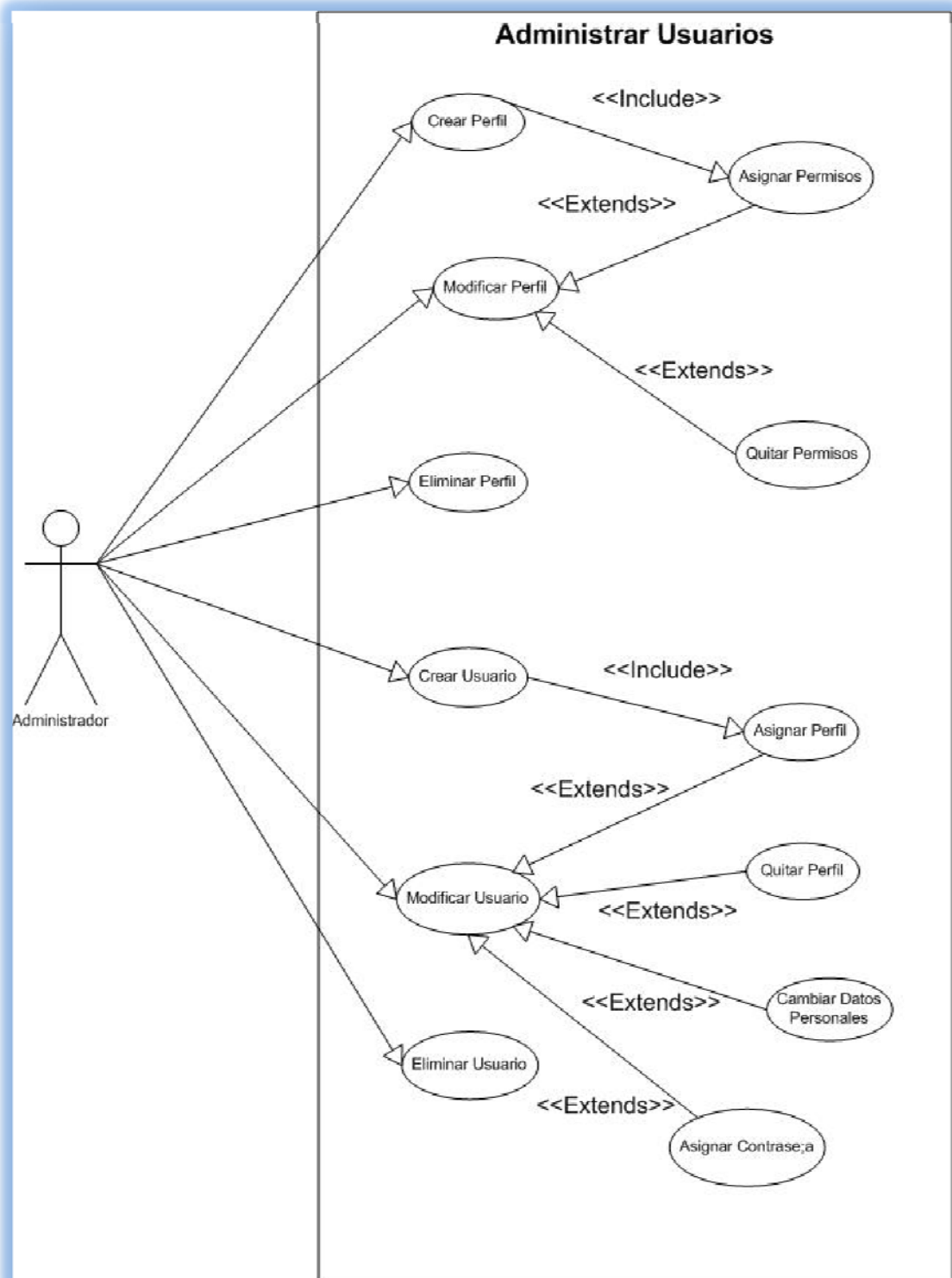


Para que esto funcione es necesario que exista si conexión a red.

4.3.3.2 Casos de uso administrador. En esta parte se especifican los casos de uso de los requerimientos que solo los usuarios administradores pueden trabajar.

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

Figura 98. Caso de uso administrar usuarios



- **Administrar cursos.** Permite gestionar todo lo relacionado con los cursos a cargo de un profesor.

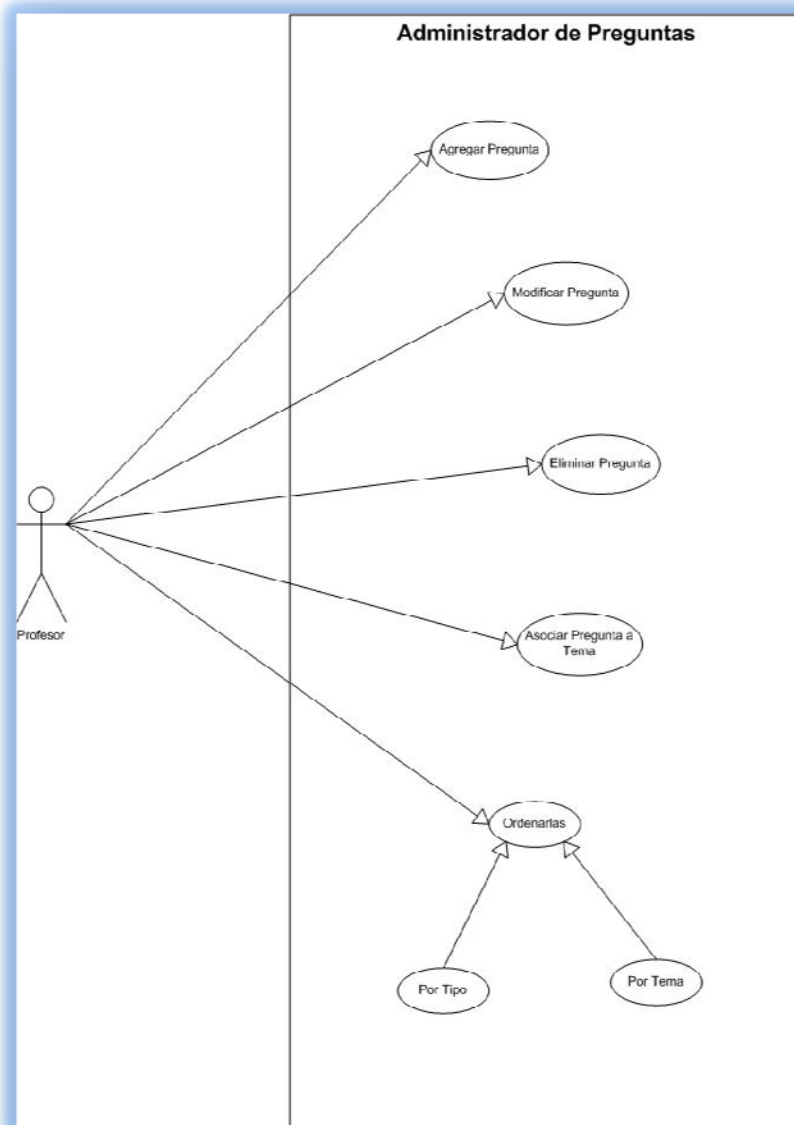
Figura 99. Caso de uso administrador de cursos



4.3.3.3 Casos de uso profesor. En esta parte se muestran los casos de uso específicos a los que solo tienen acceso los usuarios profesores.

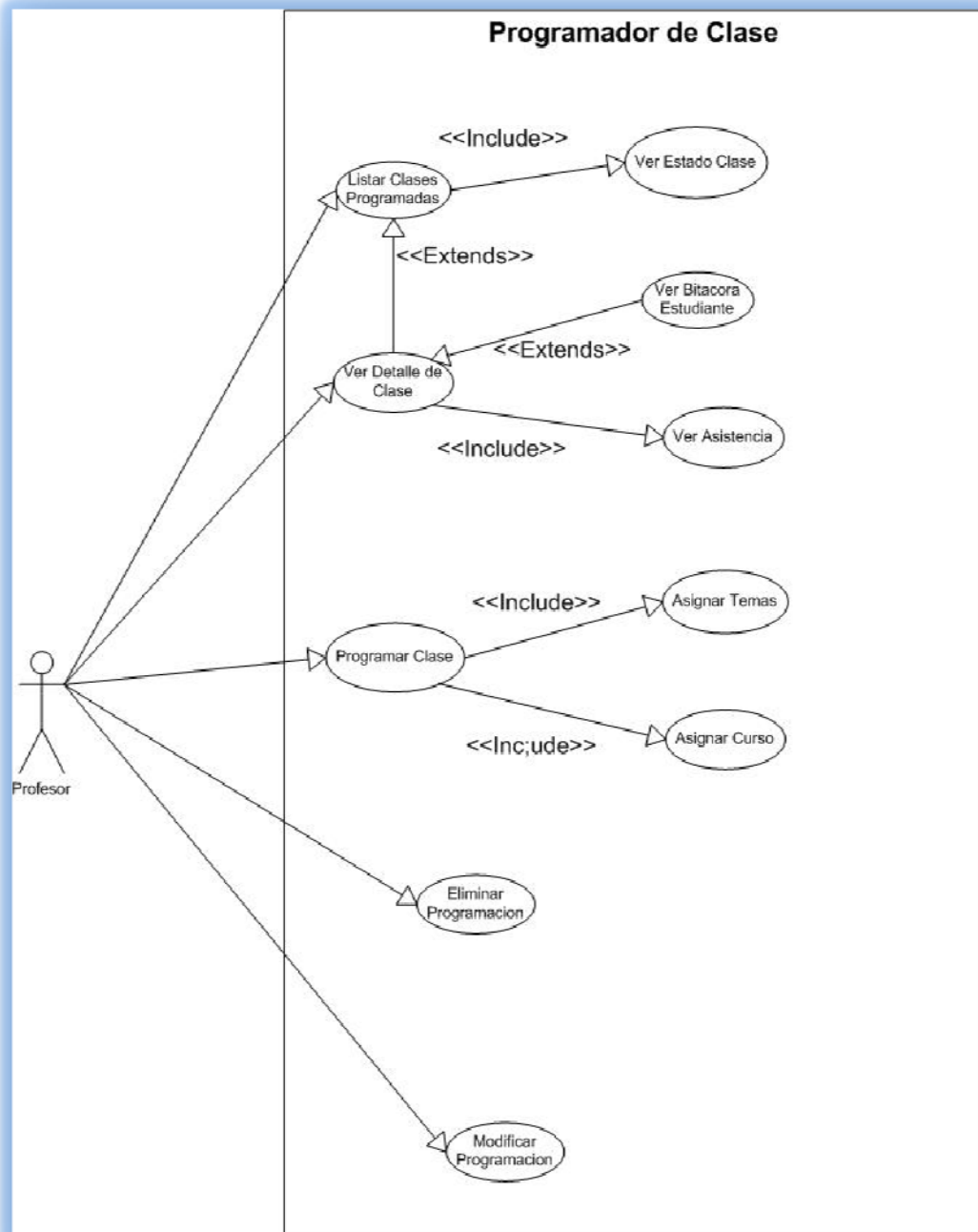
- **Administrador de preguntas.** Permite a los usuarios profesor administrar las preguntas guías y puntuales asociándolas a un tema o una temática.

Figura 100. Caso de uso administrar preguntas



- **Crear clases.** Permite al usuario profesor programar una clase, teniendo en cuenta tiempo disponible, curso, temas a estudiar.

Figura 101. Caso de uso programador de clases



- **Bitácora.** Es la forma en que el profesor lleva un seguimiento y evalúa las acciones que el estudiante realiza por medio de lo expuesto en sus diferentes respuestas a las preguntas guías, puntuales y planteamiento de inquietudes.

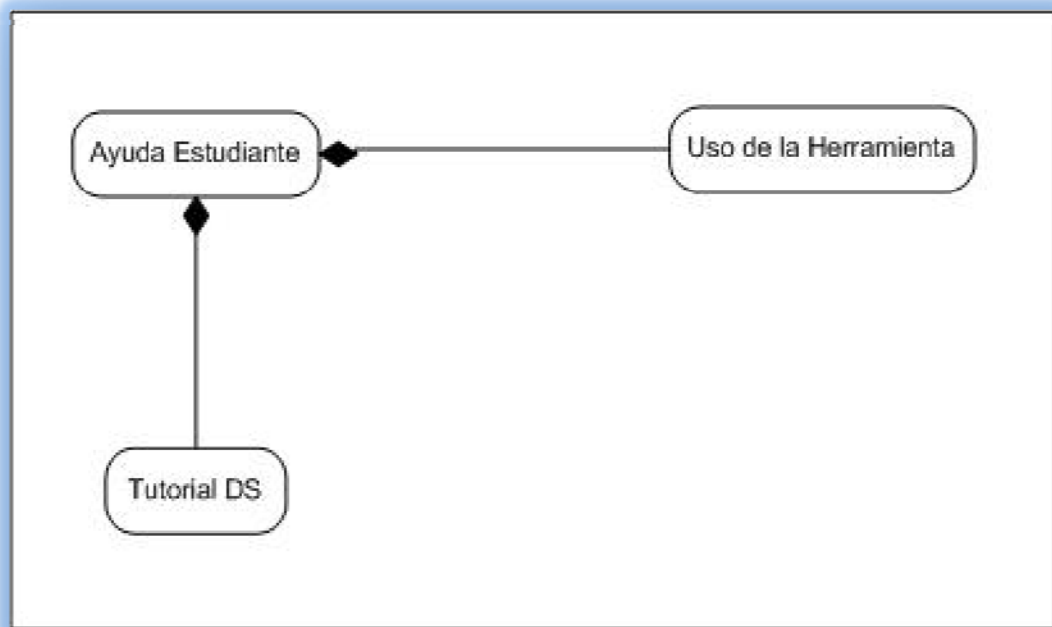
Figura 102. Caso de uso bitácora



4.3.3.4 Casos de uso estudiante. En esta sección se muestran los casos de uso a los que solo los usuarios estudiantes tienen acceso.

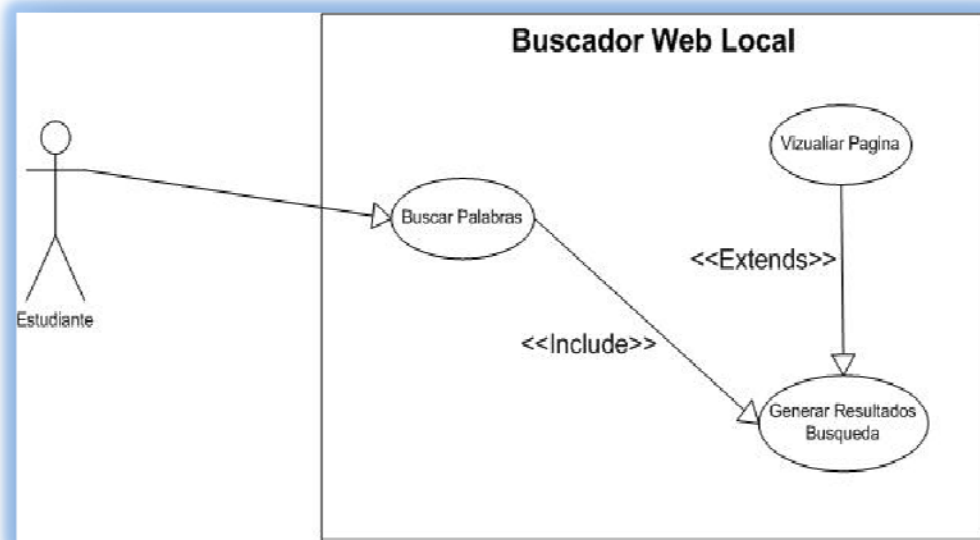
- **Ayuda.** Brinda orientación al estudiante en: uso de la herramienta y en el lenguaje D.S.

Figura 103. Ayuda



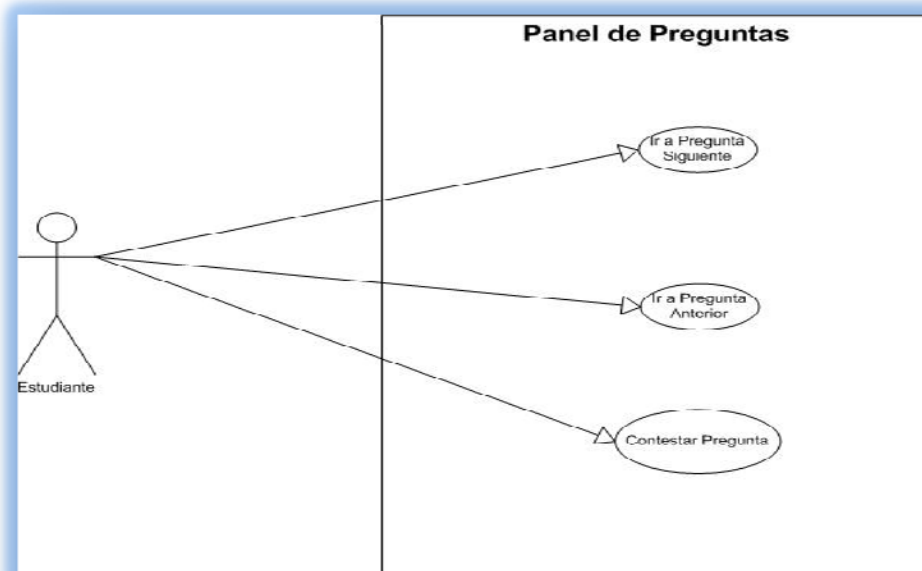
- **Buscador web local.** El estudiante puede interactuar con páginas indexadas por el profesor descargadas de internet; facilitando así la búsqueda de un tema específico; con esto se pretende simular el ambiente de internet localmente.

Figura 104. Caso de uso buscador web local



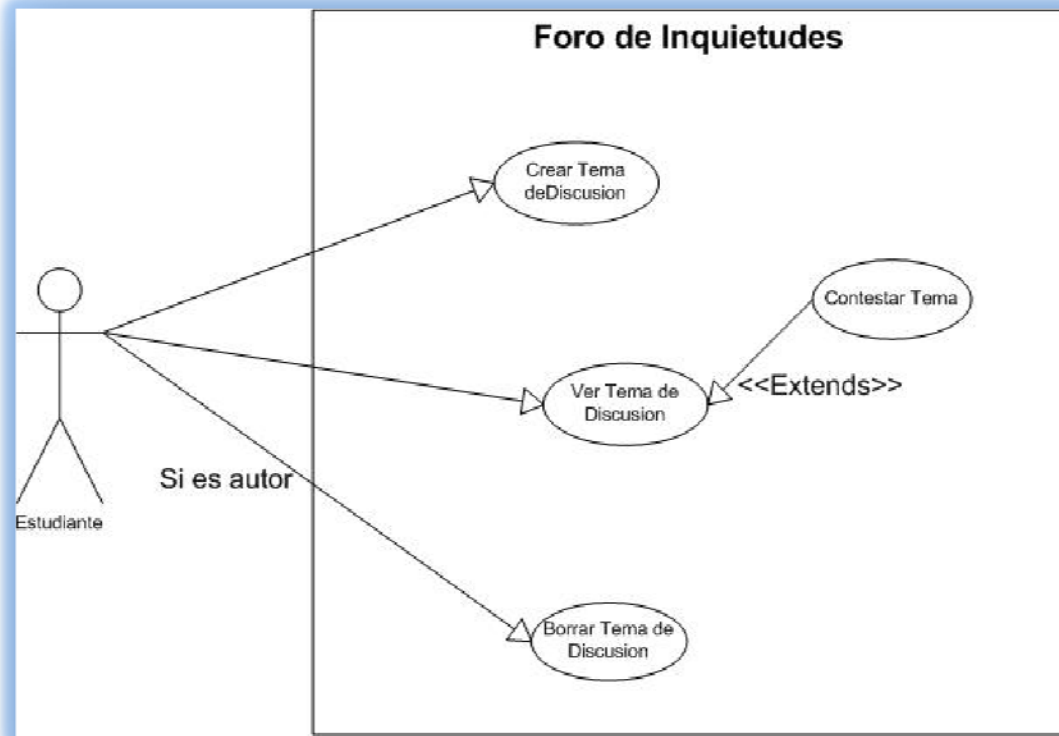
- **Panel de preguntas.** Permite que el profesor le haga preguntas al estudiante, relacionadas a un tema o temática que orientan el estudio de este.

Figura 105. Caso de uso panel de preguntas



- **Foro de inquietudes.** Con esta herramienta el estudiante tiene la posibilidad de generar preguntas a los usuarios del software en especial al profesor del curso al que pertenece.

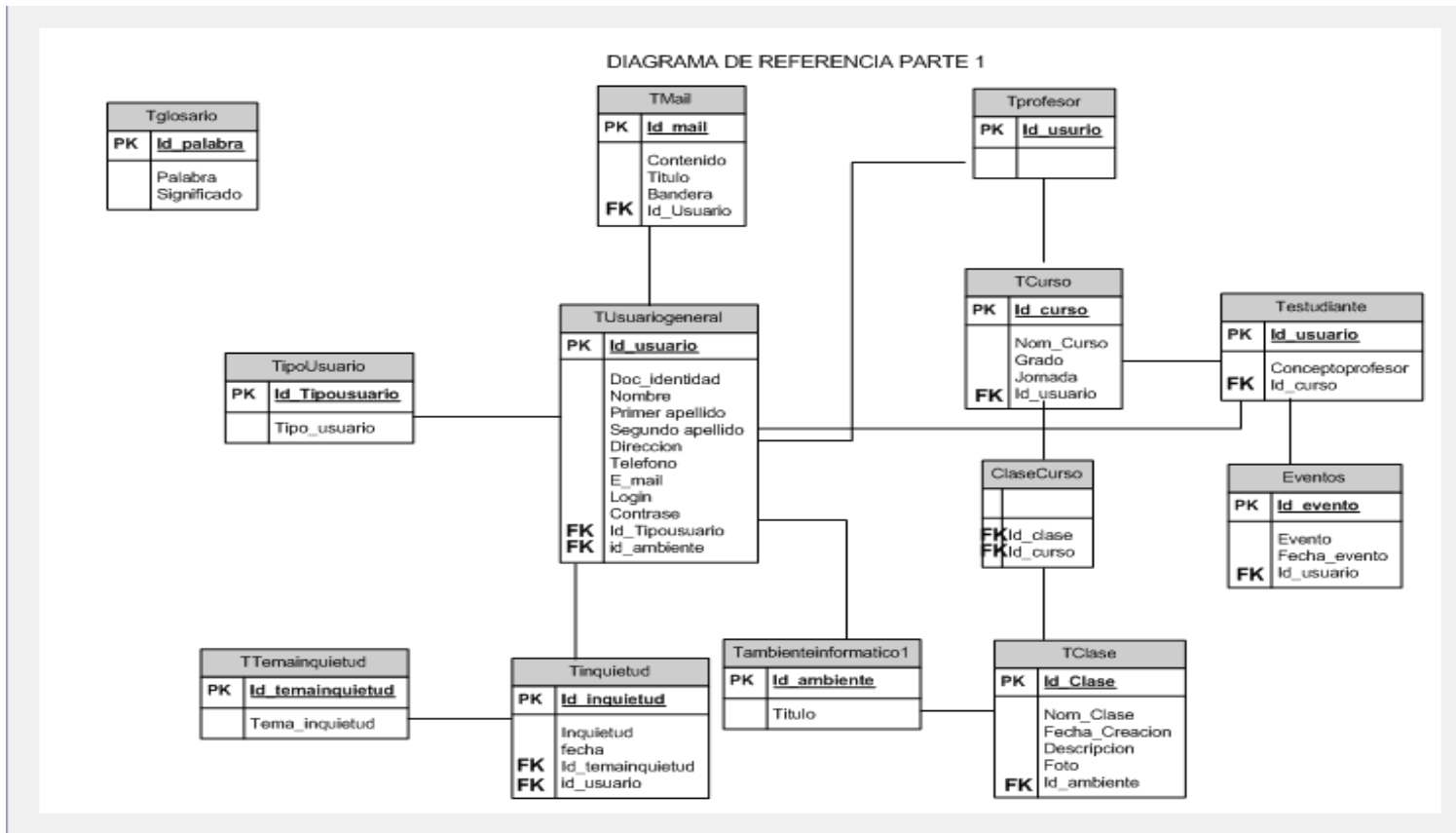
Figura 106. Caso de uso foro de inquietud



4.3.4 Diseño del modelo de datos. Basados en el análisis elaborado hasta este punto se procede a la creación del diseño de datos; en esta parte se coloca la documentación de la base de datos, inicialmente se muestra el diagrama entidad relación que plasma todas las implicaciones existen entre las tablas y después se proporciona el diagrama de referencia.

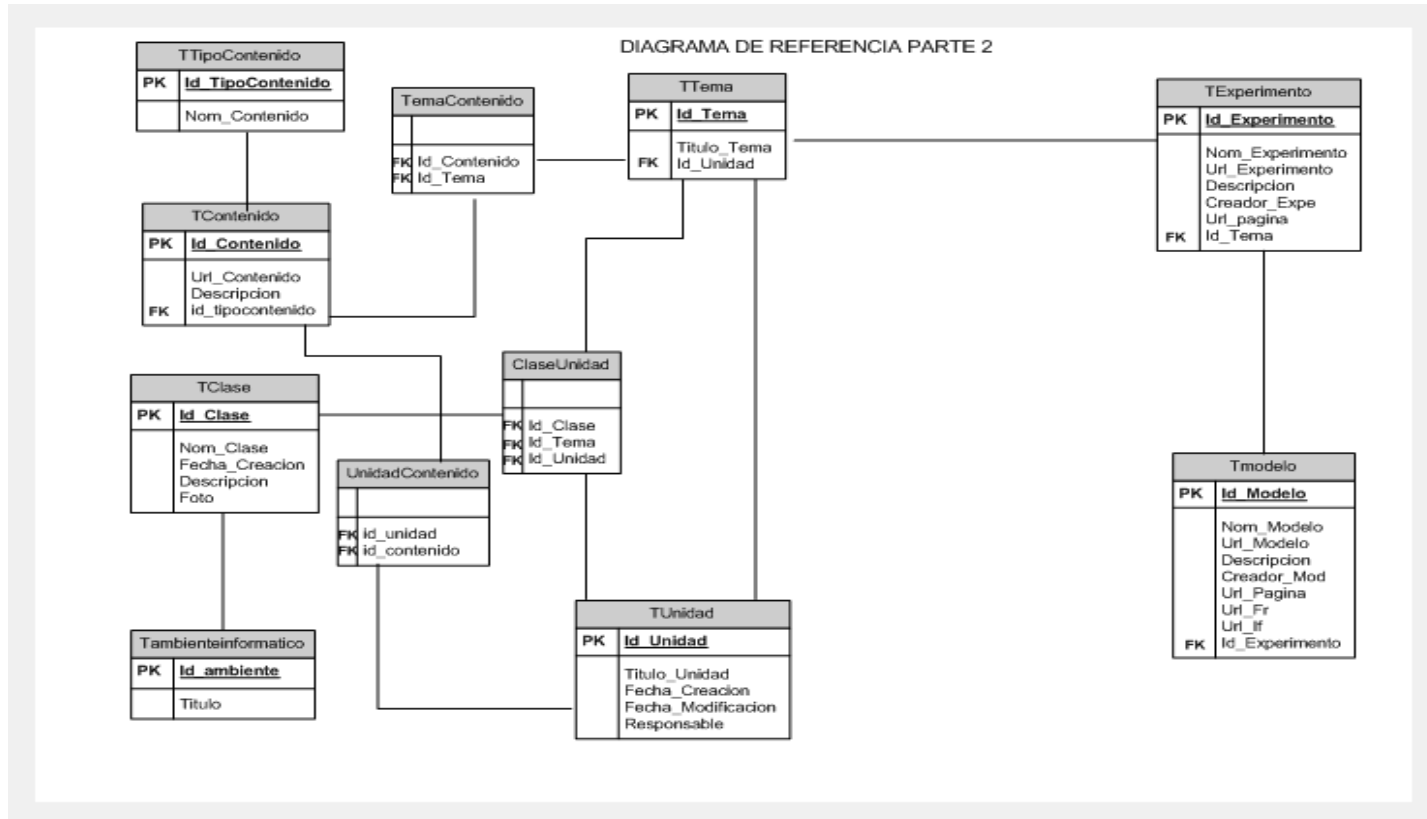
4.3.4.1 Diagrama entidad relación. Este diagrama está dividido en tres partes ya que la base de datos es un poco grande.

Figura 107 . Diagrama entidad relación parte 1



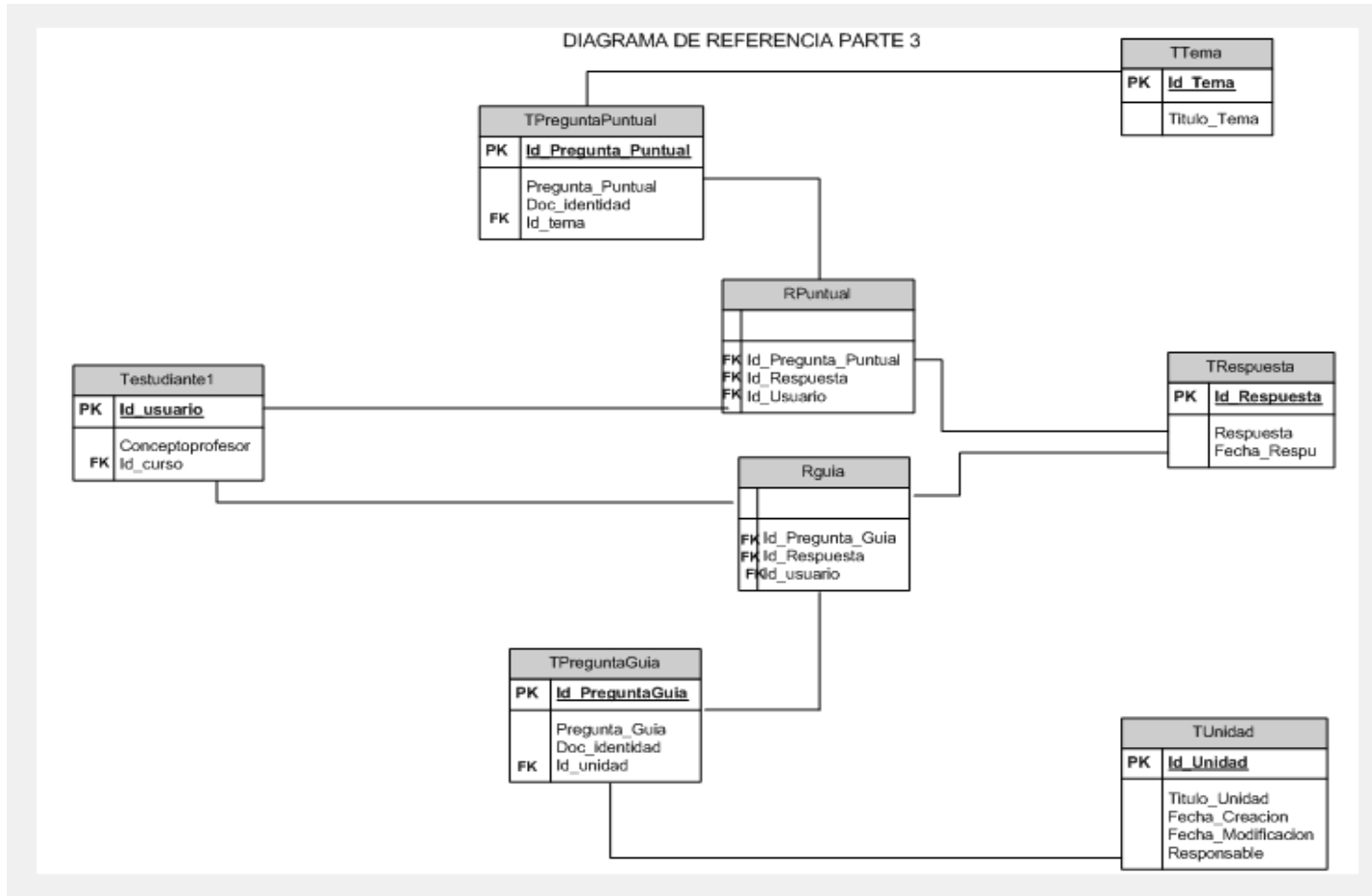
En esta primera parte se encuentran relacionadas las tablas TUsuario general, TipoUsuario, Tglosario, TTemainquietud, Tinquietud, TClase, Eventos, Testudiante, TCurso, TProfesor.

Figura 108. Diagrama entidad relación parte 2



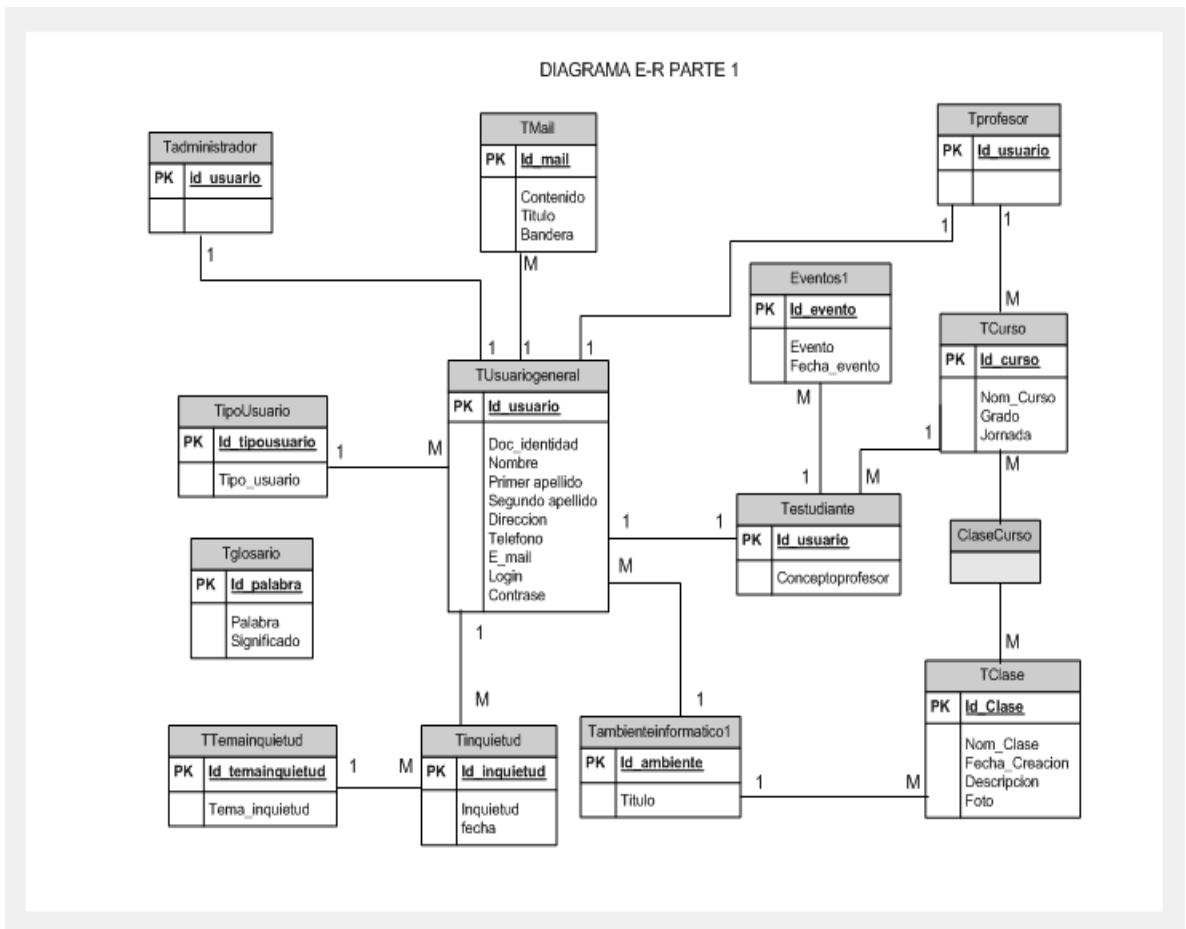
Cabe aclarar que las tablas que están en las tres partes no son diferentes tablas simplemente están relacionadas con otras tablas.

Figura 109. Diagrama entidad relación parte 3



4.3.4.2 Diagrama de referencia. A continuación se termina la documentación de la base de datos con el diagrama de referencia igual que con el diagrama anterior este está dividido en tres partes.

Figura 110. Diagrama de referencia parte 1



En los diagramas de referencia se da un paso del diagrama entidad relación y se muestran todas las relaciones muchos a muchos como tablas, las llaves foráneas en aquellas tablas refiriéndose a las relaciones uno a muchos o uno a uno.

De igual manera se muestran las relaciones mayores de dos entidades con tablas.

Figura 111. Diagrama de referencia parte 2

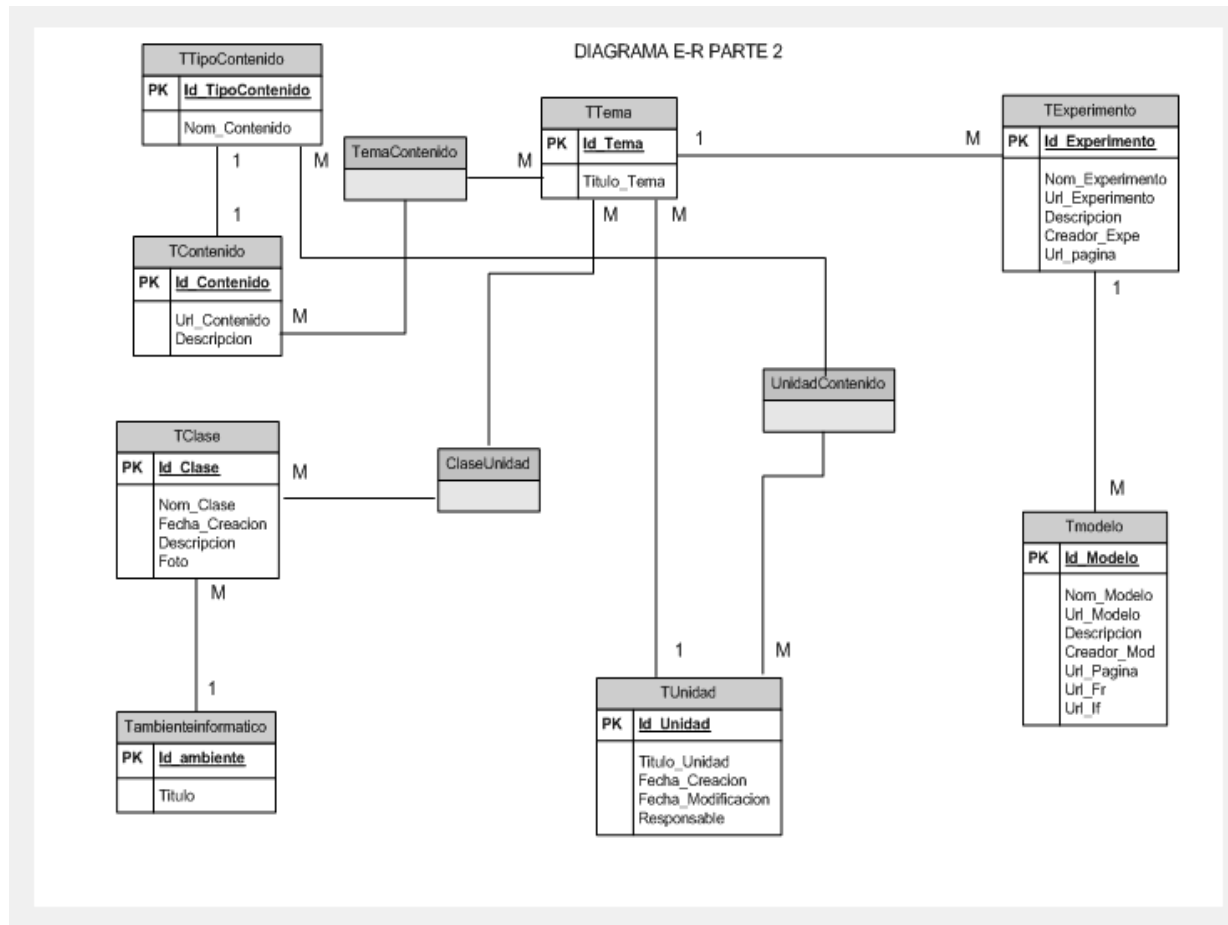
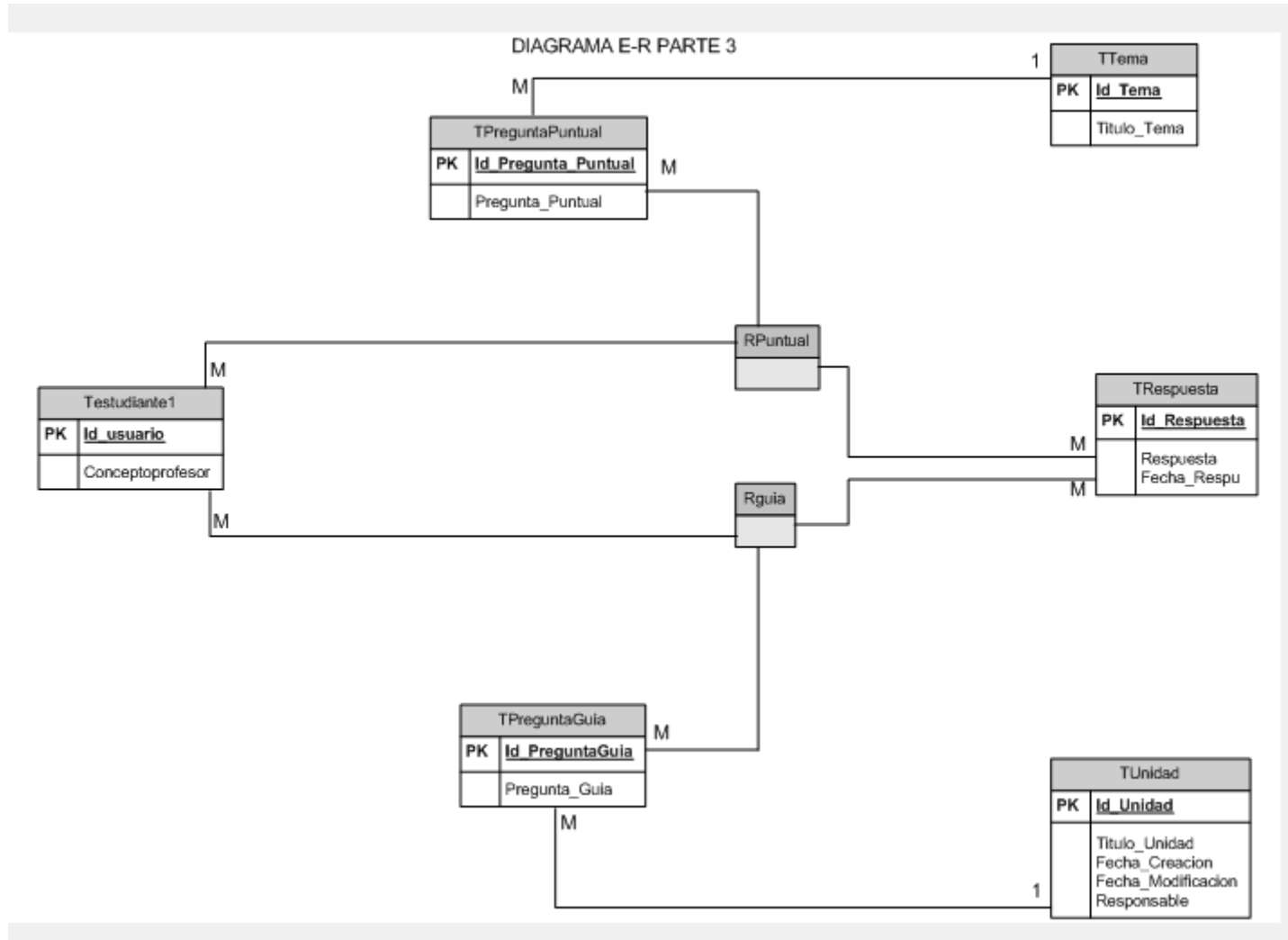
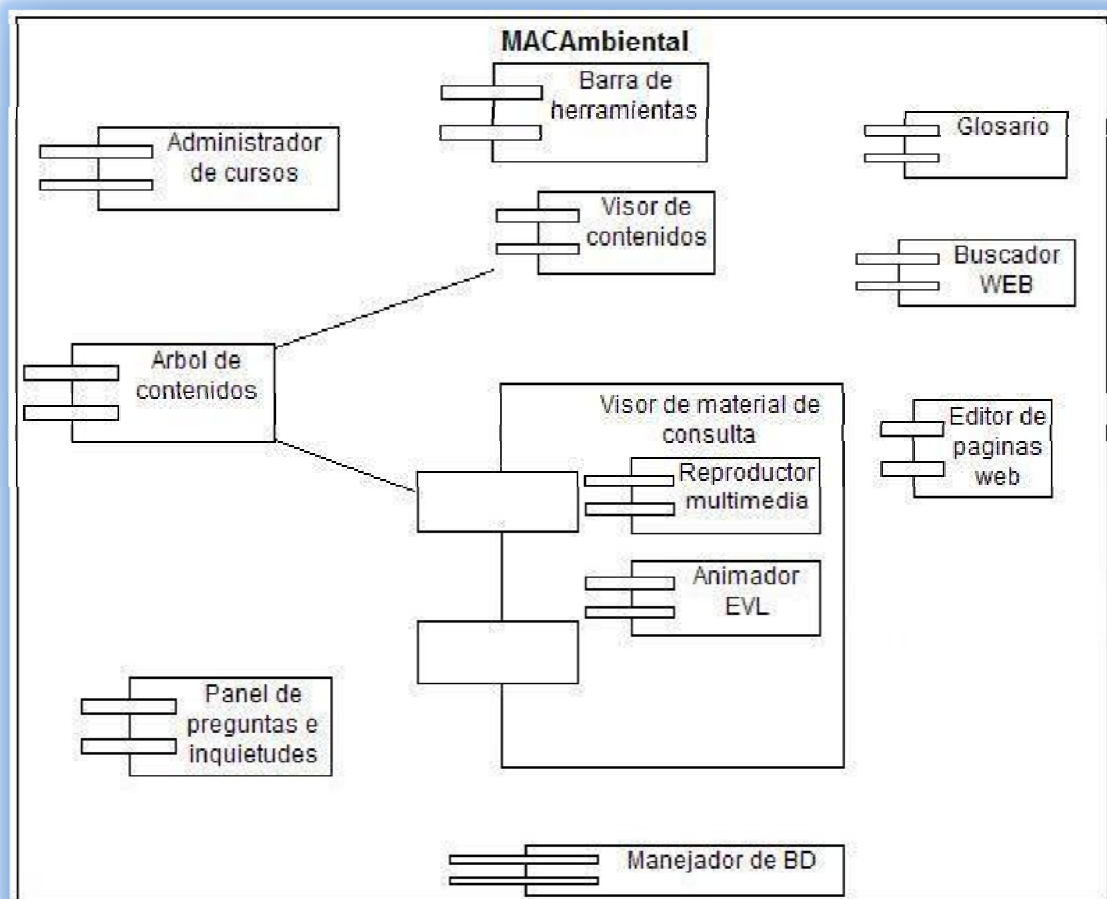


Figura 112. Diagrama de referencia parte 3



4.3.5 Diseño componentesMacAmbiental. En la fase de elaboración en la parte de diseño se desarrolla no solamente la base de datos sino también el diseño del MACAmbiental que es basado en componentes. A continuación se presentan los componentes básicos que poseen los ambientes MAC, que son altamente reutilizables.

Figura 113. Diagrama de componentes



- **Administrador de recursos.** Este componente permite los requisitos planteados en el diagrama de casos de uso “administrador de cursos” y otras

funciones como las de crear estudiantes y generar la estructura de los cursos. Además, permite visualizar los cursos existentes.

- **Árbol de contenidos.** Este componente permite mostrar contenidos (temas, temáticas) en forma de árbol.
- **Visor de contenidos.** Permite visualizar paginas HTML que corresponden a los temas que contiene el ambiente.
- **Visor de material de consulta.** Es un panel que permite listar los materiales de consulta, disponibles y no disponibles, clasificados según su tipo. Está conformado por otros componentes que reproducen los diferentes tipos de archivos. Tiene incorporado reproductores para los diferentes tipos de recursos.
- **Barra de herramientas.** Este componente permite el acceso a las diferentes opciones del software.
- **Glosario.** Hace las veces de un diccionario, en el cual puede encontrar los significados de palabras.
- **Buscador web.** Este componente debe implementar todos los casos de uso especificados en el módulo “buscador web”. Al ser utilizado en un software permite la indexación y búsqueda de páginas web almacenadas en el disco duro.
- **Panel de preguntas y foro de inquietudes.** Es un panel creado para el dialogo con el usuario, en este sentido debe admitir enviar mensajes de texto al usuario y captura de información.
- **Manejador de base de datos.** Es un componente que da acceso a la información contenida en la base de datos y genera las estructuras necesarias

para el funcionamiento del software. Al cambiar el motor de base de datos, el único cambio que sufre el software es el reemplazo de este componente por el otro que permita acceder a la base de datos, de igual manera sucedería si se cambia la estructura de la base de datos. Este componente separa completamente el acceso a los datos del resto del software.

4.3.6 Diseño de la interfaz gráfica del MacAmbiental. A continuación se presentan algunas orientaciones acerca de lo que se desea en la interfaz:

- El diseño en general debe ser claro y atractivo en las pantallas sin exceso de texto.
- Debe existir buena calidad estética en sus elementos (títulos, menús, ventanas, elementos multimedia, estilo y lenguaje).
- La imagen institucional estará visible y con la siguiente estructura: Grupo SIMON de investigación – Universidad Industrial de Santander. Colombia. Año).
- El material de consulta asociado al tema mostrado en el visor de contenidos, debe estar siempre a la vista y disponible para acceder a estos.

En seguida se mostrara el esquema trabajado comúnmente en los MAC's desarrollados y que se muestra en la tesis "Propuesta informática para la educación en el cambio, basada en ambientes de modelado y simulación. Un enfoque sistémico" (Navas, 2006).

Estos esquemas se toman como el diseño de la interfaz del Mac Ambiental.

Figura 114. Bosquejo interfaz gráfica del Mac Ambiental



- **Barra de funciones.** Esta barra en la propuesta de la tesis integra la barra de herramientas y la barra de menús pero para el desarrollo del MacAmbiental se trabajara con las barras por separado y estas tendrán las siguientes características:
- **Barra de herramientas.** Es donde a través de iconos se da acceso a algunas funciones del software. Estas funciones son: Mostrar y ocultar el árbol de contenidos, mostrar panel de preguntas, mostrar bibliografía relacionada, ir a nivel investigador, ir a nivel experimentador, ver imágenes asociadas, ver videos asociados, abrir modelo en evolución, etc.
- **Barra de menús.** En esta barra se apoya el manejo y administración del software a través de menús en los que se encuentran: usuario, ver, herramientas y ayuda.

- **Árbol de contenidos.** Permiten visualizar los temas y las temáticas que están incluidas en el software. Este árbol debe tener la opción de ocultarse o desplegarse.
- **Visor de contenidos.** Este componente es el que debe tener más espacio en la pantalla, ya que permite visualizar los contenidos. Debe permanecer siempre visible.
- **Visor de material de consulta.** Este panel lista el material de consulta relacionado a un tema o temático. Deben aparecer activos los materiales disponibles y deshabilitados los no disponibles.

4.4 FASE DE CONSTRUCCION

El objetivo más importante de esta fase es obtener una versión de la herramienta que cumpla con los requerimientos establecidos en el análisis y diseño. Y esto se logra siguiendo las características definidas en las fases anteriores.

4.4.1 Iteraciones y flujos de trabajos. Después de realizar una evaluación a la primera versión de la herramienta MacSecundaria, se obtuvo un listado de nuevas correcciones y requerimientos, de este modo, se determinaron las falencias y posteriores cambios que generaron una versión revisada y corregida de MacSecundaria más confiable y fácil de instalar; de donde se partió para el desarrollo del MacAmbiental que hace parte del macroproyecto MAC, agrupando en un solo software los contenidos correspondientes a fenómenos ambientales asociados a la aceleración del cambio global, dando continuidad a la propuesta educativa del Grupo SIMON de investigaciones.

El modelo de diseño de la fase anterior, se implementó en esta fase de trabajo, a través del desarrollo de cinco iteraciones teniendo en cuenta las necesidades del software:

4.4.1.1 Primera iteración. En la primera iteración se corrigieron errores funcionales a nivel de base de datos como son:

- ✓ Se llevó a la tercera forma normal la base de datos.
- ✓ Se hicieron algunos ajustes en la base de datos para mejorar el flujo de los mismos.
- ✓ Cuando se eliminaba un curso no se eliminaban los estudiantes que pertenecían al mismo, ellos podían ingresar la plataforma sin estar registrados en ningún curso.
- ✓ En el cambio de usuario habían algunos problemas con la base de datos.

4.4.1.2 Segunda iteración. En la segunda iteración se corrigieron errores funcionales a nivel de código como son:

- ✓ En los niveles experimentador y lector se confundían las páginas de los contenidos si se cambiaba de tema o temática.
- ✓ El buscador web local no funcionaba ni indexaba, ni se podía buscar las páginas.
- ✓ La ayuda del software no funcionaba.
- ✓ Cuando se accedía al glosario se demoraba mucho en cargar el formulario.

- ✓ En exportar e importar glosario había una consulta SQL mal y no generaba el comprimido del glosario.
- ✓ Existían problemas de validación por usuarios.
- ✓ En el administrador de usuarios y cursos tenía problemas de validación en los botones, que bloqueaban el software.
- ✓ El visor de videos se bloqueaba en ocasiones.
- ✓ El visor de contenidos tenía problemas cuando se expandía.
- ✓ No mostraba ni se podían administrar las preguntas.

4.4.1.3 Tercera iteración. En la tercera iteración se corrigieron errores no funcionales entre los cuales están los siguientes:

- ✓ En la bitácora no se podía cerrar ese formulario porque el botón de salir no era visible, estaba del mismo color que el fondo y no se veía.
- ✓ En el administrador de usuarios, el identificador de usuario se cambió por nombre de usuario.
- ✓ En el administrador de contraseña y en el administrador de usuarios se podía ver la contraseña porque el campo no estaba encriptado.
- ✓ Se hizo un análisis de tener árboles de contenidos en los niveles investigador y experimentador y se llegó a la conclusión de que para evitar confundir a los usuarios es necesario omitir esta herramienta.

- ✓ La administración de usuarios se hizo más intuitiva.

Figura 115. Figura formulario administrar usuarios y cursos

Administración de Usuarios y de Cursos

Administrar
Usuarios y Cursos

Buscar por Curso Buscar Usuario

CURSO:

Profesores Cursos Estudiantes

Agregar Eliminar Modificar

Nombre (*)

Primer Apellido (*)

Segundo Apellido

Doc. de Identidad

Correo Electrónico

Dirección

Teléfono

Nombre de Usuario (*)

Contraseña (*)

Confirmar Contraseña (*)

Cerrar

4.4.1.4 Cuarta iteración. En la cuarta iteración se hicieron algunos ajustes en el código con el propósito de mejorar la transferencia de datos entre el cliente y servidor, además también se cambió el motor de evolución 3.5 a 4.1, ya que el último es el utilizado en campo.

4.4.1.5 Quinta iteración. En la quinta iteración se agregó la funcionalidad de importar y exportar temas que permite a los usuarios administrador o docente exportar un tema del software e importarlo en otro equipo cuando no existe red en el salón; o simplemente estas funciones permiten exportar un tema modificar sus contenidos: el nombre del tema, nivel lector, nivel experimentador, nivel investigador, imágenes, videos, bibliografía, los modelos, etc. Y después de modificarlos importar simplemente el tema con los nuevos cambios; permitiendo así la edición de contenidos.

Figura 116. Imagen formulario exportar temas



4.4.1.6 Sexta iteración. En la sexta iteración se realizó el diseño de la interfaz obteniendo el producto terminado como se muestra a continuación:

Para dar cumplimiento a uno de los objetivos del presente proyecto y así construir una interfaz que motive el interés del estudiante por aprender, se desarrolló la interfaz que estuviera de acuerdo al tema del software, con la asesoría de una diseñadora industrial con quien se hicieron varias reuniones donde se realizó la selección de colores, tipos de letras y el diseño tanto de las imágenes como de los botones; a continuación se muestran algunas imágenes del resultado de la interfaz del software.

- **Imagen de entrada.** Es la imagen presentación del software, figura 116 la que genera una primera impresión del software, en la cual se identifica el tipo de usuario que ingresa al sistema: administrador, profesor o estudiante.

Figura 117. Imagen del software registro de usuario



Tabla 59. Explicación marcas de la figura 116

Marca	Explicación
1	Salir
2	Espacio para digitar el nombre de usuario
3	Espacio para digitar la contraseña
4	Entrar

- **Seleccionar grado.** Esta imagen, figura 117 utiliza la metáfora para comunicarse con los usuarios administrador o estudiante donde se les da la posibilidad de seleccionar el grado al que desean ingresar.

Figura 118. Imagen del software Selección grado



Tabla 60. Explicación marcas de la figura 117

Marca	Explicación
1	Botón cancelar
2	Puertas selección de grado

- **Nivel Lector.** En este nivel, figura 118, el usuario puede ver las temáticas y los temas correspondientes al grado seleccionado; al igual que se permite el acceso a las preguntas guías o puntuales y al material de consulta (Imágenes, Videos, Bibliografía).

Figura 119 . Imagen nivel lector

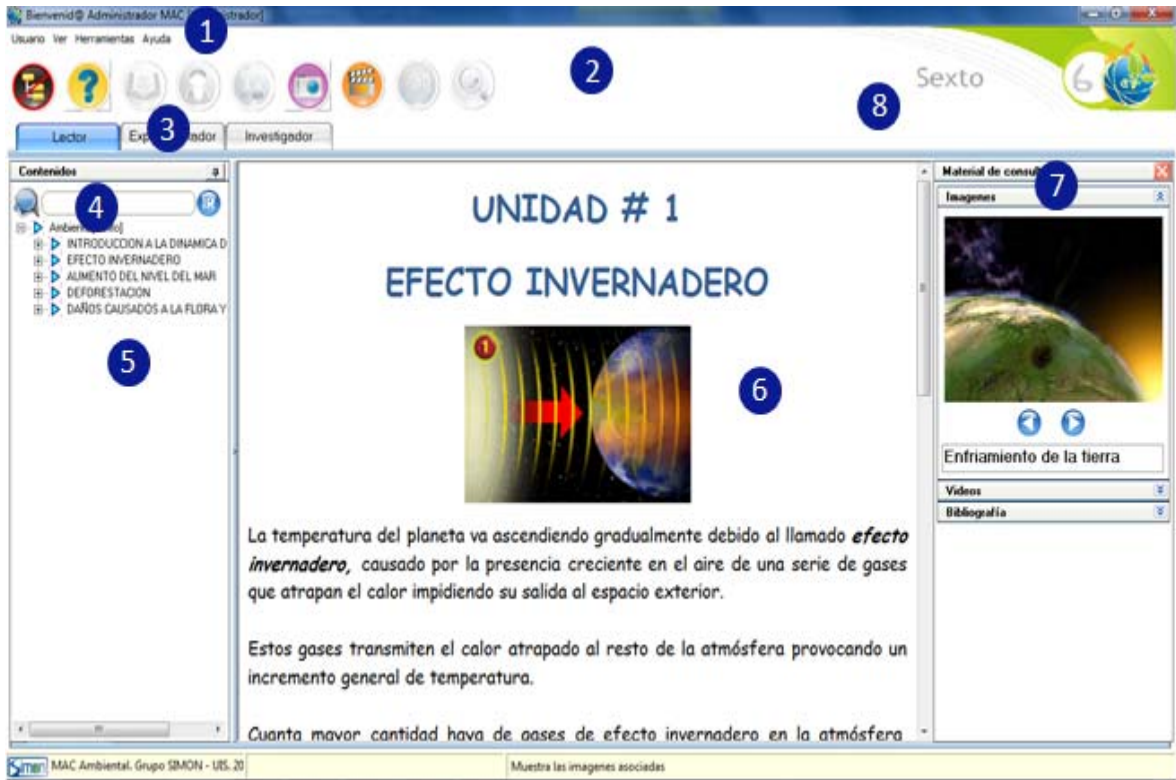


Tabla 61. Descripción marcas nivel lector

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

- **Nivel Experimentador.** En el nivel experimentador, figura 119, muestra la descripción de los modelos a través de sus lenguaje en, permite el acceso al Animador de los modelo.

Figura 120. Imagen nivel experimentador



Tabla 62. 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 modelo asociado.
8	Espacio para mostrar la página HTML con la descripción del experimento.

- **Nivel Investigador.** En el nivel investigador, figura 120, se puede observar el modelo directamente en Evolución para realizar modificaciones si las requiere.

Figura 121. Imagen nivel investigador

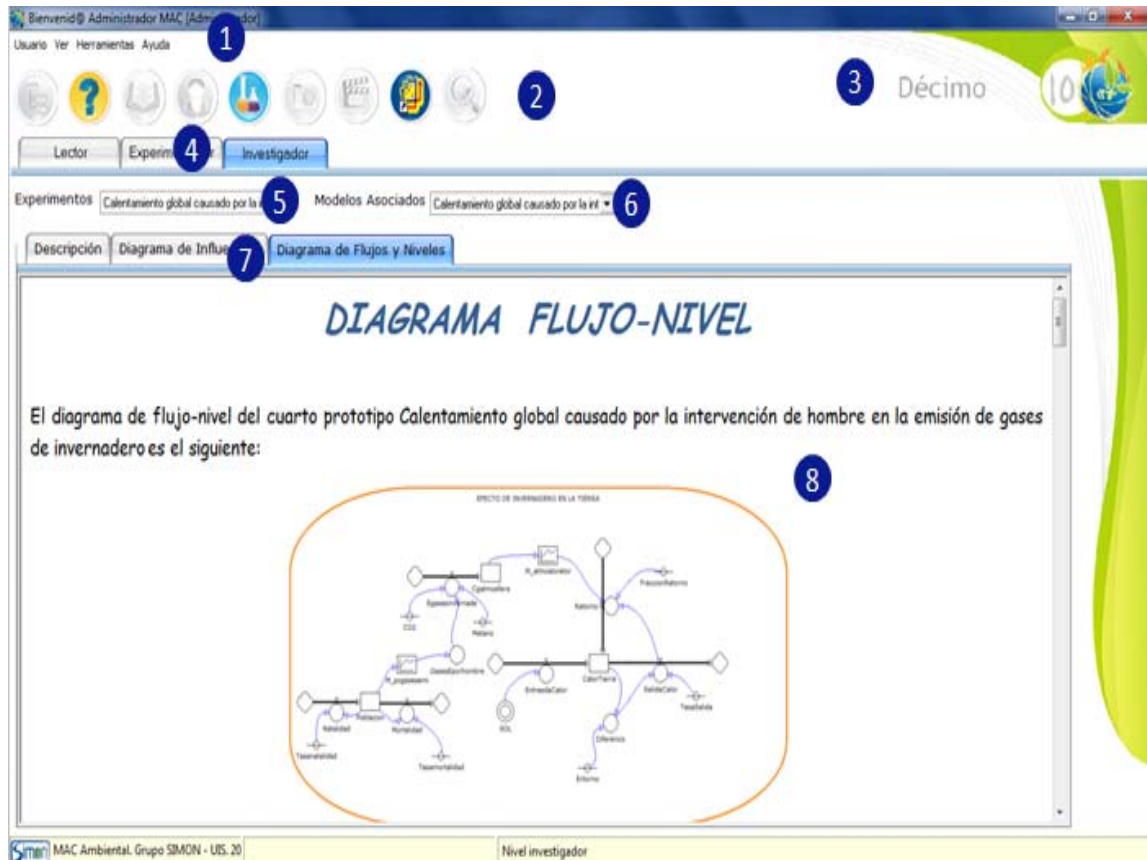


Tabla 63. Descripción marcas nivel investigador

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	Espacio para mostrar las páginas HTML con la descripción, el diagrama de influencias y el diagrama de flujos y niveles.

- **Formato de imagen para los formularios que hacen parte de la aplicación.** A continuación en la figura 121 se muestra la imagen del formulario glosario que es el ejemplo del formato utilizado para los formularios del Mac Ambiental, cambiándose solo el nombre de la imagen en este caso la imagen dice glosario.

Figura 122. Formato de imagen para la aplicación



Tabla 64. Descripción marcas de las imágenes formato para la aplicación

Marca	Explicación
1	Formato de imagen para formularios
2	Formatos de botones

Una vez terminadas las iteraciones y la integración de los componentes, se obtuvo la versión operativa que representa el 100 por ciento de los casos de uso; en el

flujo de implementación se construyeron los componentes y se desarrolló MacAmbiental.

MACAmbiental se propone como herramienta de apoyo al desarrollo de clases asociadas al deterioro del medio ambiente de los grados de sexto a once, aprovechando los recursos informáticos y todas sus posibilidades. Se pretende que esto sea posible, gracias a la implementación de los servicios que la herramienta ofrece: Flexibilidad en los contenidos que se presentan y administración de los mismos; todo ello con un ambiente atractivo que facilita el dinamismo en las clases, las labores del docente y capta la atención de los estudiantes.

La herramienta contiene algunas temáticas descritas y desarrolladas en el capítulo 3 del presente informe, presentadas de tal forma que permiten a los aprendices interpretar la dinámica del mundo que les rodea, en el que se encuentran inmersos y por lo tanto son agentes activos, protagonistas de las situaciones continuamente cambiantes.

MACAmbiental cuenta con dos aplicaciones: Servidor y Cliente, lo cual produce una fácil y eficiente administración de contenidos y de usuarios, además permite la comunicación entre los estudiantes y profesores.

MACAmbiental se implementa como una herramienta que busca propiciar en cada tipo de usuario:

- Usuario estudiante: Desarrollar formas de pensamiento mediante la ejecución de las actividades propuestas, apoyados en la simulación con D.S,
- Usuario profesor: Hacer un seguimiento a los modelos mentales de sus estudiantes; establecer caminos de aprendizaje teniendo en cuenta los

conocimientos previos hallados y establecer clases que permitan la estimulación de los procesos de pensamiento.

4.5 FASE DE TRANSICION

En esta parte se presenta el diseño de las pruebas que se desarrollaran para garantizar el completo funcionamiento de una herramienta software, es necesario en el proceso de desarrollo de la misma incluir una serie de pruebas que encaminen a encontrar errores para proceder a su revisión y corrección y lograr así un producto final de gran calidad.

4.5.1 Diseño pruebas

4.51.1 Objetivos de las pruebas

Objetivo general. Evaluar la herramienta software desarrollada, poniendo a prueba el funcionamiento de cada uno de los servicios implementados así como la receptividad por parte de los usuarios.

Objetivos específicos

- Hacer una evaluación cualitativa del sistema desde el punto de vista de cada tipo de usuario así:
 - ✓ Usuario Administrador.
- Dificultades y facilidades de la administración de los usuarios del sistema.
- Dificultades y facilidades de la administración de los contenidos del sistema.

✓ Usuario Profesor:

- Dificultades y facilidades en el funcionamiento de los recursos de manejo y seguimiento de estudiantes.

✓ Usuario Estudiante:

- Dificultades y facilidades del funcionamiento de los servicios básicos del sistema.
- Suficiencia y claridad de los contenidos expuestos sobre el rol que debe asumir el estudiante dentro del sistema.
- Evaluar la contribución que tiene la herramienta como apoyo en la educación ambiental.

4.5.1.2 Recursos necesarios. Los recursos de hardware y software necesarios para el funcionamiento del Mac Ambiental son:

- **Infraestructura de red.** La sala en la que se desee instalar MAC Ambiental debe contar con una infraestructura de red bien configurada trabajando bajo el mismo dominio.

- **Hardware del servidor.** El equipo seleccionado como servidor debe contar con la siguiente configuración recomendada:

✓ Procesador de 500 MHz o superior.

✓ Memoria RAM 64 MB.

- ✓ Espacio libre en disco duro: 200 MB.
- ✓ Tarjeta de red.
- ✓ Periféricos.
- **Hardware del cliente.** Los equipos que vayan a trabajar como clientes deben tener la siguiente configuración recomendada:
 - ✓ Procesador de 200 MHz o superior.
 - ✓ Memoria RAM 64 MB.
 - ✓ Espacio libre en disco duro: 10 MB.
 - ✓ Tarjeta de red.
 - ✓ Periféricos.
- **Software.** MAC Ambiental puede instalarse en equipos con Windows 95, Windows 98, Windows XP, Windows 2000, Windows vista, Windows 7 como sistema operativo y un navegador de Internet como el Internet Explorer 4.5 o superior.

4.5.1.3 Actividades a realizar

- Presentación de la Propuesta MAC y de MAC Ambiental.
- Introducción a la prueba. En esta parte se realiza una breve explicación del objetivo del proyecto, de las pruebas y las actividades que se van a realizar.

- Explicación de las funcionalidades que presenta el micromundo.
- Realización de la pruebas de funcionamiento.
- Diligenciamiento de los formatos de evaluación. Formatos que evalúan aspectos pedagógicos y funcionales.

4.5.2 Desarrollo de las pruebas de receptibilidad

4.5.2.1 Prueba Llano Grande Norte de Santander. En Norte de Santander en el colegio de Llano grande el software Mac Ambiental fue sometido a una prueba de receptibilidad en la que participaron dos profesoras (Informática y ciencias naturales) y cuatro grupos de sexto a noveno cada uno con diferente número de integrantes:

- Sexto:4
 - Séptimo:8
 - Octavo:5
 - Noveno:4
-
- **Actividades realizadas.** La prueba se realizó los días 17 y 18 de noviembre de 2009 en la sala de informática de esa institución que contaba con cuatro equipos en red con sistema operativo Windows XP.

Tuvo una duración de 5 horas, tiempo suficiente para observar el desempeño y comprobar la operatividad de la herramienta software frente a los usuarios finales. Primero se instaló el software en los cuatro equipos el día 17 de noviembre.

Se realizó cuatro clases con la población estudiantil, una con cada grado de sexto a noveno; para permitirles a los estudiantes la interacción no solo con la herramienta sino con los contenidos de la misma. Esta actividad fue orientada por los autores de MAC Ambiental y se solicitó la colaboración y apoyo de las profesoras de informática y ciencias naturales de la institución.

En las clases nombradas se realizaron las siguientes actividades:

- Los estudiantes ingresaron con los usuarios estudiantes creados cuando se instaló el software.
- Se hizo un barrido inicial por los contenidos generales del curso.
- Se ingresó a los tres niveles: Lector, Experimentador e Investigador.
- Los usuarios experimentaron con los modelos. Simularon los escenarios dados y sacaron conclusiones acerca del comportamiento que exhiben las variables relacionadas.
- Los usuarios hicieron uso de las herramientas adicionales como multimedios, glosario, buscador web.
- Finalizando respondieron los formatos de las encuestas. (ANEXO C).

- **Evaluación de la prueba.** El sistema fue evaluado por cada uno de los participantes de la prueba y se realizó una síntesis de los resultados (ANEXO D) de lo cual se obtuvo las siguientes conclusiones:
 - Gracias al desarrollo de la prueba relacionada fue posible notar en la herramienta ciertos errores funcionales, de manera que fue posible corregirlos para obtener un desempeño adecuado de esta.
 - Durante el desarrollo de la prueba de receptividad se mostró por parte de los usuarios gran interés y aceptación hacia la herramienta, estos expresaron su satisfacción al trabajar con el software y manifestaron el agrado que les produciría trabajar con la herramienta.
 - Los usuarios manifestaron gran aceptación por la interfaz de la herramienta destacando su armonía en cuanto a colores se refiere, el diseño coherente de acuerdo al usuario para el cual va dirigido, estructura amigable y agradable a los usuarios, claridad y facilidad en el uso de los contenidos, y capacidad de centrar la atención del usuario en el contenido deseado.
 - Se destacó el uso de ayudas multimedia acordes a la temática en uso. Por otra parte llama la atención en los usuarios la posibilidad de manejar por medio de la herramienta contenidos específicos y diferenciados para alumnos y profesores, la posibilidad de asociar nuevas temáticas y contenidos a la herramienta.
 - Fue de agrado tanto para los usuarios profesores como para los estudiantes los contenidos incluidos en el software, les pareció que es un tema muy importante y actual.

- **Errores encontrados**

- El instalador no funcionó como se esperaba no cargo los contenidos en la base de datos.
- Él acerca de no funciona.

4.5.2.2 Prueba con los formadores de CPE. En la universidad industrial de Santander el software Mac Ambiental fue sometido a una prueba de funcionalidad en la que participaron 29 formadores del convenio computadores para educar.

- **Actividades realizadas.** La prueba se realizó el día 26 de enero del 2010 en la sala de informática de laboratorios pesados con 23 equipos en red con sistema operativo Windows XP, cuatro equipos portátiles con Windows 7 y dos equipos portátiles con Windows vista.

Tuvo una duración de 2 horas, tiempo suficiente para observar el desempeño y comprobar la operatividad de la herramienta software frente a los usuarios finales. Primero se instaló el software en todos los equipos; se hicieron las pruebas que se diseñaron en el plan de pruebas (ANEXO en CD adjunto).

Y finalmente se respondieron los formatos de evaluación de la prueba (ANEXO en CD adjunto)

- **Evaluación de la prueba.** El sistema fue evaluado por cada uno de los participantes de la prueba y se realizó una síntesis de los resultados (ANEXO E) de lo cual se obtuvo las siguientes conclusiones:

- Gracias al desarrollo de la prueba relacionada fue posible notar en la herramienta aún tiene ciertos errores funcionales, de manera que fue posible corregirlos para obtener un desempeño adecuado de esta.
- Se destacó el uso de ayudas multimedia acordes a la temática en uso. Por otra parte llama la atención en los usuarios la posibilidad de manejar por medio de la herramienta contenidos específicos y diferenciados para alumnos y profesores, la posibilidad de asociar nuevas temáticas y contenidos a la herramienta.
- Fue de agrado para los usuarios los contenidos incluidos en el software, les pareció que es un tema muy importante y actual.
- Los usuarios manifestaron gran aceptación por la interfaz de la herramienta destacando su armonía en cuanto a colores se refiere, el diseño coherente de acuerdo al usuario para el cual va dirigido, estructura amigable y agradable a los usuarios, claridad y facilidad en el uso de los contenidos, y capacidad de centrar la atención del usuario en el contenido deseado.
- **Errores encontrados**
 - El instalador no funciona en equipos con sistema operativo de 64 bits.
 - La ayuda no estaba completa.
 - El panel de la bibliografía no funcionó correctamente.
 - Cuando se hacía cambio de usuario aparecía error.
 - Los contenidos no estaban completos y tenían errores de ortografía.

- Existían errores en la importación de los contenidos.
- El visor de videos no funcionó correctamente.

CONCLUSIONES

Referente al software

MacAmbiental, hace parte del macroproyecto MAC, que agrupa en un solo software los contenidos que explican fenómenos ambientales asociados a la aceleración del cambio global basados en el pensum educativo de los grados sexto a once, dando continuidad a la propuesta educativa del Grupo SIMON de investigaciones.

MACAmbiental ha continuado con la labor investigativa iniciada y continuada con los proyectos MAC 4-5, MAC 6-7, MAC 8-9, MACMedia 1.0, MACMedia 2.0, MAC 6-7 2.0 y Mac Primaria, MacSecundaria; brindando un nuevo marco de referencia adecuado para materializar la estrategia diseñada en el interior del grupo SIMON cuyo objetivo es aplicar su propio modelo educativo centrado en los procesos del pensamiento e introducir la DS en la educación de nuestro contexto.

El software Mac Ambiental, es una herramienta útil para docentes y estudiantes de grados de sexto a once, ya que a través de él, se puede comprender de forma muy práctica y sencilla, los diferentes fenómenos ambientales que aceleran el calentamiento global.

La metodología adoptada en el desarrollo del Ambiente Software fue adecuada, debido a que esta permite la reutilización de código y posteriormente el desarrollo de nuevas funcionalidades.

El desarrollo de este proyecto, requirió de un proceso de ingeniería e investigación que le permitió a sus autores poner en práctica los conocimientos adquiridos durante toda la carrera específicamente de mantenimiento. Además, se profundizó

en temas como la informática educativa confrontándola con la problemática del modelo educativo actual.

Las pruebas que se realizaron con MacAmbientalen la escuela de Llano Grande, Norte de Santander y con los formadores de CPE, fueron exitosas, ya que cumplieron con los objetivos estipulados, donde se observó la aceptación de los contenidos y el tema ambiental por parte de la población objetivo, además, permitió corroborar que el funcionamiento de la aplicación desarrollada fue el deseado, además, se identificaron y depuraron la mayor parte de errores y fallas no detectadas en la fase de desarrollo, lo que condujo a la entrega de una aplicaciones fiable, eficiente, robusta y de calidad.

Referente a los contenidos

Al iniciar el proyecto los autores realizaron una investigación en internet y libros, donde se recopiló bibliografía que sirvió de apoyo para la selección y desarrollo de temáticas y modelos que permiten el aprendizaje de fenómenos asociados a la aceleración del cambio global. Dicha información fue útil y arrojó una serie de contenidos temáticos apropiados para que los estudiantes comprendan a groso modo las causas y consecuencias del calentamiento global.

Se estudiaron los lineamientos del ministerio de educación, donde se muestra la parte ambiental como un componente importante para la educación de estudiantes de sexto a once grado, y así ubicar esas temáticas recopiladas en el pensum de ciencias naturales, ciencias sociales y ética para la enseñanza de dichos fenómenos. Estos lineamientos del ministerio de educación nacional fueron de gran apoyo y aportaron en gran medida para seleccionar tanto las temáticas como los modelos asociados a cada una de ellas.

Se desarrollaron un conjunto de contenidos (paginas para los niveles lector, experimentador e investigador) basados en las temáticas seleccionadas para permitir un verdadero aprendizaje a través de modelos mentales. contenidos que sirven de apoyo y facilitan el aprendizaje de los temas estudiados en cada una de las temáticas.

La Dinámica de Sistemas y el Pensamiento Sistémico como herramientas de modelado, aportan diversas formas de enfoque hacia un tema común, logrando que la realización y comprensión de los modelos, pueda hacerse a través del prototipado, avanzando en grados de complejidad de modelado, sin adquirir dificultad a la hora de que éste sea utilizado por personas que no tengan previos conocimientos sobre la disciplina.

La continuidad que se ha realizado en el grupo de investigación SIMON, de la Escuela de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Industrial de Santander, ha permitido profundizar en proyectos del sector educativo, obteniéndose cada vez mejores resultados al utilizar en la educación la dinámica de sistemas como una herramienta de apoyo para el aprendizaje de nuevos conocimientos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda analizar, diseñar e implementar un sitio web que tenga las características de los Mac's en el manejo de contenidos, donde se encuentren diferentes las temáticas y se pueda observar los lenguajes de los modelos relacionados a la aceleración del cambio global, desarrollados bajo lineamientos dinámico-sistémicos y así tratar de llegar a una mayor cantidad de usuarios.

Para sacar máximo provecho de la herramienta se recomienda brindar asesoría a los docentes acerca de su uso, sus funciones y de otros aspectos como elaboración de contenidos Web e imágenes educativas.

Se recomienda utilizar, en lo posible, equipos que funcionen adecuadamente, para aprovechar los beneficios de la aplicación plenamente.

Ampliar los servicios que brinda el Micromundo, servicios como, permitir al usuario profesor trabajar con formatos de evaluación, hacer un foro social donde los usuarios puedan interactuar, permitir a los usuarios estudiante enviar correos privados a sus profesores, etc.

Se recomienda implementar la comunicación vía internet; permitiendo la actualización de contenidos desde el sitio web.

Mejorar las capacidades que se tienen de exportar contenidos, en caso de que no exista red (por ejemplo las clases).

Diseñar frameworks que separe la capa de administración de cursos, profesores, estudiantes, contenidos, etc.

Se recomienda hacer una investigación acerca de fenómenos ambientales diferentes a los tratados en este proyecto para así generar nuevos modelos y temáticas que describan dichos problemas, pero no solo para estudiantes de sexto a once grado sino para todo tipo de usuarios.

Centrar esfuerzos en la elaboración de nuevas versiones que den continuidad a la labor investigativa del grupo SIMON de contenidos, para producir, nuevos Ambientes informáticos ricos en experimentos y modelos de calidad, para que puedan ser utilizados de la mejor manera en las diferentes instituciones educativas a donde llegue esta propuesta.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Durante la investigación se han recopilado varias fuentes de información para la realización del proyecto. Se han identificado tres áreas, las cuales encierran temas relacionados con la DS, temas ambientales y aspectos generales.

MARCO DESCRIPTIVO

En esta categoría presenta la bibliografía que ayudará a enmarcar la situación de interés

(Temas ambientales).

FEW A Arthur: System Behavior And System modeling "Houston, Texas 1996.

FORD Andrew: modeling the environment an introduction to system dynamics models of environmental systems. 1999.

SANTAMARIA PABON Oscar Enrique, MENDEZ FORERO Andrés Eduardo:
"Herramienta software para el estudio de fenómenos ambientales mediante el modelado y la simulación con dinámica de sistemas", tesis de Grado. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2004.

GÉLVEZ CORTÉS Sergio Augusto, MURILLO SUÁREZ Oscar Mauricio:
"MODELADO DEL CAMBIO GLOBAL EN EL MEDIO AMBIENTE MEDIANTE LA METODOLOGÍA DELA DINÁMICA DE SISTEMAS" tesis de Grado. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2006.

Ley general de educación, colombia1994.

SITIOS WEB (relacionados con el tema)

<http://www.cambioclimaticoglobal.com/index.html>

Fecha de consulta: [Julio 7 de 2209,9:30 am]

<http://www.formarse.com.ar/ecologia/el%20calentamiento%20global.htm>

Fecha de consulta: [Julio 7 de 2209,3:30 am]

<http://www.ecoportal.net/content/view/full/84104>

Fecha de consulta: [[Julio 9 de 2009, 5:00 pm].

<http://www.jmarcano.com/bosques/threat/overcut.html>

Fecha de consulta: [14 de julio 12:35 PM]

<http://www.ecoportal.net/content/view/full/169/offset/16>

Fecha de consulta: [julio 22 de 2009]

<http://homepage.mac.com/uriarte/subidamar.html>

Fecha de consulta: [[Julio 9 de 2009, 5:00 pm].

http://www.solarpedia.es/index.php/Radiaci%C3%B3n_solar

Fecha de consulta: [julio 22 de 2009 4:00 pm]

<http://www.ecoportal.net/content/view/full/169/offset/16>

Fecha de consulta: [julio 22 de 2009 4:30 pm]

http://cambio_climatico.ine.gob.mx/glosario.html

Fecha de consulta: [julio 22 de 2009 4:40 pm]

<http://www.lennotech.es/efecto-invernadero/glosario-cambio-climatico.htm#ixzz0ROUBuWe8>

Fecha de consulta: [julio 22 de 2009 5:10 pm]

http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_invernadero

Fecha de consulta: [julio 24 de 2009 3:10 pm]

http://es.wikipedia.org/wiki/Gas_de_efecto_invernadero

Fecha de consulta: [julio 24 de 2009 10 pm]

<http://faabinrg.blogspot.com/2009/03/gases-de-invernadero-y-su-incidencia-en.html>

Fecha de consulta: [julio 27 de 2009 11 pm]

<http://www.actionbioscience.org/esp/ambiente/chanton.html>

Fecha de consulta: [julio 30 de 2009 10:45 pm]

<http://educandoensalud.blogspot.com/2007/04/el-calentamiento-global.html>

Fecha de consulta: [Agosto 3 de 2009 3:10 pm]

<http://www.scidev.net/es/features/cambio-clim-tico-y-enfermedades-transmitidas-por-i.html>

Fecha de consulta: [agosto 4 de 2009 5:32 pm]

<http://www.tecnociencia.es/especiales/sequia/impactos.htm>

Fecha de consulta: [agosto 15 de 2009 3:10 pm]

www.alianzageografica.org/leccioncalentglobal.pdf

Fecha de consulta: [septiembre 24 de 2009 4 pm]

MARCO COMPRENSIVO

En esta categoría se presenta la bibliografía que ha ayudado al análisis y comprensión de los conceptos y teorías relacionadas con:

DINAMICA DE SISTEMAS

ANDRADE Hugo, Dynner Isaac, Espinosa Ángela, López Hernán, Sotaquirá Ricardo. Pensamiento Sistémico: Diversidad en Búsqueda de Unidad. Bucaramanga; 2001.

ANDRADE Hugo, Sotaquirá Ricardo. Pensamiento sistémico y dinámica de sistemas para el modelamiento de fenómenos de diversa naturaleza.

ARACIL Javier: "introducción a la dinámica de sistemas".

FEW A Arthur: System Behavior And System modeling, Houston, Texas 1996.

FOED Andrew: "modeling the environment an introduction to system dynames models of environmental systems". 1999.

SITIOS WEB

<http://jmonzo.net/blogeps/ids1.pdf>

Fecha de consulta: [junio 9 de 2009 hora 3:30 pm]

<http://tgs7233.galeon.com/index.html>

Fecha de consulta: [Junio 11 de 2009 hora 5:50 pm]

<http://www.tuconsultor.net/consultoriasistemica/queesunsistema/index.html>

Fecha de consulta [junio 9 de 2009 hora 9:30 am]

DESARROLLO SOFTWARE

FOWLER, Martín. SCOTT, Kendall. UML gota a gota, México D.F., Editorial Addison Wesley Longman de México, S.A., 1999.

PRESSMAN, Roger S. INGENIERIA DEL SOFTWARE, Un enfoque práctico. sexta edición. Editorial McGraw-Hill. Madrid, 2005.

SITIOS WEB

<http://www.driverop.com.ar/tutorialesdelphi/tutprinc/intro.htm>

<http://delphiallimite.blogspot.com/>

<http://www.clubdelphi.com/>

MARCO GENERAL

En este marco se presentan fuentes que orientarán el desarrollo de la investigación, en cuanto a metodologías y lineamientos a seguir en el proceso de investigación.

GOMEZ, Luís: “Conferencias sobre planeación de proyectos”,2001.

HURTADO DE BARRER Jacqueline: “como formular objetivos de investigación. Un acercamiento desde la investigación holística”, Venezuela, 2005.

ZORRILLA ARENA Santiago, TORRES XAMMAR Miguel: “Guía para elaborar la tesis”, México, 1992.

ICART ISEM M. teresa ,FUENTELESAZ GALLEGO Carmen, PULPON SEGURA Anna m. España, 2000

ANEXOS

ANEXO A. PROYECTOS MAC: MICROMUNDOS DE SIMULACIÓN PARA EL APRENDIZAJE DE CIENCIAS

Fundamentos de la propuesta⁸⁰.

Cuatro elementos pueden englobar los fundamentos que han guiado el desarrollo de esta propuesta y que a su vez la sustentan. El primero, una concepción del cambio, que asume que toda situación cambia permanentemente y que para intervenir en ésta, de manera orientada y con propósito, se debe tener un enfoque de investigación acción (investigación – acción, acción - Investigación). El segundo, una propuesta de modelo educativo, que surge de una postura crítica frente al modelo predominante y se constituye en un referente para definir y guiar la acción de intervención.

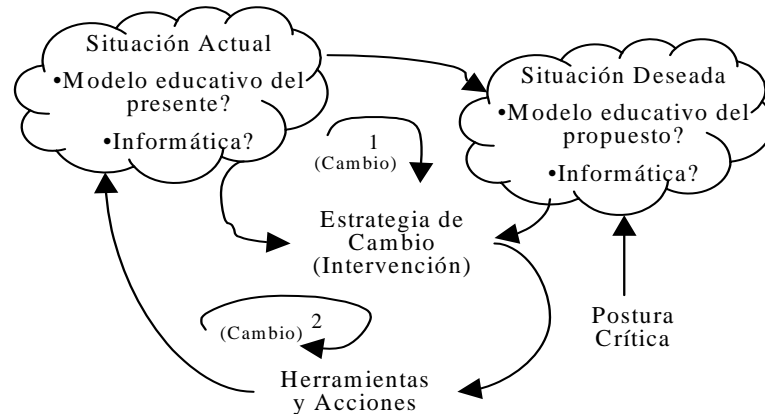
El tercer elemento, lo define una postura crítica frente al papel de las tecnologías de la información –TI- en la educación, para ser conscientes de cuándo éstas tecnologías aportan al cambio y cuándo se contraponen al mismo; cuando su aporte puede ser sólo un aporte cuantitativo al cambio y cuando puede llegar a ser un aporte cualitativo. El cuarto elemento lo constituye el pensamiento sistémico, el cual orienta la definición de cada uno de los anteriores tres elementos y a su vez los integra.

Una síntesis de estos cada uno de estos elementos se presenta a continuación.

⁸⁰ANDRADE, 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. Ponencia expuesta en el primer Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas, Monterrey, México.

Concepción del cambio: el proceso de intervención se asume como una acción orientada al cambio y en una dinámica de investigación acción (figura 37), es decir, como un proceso de aprendizaje.

Figura 37. **Ciclos de aprendizaje, construcción y acción para el cambio.**



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

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

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

Los productos informáticos son herramientas que apoyan el desarrollo de las acciones; en nuestro caso cada ciclo aporta en la creación de un nuevo prototipo MAC, productos que se enriquecen con el aprendizaje que se van logrando tanto de los elementos descritos en la figura 4, como de la metodología general que conduce el proceso y las acciones de desarrollo del software y su uso.

- **Modelo educativo:** las ideas que se plantean en el modelo educativo están descritas en el apartado 2.6.
- **Postura crítica frente al uso de la informática:** una postura crítica frente a la informática no implica un desconocimiento de lo que se ha hecho y se hace en este campo, ni mucho menos una postura sectaria y de supuesta “última palabra” al respecto. Todo lo contrario, se trata de una postura crítica y sistémica, para la cual es indispensable un conocimiento y un reconocimiento de la totalidad sistémica constituida por las diversas prácticas en la informática. En ese reconocimiento de las diferentes prácticas de la informática en el campo educativo se identificaron las siguientes:
 - **Informática como fin.** Plantea una práctica de la informática orientada a la apropiación de conocimientos, guiada por la necesidad de dominar los artefactos tecnológicos, las teorías, las técnicas y las metodologías tecnológicas, sin apreciar el efecto de la tecnología sobre la educación misma. Esto conlleva a que la propuesta escolar se reduzca a crear una nueva área de formación, a la manera

de las áreas tradicionales, un nuevo curso, profesor, laboratorio y programa de estudio.

- **Informática como medio.** Esta postura reconoce que la informática se está presentando en los diferentes quehaceres cotidianos y sociales, por lo tanto, es importante que también actúe en el campo educativo como medio facilitador de las prácticas educativas y no solo para su aprendizaje en sí. Lo anterior constituye un avance relativo, pero puede ayudar a la consolidación del modelo tradicional y no al cambio que se desea. No basta hacer con la informática lo que se venía haciendo sin ella.
- **Postura crítica.** Asume el reto de introducir la informática creando una dinámica de cambio del proyecto educativo. Asimismo, asume la apropiación de la tecnología en el proceso de formación, el cual debe cambiar en procura de lograr la integración del conocimiento, centrando las preocupaciones más en el desarrollo de competencias y de formas de pensamiento que en la asimilación de conocimientos particulares. Esto demanda nuevos roles y prácticas de los agentes involucrados (nuevo modelo educativo), nuevas metodologías y en general nuevos recursos para orientar el proceso formador y de aprendizaje concreto y con sentido. Esto lo puede brindar la informática y la tecnología en general, cuando se asume con un espíritu creador y un afán holista.
- **Pensamiento sistémico:** está presente de varias formas, en principio para guiar la formulación misma de la propuesta, para mirar la realidad de la educación y en ésta la de la informática y para concebir la diversidad y la unidad de dicha situación compleja. Además, el pensamiento sistémico integra la propuesta y orienta la formulación de cada uno de los demás elementos que la fundamentan y finalmente se constituye en un objetivo mismo, ya que el llevarlo a la educación explícita o implícitamente, es un propósito de la propuesta.

El PS se manifiesta en la concepción del cambio y en la preocupación por la intervención en el mismo cuando reconoce la variedad y la unidad de la situación que se desea cambiar y cuando reconoce las diferentes posturas de la comunidad frente a la informática y su papel en la educación. Así, el PS se constituye en “los ojos de los ojos” para conocer y reconocer las posturas que implícita o explícitamente definidas por la comunidad, la orientan en su quehacer educativo e informático. En el contexto de ese reconocimiento y a partir de éste, se formulan las propuestas concretas de acción para el cambio.

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

Una visión general de los productos MAC desarrollados en SIMON

Los MAC se han desarrollado con la intención de posibilitar el pensar y diseñar una estrategia de cambio. Es una herramienta y un elemento para idear estrategias y proponer acciones acordes con la postura institucional frente a la educación y la informática. Así se han desarrollado productos MAC para los grados 1 a 11, sin olvidar claro está los fundamentos presentados en la propuesta anterior.

El desarrollo de dichas herramientas propenden promover el cambio en el modelo educativo, ya que se genera un acercamiento al modelo educativo propuesto; con características propias del pensamiento sistémico, la D.S y el enfoque pedagógico constructivista. Cada prototipo que se ha desarrollado, se ha basado en las experiencias y avances logrados por el prototipo anterior, buscando obtener

productos software de mejor calidad, coherentes con la propuesta pedagógica y los propósitos educativos.

El uso de la multimedia, facilidades de comunicación y ambientes soportados e páginas web, entre otros aspectos, contemplan el desarrollo de los MAC, sin olvidar también la relación o el vínculo con una herramienta para el modelamiento y la simulación con D.S, como es EVOLUCION 3.5.

Estas herramientas se encontraban divididas en principalmente en tres niveles:

Nivel Lector (NL): En este nivel se presentan las temáticas del área de ciencias de una manera atractiva (con apoyos didácticos y multimedia).

Nivel Experimentador (NE): En este espacio se encuentra un laboratorio virtual soportado en un software de simulación (EVOLUCION 3.5), en el que se recrean situaciones reales que motivan el aprendizaje conceptual del estudiante mediante la experimentación.

Nivel Investigador (NI): corresponde al uso pleno de una herramienta software a la cual se llega después de que la herramienta se utilice plenamente; presenta características de un software especializado en el modelamiento con DS, facilitando identificar y construir las estructuras sistémicas y las ecuaciones correspondientes que explican la variedad de comportamientos observados en la simulación del fenómeno en estudio.

De esta forma se apoya el aprendizaje sobre fenómenos reales, a partir de su estudio como sistemas y con el soporte de las facilidades multimediales, de modo que el modelado y la experimentación se ven enriquecidos con textos, sonidos, vídeos, imágenes y animaciones.

Junto a las características generales ya señaladas, los proyectos MAC han venido involucrando otras características específicas como:

- Facilidades para que el micromundo permita la entrada a nueva información que lo enriquezca y lo haga atractivo para la utilización de profesores y estudiantes.
- Facilidades de comunicación estudiante-profesor.
- Facilidades para la evaluación del proceso de aprendizaje a través de preguntas guías (preguntas generales sobre una temática que busca despertar el interés del estudiante en la exploración de la herramienta software) y preguntas puntuales, que motivan y orientan la reflexión sistémica y la experimentación.
- Facilidades al profesor para el seguimiento de la labor de los estudiantes y la organización de sus informes a través de una bitácora de estudiante.
- Facilidades de comunicación entre estudiantes sobre una temática en estudio, en un área en donde los estudiantes pueden proponerla, argumentarla y acordarla, con el fin de coordinarse en la consecución de unos objetivos compartidos.
- Facilidades al profesor para la preparación de clases para que pueda dirigir de una manera más sistémica la construcción del conocimiento de los estudiantes.

Los proyectos MAC facilitan una actividad educativa con soporte informático, que ayuda al fortalecimiento del espíritu crítico e investigativo del estudiante (desarrollo de habilidades de pensamiento) de manera que, mediante la experimentación y exploración, pueda llegar a un aprendizaje profundo acerca de los fenómenos en estudio.

El grupo SIMON de investigaciones busca desarrollar los productos software MAC en versiones sucesivas que son sometidas a pruebas en instituciones educativas,

Título del software: MAC Secundaria		
Versión	1.0	Año 2008 Idioma: Español
Autores: Jenny Cala y Jairo Tasco		
Dirección URL:		
Con cuáles áreas se puede utilizar? en el área de ciencias (biología, física y química)		
Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grados sexto a undécimo		

cada vez con mayor regularidad. Las pruebas buscan identificar requerimientos conducentes a mejorar el siguiente desarrollo, haciendo énfasis en el análisis de las relaciones entre informática y educación, con el fin de aprovechar el potencial educativo del computador en este sector.

ANEXO B.RESULTADOS PRUEBA REALIZADA A MAC SECUNDARIA

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

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

Fomento de la iniciativa y el autoaprendizaje. ¿Promueve el desarrollo de la iniciativa y el aprendizaje autónomo y significativo de los usuarios?	X				X	
¿Promueve el aprendizaje por prueba y error?	X				X	
¿Fomenta el desarrollo de estrategias de aprendizaje en los usuarios, que les permitan planificar, regular y evaluar su propia actividad de aprendizaje?	X				X	
¿Promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento?	X				X	
Enfoque pedagógico actual. ¿Facilita al estudiante un aprendizaje repetitivo, conductual?	X			X		
¿Promueve un aprendizaje significativo y de construcción de conocimiento en el estudiante, donde además de comprender los contenidos puede investigar y buscar nuevas relaciones?	X					X
La documentación. ¿Posee ayuda para el usuario?	X				X	
¿Incluye un tutorial o ayuda para la operación del software y sus herramientas de apoyo al aprendizaje?	X				X	
¿Incluye guías didácticas con sugerencias claras y ejemplos de utilización que proponga estrategias de uso e indicaciones para su integración curricular?	X				X	
Requisitos de Hardware y software						
¿Los requisitos mínimos de hardware y software los pueden cumplir la mayoría de los computadores de las escuelas?	X				X	
¿Requiere los parlantes para su buen funcionamiento?		X			X	
Otras características						
¿El software impone obligaciones metodológicas para su uso, tanto para el profesor como para el estudiante?	X				X	
¿El software ofrece diferentes posibilidades de uso, de acuerdo con las necesidades e intenciones del usuario?	X				X	
¿Presenta preguntas que motivan al usuario a interactuar con los experimentos?	X				X	
¿Se pueden ejecutar los experimentos bajo diferentes condiciones (variación de parámetros)?	X				X	
¿El software permite la construcción de modelos?	X				X	
En las siguientes preguntas, subraye los aspectos que fomenta el software:						

Exigencias de aprendizaje: El software exige al estudiante acciones y habilidades para: <u>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.</u>
¿El trabajo <u>individual, cooperativo</u> ?
El software puede ser utilizado para: <u>Entrenar - Aprender - Informar - Motivar - Explorar - Experimentar - Expresarse Comunicarse - Entretener - Evaluar - Procesar Datos – Simular diversos fenómenos</u>
¿Quién ejerce el control de la secuencia de aprendizaje: el computador o el <u>estudiante</u> ?
¿Posee discriminaciones (sexo, clase social, raza, religión y creencias) <u>ninguna</u>
¿Presenta mensajes negativos no aceptables desde el punto de vista moral, ético social ambiental cultural otro _____, <u>Ninguno</u>

Requisitos técnicos (hardware y software mínimo, periféricos necesarios)

Hardware		Software	
Procesador	200 Mhz	Windows	95, 98se, Me, XP
Memoria RAM	16 MB	Internet Explorer	4.5 o superior
		Evolución	3.5 Beta 21
Espacio libre en disco duro	200 MB		
Resolución de pantalla	800x600 píxeles		
Calidad del Color	16 its		

Observaciones:

- No incluye ayuda para el usuario.
- Posee tres roles: Administrador, estudiante, profesor.
- Permite la inclusión de contenidos (temáticas, temas, experimentos, videos e imágenes).
- Se permite la exportación e importación de contenidos y del glosario.

ANEXO C RESULTADOS DE RECEPTIVIDAD DEL SOFTWARE MAC AMBIENTAL. LLANO GRANDE

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.		
Versión	1.0	Año 2009
Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez		Idioma: Español
Rafael Orlando Vargas Almeida		
Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado sexto		
Nombre estudiante: Luz Marina Conde Ramiro		

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

1. ¿Cual crees que es la principal fuente de calor que afecta la tierra?
El Sol
2. ¿En el modelo del calentamiento del planeta el calor de la tierra a través de los años?
a) Disminuye b) Aumenta c) Constante
3. ¿Tú piensas que el aumento de la temperatura contribuye al deshielo de los polos?
Si
4. ¿La evaporización del agua hace que el nivel del mar?
a) Aumente b) Disminuya c) Constante
5. ¿piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?
a) Malos b) Regulares c) Buenos
6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?
Si porque es muy divertida y trata buenos temas
7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?
No
8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?
Si
9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?
Si
10. ¿Te gustaría utilizar el Mac Ambiental en tus clases?
Si

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión 1.0 Año 2009 Idioma: Español

Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida

Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado sexto

Nombre estudiante: Jessica Paola Concejil Rodriguez.

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

1. ¿Cual crees que es la principal fuente de calor que afecta la tierra?

El sol

2. ¿En el modelo del calentamiento del planeta el calor de la tierra a través de los años?

a) Disminuye Aumenta c) Constante

3. ¿Tú piensas que el aumento de la temperatura contribuye al deshielo de los polos?

Si

4. ¿La evaporización del agua hace que el nivel del mar?

a) Aumente Disminuya c) Constante

5. ¿piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?

a) Malos b) Regulares Buenos

6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?

Si porque es muy buena y trata temas muy importantes.

7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?

No

8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?

Si

9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?

Si

10. ¿Te gustaría utilizar el Mac Ambiental en tus clases?

Si

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión	1.0	Año	2009	Idioma:	Español
Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida					
Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado sexto					
Nombre estudiante: <i>BRAYAN ESNAIDAS VILLAMIZAR QUIROGA</i>					

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

1. ¿Cual crees que es la principal fuente de calor que afecta la tierra?
El sol
2. ¿En el modelo del calentamiento del planeta el calor de la tierra a través de los años?
a) Disminuye Aumenta c) Constante
3. ¿Tú piensas que el aumento de la temperatura contribuye al deshielo de los polos?
Si
4. ¿La evaporización del agua hace que el nivel del mar?
a) Aumente Disminuya c) Constante
5. ¿piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?
a) Malos b) Regulares Buenos
6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?
si, porque vimos graficos, videos.
7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?
no, porque aprendimos muchos programas
8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?
Si
9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?
Si
10. ¿Te gustaría utilizar el Mac Ambiental en tus clases?
Si

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión 1.0 Año 2009 Idioma: Español

Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida

Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado sexto

Nombre estudiante: Doris Adriana Roldán Basto.

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

1. ¿Cual crees que es la principal fuente de calor que afecta la tierra?
El sol.
2. ¿En el modelo del calentamiento del planeta el calor de la tierra a través de los años?
a) Disminuye Aumenta c) Constante
3. ¿Tú piensas que el aumento de la temperatura contribuye al deshielo de los polos?
Si
4. ¿La evaporización del agua hace que el nivel del mar?
a) Aumente Disminuya c) Constante
5. ¿piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?
a) Malos b) Regulares Buenos
6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?
Si es muy buena y se tratan buenos temas.
7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?
No por q' aprendimos muchos programas.
8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?
Si
9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?
Si
10. ¿Te gustaría utilizar el Mac Ambiental en tus clases?
Si

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión 1.0 Año 2009 Idioma: Español

Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida

Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado Séptimo

Nombre estudiante: Maribel Katherine Rogallón Moreno

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

1. ¿En el modelo del calentamiento del planeta el calor de la tierra a través de los años?

- a) Disminuye Aumenta c) Constante

2. ¿Tú piensas que la tierra se esta calentando?

Si

3. ¿En el modelo del bosque tropical, cual es el ciclo correcto que debe seguir un árbol?

- a) Árbol sembrado, Árbol joven, Árbol crecido, Árbol maduro
b) Árbol maduro, Árbol sembrado, Árbol crecido, Árbol joven

4. ¿En que parte del ciclo de vida de un árbol es preferible talarlo?

- a) Árbol sembrado b) Árbol joven c) Árbol crecido d) Árbol maduro

5. ¿piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?

- b) Malos b) Regulares c) Buenos

6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?

Si porque aprendí de una manera más bonita es decir lúdica-recreativa

7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?

NO, porque todo está muy bien organizado para poder entenderlo mejor.

8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?

Si

9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?

Si

10. ¿Te gustaría utilizar el Mac Ambiental en tus clases?

Si

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión	1.0	Año	2009	Idioma:	Español
Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida					
Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado Séptimo					
Nombre estudiante: <u>Ledy Johana Viquez Guirago</u>					

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

1. ¿En el modelo del calentamiento del planeta el calor de la tierra a través de los años?
a) Disminuye Aumenta c) Constante
2. ¿Tú piensas que la tierra se esta calentando?
SI
3. ¿En el modelo del bosque tropical, cual es el ciclo correcto que debe seguir un árbol?
 a) Árbol sembrado, Árbol joven, Árbol crecido, Árbol maduro
b) Árbol maduro, Árbol sembrado, Árbol crecido, Árbol joven
4. ¿En que parte del ciclo de vida de un árbol es preferible talarlo?
a) Árbol sembrado b) Árbol joven c) Árbol crecido d) Árbol maduro
5. ¿piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?
a) Malos b) Regulares c) Buenos
6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?
SI, porque nos ayuda a conscientizarnos a cuidar los arboles y el medio ambiente.
7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?
NO, porque todo está muy fácil y organizado
8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?
SI
9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?
SI
10. ¿Te gustaria utilizar el Mac Ambiental en tus clases?
SI

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión 1.0 Año 2009 Idioma: Español
Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida
Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado Séptimo
Nombre estudiante: Yasica Andriana Villamizar Villamizar

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

1. ¿En el modelo del calentamiento del planeta el calor de la tierra a través de los años?
a) Disminuye b) Aumenta c) Constante
2. ¿Tú piensas que la tierra se esta calentando?
Si
3. ¿En el modelo del bosque tropical, cual es el ciclo correcto que debe seguir un árbol?
 a) Árbol sembrado, Árbol joven, Árbol crecido, Árbol maduro
b) Árbol maduro, Árbol sembrado, Árbol crecido, Árbol joven
4. ¿En que parte del ciclo de vida de un árbol es preferible talarlo?
a) Árbol sembrado b) Árbol joven c) Árbol crecido d) Árbol maduro
5. ¿piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?
b) Malos b) Regulares c) Buenos
6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?
si, porque pude aprender acerca de este temq
7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?
No, porque estaba muy bien organizado
8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?
Si
9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?
Si
10. ¿Te gustaría utilizar el Mac Ambiental en tus clases?
Si

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión 1.0 Año 2009 Idioma: Español

Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida

Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado Séptimo

Nombre estudiante: Edwin Alvaro Negrete V./2011

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

1. ¿En el modelo del calentamiento del planeta el calor de la tierra a través de los años?

- a) Disminuye b) Aumenta c) Constante

2. ¿Tú piensas que la tierra se esta calentando?

Si

3. ¿En el modelo del bosque tropical, cual es el ciclo correcto que debe seguir un árbol?

- a) Árbol sembrado, Árbol joven, Árbol crecido, Árbol maduro
b) Árbol maduro, Árbol sembrado, Árbol crecido, Árbol joven

4. ¿En que parte del ciclo de vida de un árbol es preferible talarlo?

- a) Árbol sembrado b) Árbol joven c) Árbol crecido d) Árbol maduro

5. ¿piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?

- a) Malos b) Regulares c) Buenos

6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?

Si porque aprendimos cosas importantes y vimos otras maneras de aprender en software

7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?

No porque estaba facil y muy bueno

8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?

Si

9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?

Si

10. ¿Te gustaria utilizar el Mac Ambiental en tus clases?

Si porque se aprende mucho

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión 1.0 Año 2009 Idioma: Español

Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida

Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado Séptimo

Nombre estudiante: *OSCAR LONDE BERMUDEZ*

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

1. ¿En el modelo del calentamiento del planeta el calor de la tierra a través de los años?

- a) Disminuye b) Aumenta c) Constante

2. ¿Tú piensas que la tierra se esta calentando?

Si

3. ¿En el modelo del bosque tropical, cual es el ciclo correcto que debe seguir un árbol?

- a) Árbol sembrado, Árbol joven, Árbol crecido, Árbol maduro
b) Árbol maduro, Árbol sembrado, Árbol crecido, Árbol joven

4. ¿En que parte del ciclo de vida de un árbol es preferible talarlo?

- a) Árbol sembrado b) Árbol joven c) Árbol crecido d) Árbol maduro

5. ¿piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?

- a) Malos b) Regulares c) Buenos

6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?

Si porque asi puedo cuidar el planeta

7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?

No porque este muy facil

8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?

Si

9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?

Si

10. ¿Te gustaria utilizar el Mac Ambiental en tus clases?

Si porque asi aprendo mas cosas

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión 1.0 Año 2009 Idioma: Español

Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida

Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado Séptimo

Nombre estudiante: *Berson Alberto Parra Perez*

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

1. ¿En el modelo del calentamiento del planeta el calor de la tierra a través de los años?

- a) Disminuye Aumenta c) Constante

2. ¿Tú piensas que la tierra se esta calentando?

SI

3. ¿En el modelo del bosque tropical, cual es el ciclo correcto que debe seguir un árbol?

- a) Árbol sembrado, Árbol joven, Árbol crecido, Árbol maduro
b) Árbol maduro, Árbol sembrado, Árbol crecido, Árbol joven

4. ¿En que parte del ciclo de vida de un árbol es preferible talarlo?

- a) Árbol sembrado b) Árbol joven c) Árbol crecido d) Árbol maduro

5. ¿piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?

- b) Malos b) Regulares c) Buenos

6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?

Si - porque estuvo muy interesante.

7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?

no = est porque estaba fasil

8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?

Si

9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?

Si

10. ¿Te gustaria utilizar el Mac Ambiental en tus clases? *Si*

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión	1.0	Año	2009	Idioma:	Español
Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida					
Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado Séptimo					
Nombre estudiante: Juan Carlos Villar					

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

1. ¿En el modelo del calentamiento del planeta el calor de la tierra a través de los años?
a) Disminuye Aumenta c) Constante
2. ¿Tú piensas que la tierra se esta calentando?
Si
3. ¿En el modelo del bosque tropical, cual es el ciclo correcto que debe seguir un árbol?
 a) Árbol sembrado, Árbol joven, Árbol crecido, Árbol maduro
b) Árbol maduro, Árbol sembrado, Árbol crecido, Árbol joven
4. ¿En que parte del ciclo de vida de un árbol es preferible talarlo?
a) Árbol sembrado b) Árbol joven c) Árbol crecido d) Árbol maduro
5. ¿piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?
b) Malos b) Regulares c) Buenos
6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?
Si, porque estuvo muy interesante y aprendimos a cuidar la tierra.
7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?
NO, porque estaba facil.
8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?
Si
9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?
Si
10. ¿Te gustaria utilizar el Mac Ambiental en tus clases?
Si

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión	1.0	Año	2009	Idioma:	Español
Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida					
Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado Séptimo					
Nombre estudiante: Fabián Alonso Magalán Moreno					

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

1. ¿En el modelo del calentamiento del planeta el calor de la tierra a través de los años?
a) Disminuye b) Aumenta c) Constante
2. ¿Tú piensas que la tierra se esta calentando?
Si
3. ¿En el modelo del bosque tropical, cual es el ciclo correcto que debe seguir un árbol?
a) Árbol sembrado, Árbol joven, Árbol crecido, Árbol maduro
b) Árbol maduro, Árbol sembrado, Árbol crecido, Árbol joven
4. ¿En que parte del ciclo de vida de un árbol es preferible talarlo?
a) Árbol sembrado b) Árbol joven c) Árbol crecido d) Árbol maduro
5. ¿piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?
b) Malos b) Regulares c) Buenos
6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?
Si porque aprendes a cuidar la Tierra y tu medio ambiente.
7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?
no porque creo que puede ser fácil
8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?
Si
9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?
Si
10. ¿Te gustaría utilizar el Mac Ambiental en tus clases?
Si

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión	1.0	Año	2009	Idioma:	Español
Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida					
Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado Octavo					
Nombre estudiante: <u>DAVY ESTEFANY VERA HOGALÓN</u>					

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

- ¿Los deshielos polares y las altas lluvias hacen que el nivel de agua de los mares?
a) Aumente b) Disminuya c) constante
- ¿En el modelo del nivel del mar que hace que el agua de los océanos disminuya?
La evaporación
- ¿Tú crees que el aumento de la temperatura hace que los polos se derritan?
Si
- ¿Qué el fenómeno del calentamiento global afecta nuestra salud?
Si
- ¿Piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?
a) Malos b) Regulares c) Buenos
- ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?
Si
porque nos muestra en que afecta la contaminación ambiental y el porque de eso cuidar mi salud.
- ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?
No
porque esta chevere y nos enseña.
- ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?
Si
- ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?
Si
- ¿Te gustaría utilizar el Mac Ambiental en tus clases?
Si, para aprender mas.

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión 1.0 Año 2009 Idioma: Español

Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida

Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado Octavo

Nombre estudiante: Luis Enrique Des Santos Jaramana

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

1. ¿Los deshielos polares y las altas lluvias hacen que el nivel de agua de los mares?

a) Aumente

b) Disminuya

c) constante

2. ¿En el modelo del nivel del mar que hace que el agua de los océanos disminuya?

Evaporación

3. ¿Tú crees que el aumento de la temperatura hace que los polos se derritan?

Si

4. ¿Qué el fenómeno del calentamiento global afecta nuestra salud?

Si

5. ¿Piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?

a) Malos

b) Regulares

c) Buenos

6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?

Si porque nos enseña a proteger nuestro ambiente

7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?

No porque nos enseña a cuidar nuestro ambiente

8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?

Si

9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?

Si

10. ¿Te gustaría utilizar el Mac Ambiental en tus clases?

Si

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión	1.0	Año	2009	Idioma:	Español
Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida					
Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado Octavo					
Nombre estudiante: <u>HAGALY ORGANIZAR ORGANIZAR</u>					

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

- ¿Los deshielos polares y las altas lluvias hacen que el nivel de agua de los mares?
 a) Aumente b) Disminuya c) constante
- ¿En el modelo del nivel del mar que hace que el agua de los océanos disminuya?
EVAPORACIÓN
- ¿Tú crees que el aumento de la temperatura hace que los polos se derritan?
SI
- ¿Qué el fenómeno del calentamiento global afecta nuestra salud?
SI
- ¿Piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?
a) Malos b) Regulares c) Buenos
- ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?
SI PORQUE NOS HACE REFLEXIONAR SOBRE COMO DEBEMOS CUIDAR NUESTRO PLANETA.
- ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?
NO PORQUE ES FACIL
- ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?
SI
- ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?
SI
- ¿Te gustaría utilizar el Mac Ambiental en tus clases?
SI

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión	1.0	Año	2009	Idioma:	Español
Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida					
Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado Octavo					
Nombre estudiante: German Orlando Villomier Duarte					
Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:					
1. ¿Los deshielos polares y las altas lluvias hacen que el nivel de agua de los mares?					
<input checked="" type="radio"/> a) Aumente b) Disminuya c) constante					
2. ¿En el modelo del nivel del mar que hace que el agua de los océanos disminuya?					
Evaporación					
3. ¿Tú crees que el aumento de la temperatura hace que los polos se derritan?					
Si					
4. ¿Qué el fenómeno del calentamiento global afecta nuestra salud?					
Si					
5. ¿Piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?					
a) Malos b) Regulares <input checked="" type="radio"/> c) Buenos					
6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?					
Si porque nos ayuda a tomar consciencia en el tema.					
7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?					
no porque aprendi sobre el tema muy facil					
8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?					
Si					
9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?					
Si					
10. ¿Te gustaría utilizar el Mac Ambiental en tus clases?					
Si					

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión 1.0 Año 2009 Idioma: Español

Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida

Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado Octavo

Nombre estudiante: Carlos Alberto Macalón

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

1. ¿Los deshielos polares y las altas lluvias hacen que el nivel de agua de los mares?

- a) Aumente b) Disminuya c) constante

2. ¿En el modelo del nivel del mar que hace que el agua de los océanos disminuya?

Evaporación

3. ¿Tú crees que el aumento de la temperatura hace que los polos se derritan?

Si

4. ¿Qué el fenómeno del calentamiento global afecta nuestra salud?

Si

5. ¿Piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?

- a) Malos b) Regulares c) Buenos

6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?

Si, porque nos hace reflexionar sobre nuestro planeta para que no se acabe.

7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?

No, porque es muy fácil.

8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?

Si

9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?

Si

10. ¿Te gustaría utilizar el Mac Ambiental en tus clases?

Si

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión 1.0 Año 2009 Idioma: Español

Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida

Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado Noveno

Nombre estudiante: ROSA ANGELICA TARRAZONA.

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

1. ¿La expansión de las aguas en el modelo del nivel del mar hacer que este nivel?

- a) Aumente b) disminuya c) Constante

2. ¿El aumento de la temperatura por causa del calentamiento global hace que se expanda el agua en los mares aumentando el nivel de agua en ellos. ?

- a) Si b) No c) No se

3. ¿En la actualidad el ser humano esta desperdiciando el agua?

SI

4. ¿Qué piensas que pasaría con los ríos si seguimos malgastando el agua?

- a) Crecen b) secan c) contantes

5. ¿piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?

- a) Malos b) Regulares c) Buenos

6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?

SI porque es una alternativa para no malgastar el agua.

7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?

no, porque una forma facil de aprendizaje y rapido de entender.

8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?

SI

9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?

SI

10. ¿Te gustaría utilizar el Mac Ambiental en tus clases?

SI

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión 1.0 Año 2009 Idioma: Español

Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida

Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado Noveno

Nombre estudiante: Angie Solith Flores Ackyme.

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

1. ¿La expansión de las aguas en el modelo del nivel del mar hacer que este nivel?
 a) Aumente b) disminuya c) Constante
2. ¿El aumento de la temperatura por causa del calentamiento global hace que se expanda el agua en los mares aumentando el nivel de agua en ellos. ?
 a) Si b) No c) No se
3. ¿En la actualidad el ser humano esta desperdiciando el agua?
Si.
4. ¿Qué piensas que pasaría con los ríos si seguimos malgastando el agua?
a) Crecen b) secan c) contantes
5. ¿piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?
a) Malos b) Regulares c) Buenos
6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?
Si, porque este es un tema de mucho interés y nos puede ayudar a orientarnos y así tener en cuenta la importancia del agua y así no malgastarla.
7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?
No, me pareció fácil de entender, la explicación estuvo muy buena y aprendí.
8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?
Si.
9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?
Si.
- 10: ¿Te gustaría utilizar el Mac Ambiental en tus clases?
Si.

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión	1.0	Año	2009	Idioma:	Español
Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida					
Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado Noveno					
Nombre estudiante: <i>Yohana Carvajal Rodríguez</i>					

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

1. ¿La expansión de las aguas en el modelo del nivel del mar hace que este nivel?
 a) Aumente b) disminuya c) Constante
2. ¿El aumento de la temperatura por causa del calentamiento global hace que se expanda el agua en los mares aumentando el nivel de agua en ellos. ?
 a) Si b) No c) No se
3. ¿En la actualidad el ser humano esta desperdiciando el agua?
Si
4. ¿Qué piensas que pasaría con los ríos si seguimos malgastando el agua?
a) Crecen b) secan c) contantes
5. ¿piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?
a) Malos b) Regulares c) Buenos
6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?
Si porque estaba muy importante y aprendimos como debemos cuidar y no gastar el agua.
7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?
Si porque todo estaba muy bien para entender y muy bien explicado.
8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?
Si
9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?
Si
10. ¿Te gustaría utilizar el Mac Ambiental en tus clases?
Si

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión	1.0	Año	2009	Idioma:	Español
Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida					
Destinatarios: (etapa educativa): Estudiantes de los grado Noveno					
Nombre estudiante: LEIDI YOHANA PAVEA.					

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

1. ¿La expansión de las aguas en el modelo del nivel del mar hace que este nivel?
 a) Aumente b) disminuya c) Constante
2. ¿El aumento de la temperatura por causa del calentamiento global hace que se expanda el agua en los mares aumentando el nivel de agua en ellos. ?
 a) Si b) No c) No se
3. ¿En la actualidad el ser humano esta desperdiciando el agua?
Si
4. ¿Qué piensas que pasaría con los ríos si seguimos malgastando el agua?
a) Crecen b) secan c) contantes
5. ¿piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?
a) Malos b) Regulares c) Buenos
6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?
Si
7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?
No PORQUE ES RAPIDO DE ENTENDER.
8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?
Si
9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?
Si
10. ¿Te gustaría utilizar el Mac Ambiental en tus clases?
Si

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión 1.0 Año 2009 Idioma: Español

Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida

Destinatarios: (etapa educativa): Profesor

Nombre Profesor: Mercedes Cuadros

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

1. ¿Crees que las temáticas ambientales son apropiadas y los contenidos son los lo suficientemente claros para que los estudiantes las comprendan?
Si
2. ¿Crees que la interacción de los estudiantes con los modelos complementa lo aprendido en clase?
Si
3. ¿Crees que la información contenida en el software es suficiente y abarca gran parte de la temática que estamos estudiando?
Si
4. ¿Crees que esta clase de metodología de educación es apropiada para los estudiantes?
¿Por qué?
Si porque el alumno tiene la oportunidad de interactuar y complementar la teoría con la parte visual.
5. ¿Cómo le pareció el software (MAC Ambiental)?
Interesante
6. ¿De la clase apoyada hoy por MAC Ambiental se puede decir que la actitud de los alumnos frente a ésta fue de (interés, desinterés)? Complemente su respuesta.
De interés por que el alumno solamente había tenido la información teórica.
7. ¿Le pareció que los estudiantes tuvieron dificultades al utiliza MAC Ambiental?
No.
8. ¿Cree que utilizando este software en las clases con los estudiantes se está creando conciencia referente al deterioro del medio ambiente?
Si, por que el alumno tiene la oportunidad de analizar con más detenimiento el problema.

Título del proyecto: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.

Versión	1.0	Año	2009	Idioma:	Español
Autores:		Nathali Angélica Ortiz Suarez Rafael Orlando Vargas Almeida			
Destinatarios: (etapa educativa): Profesor					
Nombre Profesor: Ruth Astrid Duarte Montañez					

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental responde las siguientes preguntas:

1. ¿Crees que las temáticas ambientales son apropiadas y los contenidos son los lo suficientemente claros para que los estudiantes las comprendan?
Si, son apropiadas las temáticas y los contenidos son claros entendibles para los estudiantes. Y ayuda a reflexionar sobre las actitudes que se tienen con el medio ambiente.
2. ¿Crees que la interacción de los estudiantes con los modelos complementa lo aprendido en clase?
Si, porque son temas que se ven en Ciencias Naturales.
3. ¿Crees que la información contenida en el software es suficiente y abarca gran parte de la temática que estamos estudiando?
Se analizan las variables necesarias para que con esos temas ellos observen lo que puede suceder.
4. ¿Crees que esta clase de metodología de educación es apropiada para los estudiantes? ¿Por qué?
Si porque ellos leen, reflexionan y es activa.
5. ¿Cómo le pareció el software (MAC Ambiental)?
Es apropiado para la situación que se está viendo en relación con el medio ambiente.
6. ¿De la clase apoyada hoy por MAC Ambiental se puede decir que la actitud de los alumnos frente a ésta fue de (interés, desinterés)? Complemente su respuesta.
Para ellos es llamativo interesante porque pueden interactuar, ver videos e imágenes.
7. ¿Le pareció que los estudiantes tuvieron dificultades al utiliza MAC Ambiental?
Con la asesoría e instrucciones de los estudiantes de la UIS, se les facilitó y entendieron el tema.
8. ¿Cree que utilizando este software en las clases con los estudiantes se está creando conciencia referente al deterioro del medio ambiente?
Si, porque ellos analizan, reflexionan sobre lo que puede suceder si no cambiamos de actitud.

ANEXO D.TABULACIÓN RESULTADOS DE RECEPTIBILIDAD EN LA ESCUELA LLANO GRANDE.

GRADO SEXTO.

Análisis de resultados al test presentado a los estudiantes del grado sexto con presencia de 4 estudiantes:

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental interactuar con ella y ver sus contenidos los estudiantes respondieron de la siguiente manera:

1. ¿Cuál crees que es la principal fuente de calor que afecta la tierra?

La respuesta correcta es el sol.

A esta pregunta 4 estudiantes respondieron el sol

2. ¿En el modelo del calentamiento del planeta el calor de la tierra a través de los años?
a) Disminuye b) Aumenta c) Constante

La respuesta correcta es el calor aumenta.

A esta pregunta 4 estudiantes respondieron aumenta

3. ¿Tú piensas que el aumento de la temperatura contribuye al deshielo de los polos?

La respuesta correcta si el aumento de la temperatura hace que los polos se derritan.

A esta pregunta 4 estudiantes respondieron si

4. ¿La evaporización del agua hace que el nivel del mar?
a) Aumente b) Disminuya c) Constante

La respuesta correcta es el nivel del mar disminuye.

A esta pregunta 4 estudiantes respondieron disminuya

5. ¿piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?
- a) Malos b) Regulares c) Buenos

A esta pregunta 4 estudiantes respondieron buenos

6. Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental?

Todos respondieron que si porque tenía temas interesantes.

7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?

Los usuarios respondieron que no.

8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?

Todos respondieron si.

9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?

Todos respondieron si.

10. ¿Te gustaría utilizar el Mac Ambiental en tus clases?

Todos respondieron si.

GRADO SEPTIMO.

Análisis de resultados al test presentado a los estudiantes del grado séptimo con presencia de 8 estudiantes:

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental interactuar con ella y ver sus contenidos los estudiantes respondieron de la siguiente manera:

1. ¿En el modelo del calentamiento del planeta el calor de la tierra a través de los años?

b) Disminuye

b) Aumenta

c) Constante

La respuesta correcta es el calor aumenta.

A esta pregunta 8 estudiantes respondieron aumenta

2. ¿Tú piensas que la tierra se está calentando?

La respuesta correcta es si la tierra se está calentando.

A esta pregunta 8 estudiantes respondieron si

3. ¿En el modelo del bosque tropical, cual es el ciclo correcto que debe seguir un árbol?

a) Árbol sembrado, Árbol joven, Árbol crecido, Árbol maduro

b) Árbol maduro, Árbol sembrado, Árbol crecido, Árbol joven

La respuesta correcta es el ciclo correcto es el Árbol sembrado, Árbol joven, Árbol crecido, Árbol maduro.

A esta pregunta 8 estudiantes respondieron la opción a

4. ¿En qué parte del ciclo de vida de un árbol es preferible talarlo?
b) Árbol sembrado b) Árbol joven c) Árbol crecido d) Árbol maduro

La respuesta correcta es la fase del ciclo de vida de un árbol en el cual preferiblemente debe ser cortado es cuando este está maduro.

A esta pregunta 8 estudiantes respondieron maduro

5. ¿piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?
c) Malos b) Regulares c) Buenos

A esta pregunta 8 estudiantes respondieron buenos

6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?

Todos respondieron si. Y dieron la razón de aprender a cuidar la tierra

7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?

Respondieron que no. Porque todo esta muy bien organizado.

8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?

Todos respondieron si

9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?

Todos respondieron si

10. ¿Te gustaría utilizar el Mac Ambiental en tus clases?

Todos respondieron si

GRADO OCTAVO.

Análisis de resultados al test presentado a los estudiantes del grado octavo con presencia de 5 estudiantes:

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental interactuar con ella y ver sus contenidos los estudiantes respondieron de la siguiente manera:

1. ¿¿Los deshielos polares y las altas lluvias hacen que el nivel de agua de los mares?

a) Aumente

b) Disminuya

c) constante

La respuesta correcta es el nivel de agua de los mares aumenta.

A esta pregunta 5 estudiantes respondieron aumento

2. ¿En el modelo del nivel del mar que hace que el agua de los océanos disminuya?

La respuesta correcta es el fenómeno que hace que el agua disminuya es la evaporización.

A esta pregunta 5 estudiantes respondieron evaporización

3. ¿Tú crees que el aumento de la temperatura hace que los polos se derritan?

La respuesta correcta es si el aumento de la temperatura hace que los polos de derritan.

A esta pregunta 5 estudiantes respondieron si

4. ¿Tú crees que el fenómeno del calentamiento global afecta nuestra salud?

La respuesta correcta es si el calentamiento global afecta la salud humana.

A esta pregunta 5 estudiantes respondieron si

5. ¿Piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?

d) Malos b) Regulares c) Buenos

A esta pregunta 5 estudiantes respondieron buenos

6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?

Todos respondieron si. La razón general es porque enseña como cuidar el medio ambiente.

7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?

Respondieron que no porque sirve para aprender de forma divertida.

8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?

Todos respondieron si

9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?

Todos respondieron si

10. ¿Te gustaría utilizar el Mac Ambiental en tus clases?

Todos respondieron si

GRADO NOVENO.

Análisis de resultados al test presentado a los estudiantes del grado noveno con presencia de 5 estudiantes:

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental interactuar con ella y ver sus contenidos los estudiantes respondieron de la siguiente manera:

1. ¿La expansión de las aguas en el modelo del nivel del mar hacer que este nivel?
a) Aumente b) disminuya c) Constante

La respuesta correcta es el nivel de agua de los mares aumente.

A esta pregunta 5 estudiantes respondieron aumenta

2. ¿El aumento de la temperatura por causa del calentamiento global hace que se expanda el agua en los mares aumentando el nivel de agua en ellos. ?
a) Si b) No c) No se

La respuesta correcta es si el nivel de agua de los mares aumenta por efecto de la expansión de las aguas.

A esta pregunta 5 estudiantes respondieron si

3. ¿En la actualidad el ser humano está desperdiciando el agua?

La respuesta correcta es si los seres humanos no estamos dando un buen uso a este recurso desperdiciando este gran recurso.

A esta pregunta 5 estudiantes respondieron si

4. ¿Qué piensas que pasaría con los ríos si seguimos malgastando el agua?
a) Crecen b) secan c) constantes

La respuesta correcta es los ríos se secan.

A esta pregunta 4 estudiantes respondieron se secan

A esta pregunta 1 estudiante respondió constante

5. ¿piensas que los contenidos temáticos, modelos, gráficos y videos mostrados en el programa son?

- e) Malos b) Regulares c) Buenos

A esta respuesta 5 estudiantes respondieron buenos

6. ¿Te gusto la clase con la herramienta Mac Ambiental? Si/no. Porque?

Todos respondieron si, porque es un tema de interés para todos.

7. ¿Te pareció difícil el uso del Mac Ambiental? Si/no. Porque?

Tres estudiantes respondieron que les pareció fácil.

Uno respondió que le pareció difícil.

8. ¿Aprendiste hoy con Mac Ambiental conceptos sobre el cuidado del medio ambiente?

Todos respondieron si

9. ¿Te gustaron las imágenes y te agrado la apariencia del software Mac Ambiental?

Todos respondieron si

10. ¿Te gustaría utilizar el Mac Ambiental en tus clases?

Todos respondieron si

PROFESORES.

Análisis de resultados al test presentado a los profesores del con presencia de 2 maestros:

Después de utilizar la herramienta Mac Ambiental interactuar con ella y ver sus contenidos los maestros respondieron de la siguiente manera:

1. ¿Crees que las temáticas ambientales son apropiadas y los contenidos son los lo suficientemente claros para que los estudiantes las comprendan?

A esta pregunta 2 profesores respondieron si

2. ¿Crees que la interacción de los estudiantes con los modelos complementa lo aprendido en clase?

A esta pregunta 2 profesores respondieron si

3. ¿crees que la información contenida software es suficiente y abarca gran parte de la temática que estamos estudiante?

A esta pregunta 2 profesores respondieron si

4. ¿crees que esta clase de metodología de educación es apropiada para los estudiantes? ¿Por qué?

A esta pregunta 2 profesores respondieron si

5. ¿Cómo le pareció el software (MAC Ambiental)?

Respondieron interesante y apropiado.

6. ¿De la clase apoyada hoy por MAC Ambiental se puede decir que la actitud de los alumnos frente a ésta fue de (interés, desinterés)? Complemente su respuesta.

De interés

7. ¿Le pareció que los estudiantes tuvieron dificultades al utiliza MAC Ambiental?

No

8. ¿Cree que utilizando este software en las clases con los estudiantes se está creando conciencia referente al deterioro del medio ambiente?

Si porque ellos analizan reflexionan y pueden cambiar la actitud.

**ANEXO E. TABULACIÓN DE RESULTADOS DE PRUEBA REALIZADA EN LA
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER EN LA SALA 3 DEL EDIFICIO
DE LA FACULTAD FISICO MECANICA**

Prueba realizada a formadores CPE

Formulario de Pruebas

Título del Software: MICROMUNDO DE SIMULACION PARA EL APRENDIZAJE DE FENÓMENOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL CAMBIO GLOBAL.		
Versión: 1.0	Año: 2.010	Idioma: Español
Autores: Nathali Angélica Ortiz Suarez, Rafael Orlando Vargas Almeida		
Con Que Áreas Se Puede Utilizar: Con educación ambiental.		
Destinatarios: Docentes área de educación ambiental y estudiantes de sexto a once grado.		

Marque con una X en la casilla según su apreciación, si no sabe responder o no entiende la pregunta no conteste por favor	SI	NO	BAJO	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
			0% a 30%	31% a 60%	61% a 80%	80% a 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?(Sala de informática, Clase con único computador, Uso domestico, etc.)						
¿La modificación de algunos parámetros, como el grado de dificultad?						
¿La modificación e inclusión de						

contenidos en la base de datos?						
¿Proporciona información útil para la evaluación?						
¿El uso de materiales complementarios a la clase y la realización de actividades complementarias?						
¿La comunicación con otras aplicaciones?						
Calidad del Entorno Visual						
¿Posee un diseño claro y atractivo en las pantallas?						
Calidad en los Contenidos						
¿La información es apropiada para los usuarios a los cuales va dirigido el software?						
¿La información es suficiente para los grados a los que esta dirigido?						
¿La información es actualizada y posee respaldo científico?						
¿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 y servicios en general?						
¿La velocidad del software en su relación con el usuario es la adecuada?						
¿El software presenta errores cuando se esta ejecutando?						
¿El software despierta y mantiene la curiosidad 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 permite al usuario en contra temáticas relacionadas con una o mas palabras?						
¿Permite que el usuario tenga la posibilidad de decidir que información y en que orden trabajar?						
¿Favorece la autonomía y la autogestión del estudiante?						
¿El software establece una relación de interactividad 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?						
¿Las imágenes y videos que presenta aportan información relevante para el usuario?						
Fomento de la Iniciativa y el Auto aprendizaje						
¿Promueve el desarrollo de la iniciativa y el aprendizaje autónomo y significativo de los estudiantes?						
¿Promueve el aprendizaje por prueba y						

error?						
¿Fomenta el desarrollo de estrategias de aprendizaje en los usuarios que les permita 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 que proponen 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 de algún periférico en especial para su buen funcionamiento (Parlantes, micrófono, etc.)?						
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?						
¿El software permite la construcción y aplicación de modelos de simulación?						

Tabulación pruebas CPE

Tabla 65. Tabla tabulación pruebas CPE

PRUEBA REALIZADA A FORMADORES DE CPE						
N° pregunta	SI	NO	BAJO	ACEPTABLE	BUENO	EXELENTE
			0%- 30%	31%-60%	61%-80%	81%-100%
1 pregunta	29	0	0	7	20	2
2 pregunta	25	4	2	6	12	9
3 pregunta	28	1	4	7	16	2
4 pregunta	23	6	5	6	15	3
5 pregunta	24	5	4	9	14	2
6 pregunta	21	8	5	8	15	1
7 pregunta	27	2	1	10	18	0
8 pregunta	24	5	4	12	10	3
9 pregunta	26	3	2	4	14	10
10 pregunta	28	1	1	6	14	8
11 pregunta	23	6	6	6	10	7
12 pregunta	28	1	1	9	14	5
13 pregunta	21	8	6	9	13	1
14 pregunta	29	0	0	8	18	3
15 pregunta	29	0	1	8	20	0
16 pregunta	25	4	3	7	18	1
17 pregunta	26	3	6	12	9	2
18 pregunta	26	3	3	11	10	5

19 pregunta	23	6	1	15	12	1
20 pregunta	25	4	5	8	15	1
21 pregunta	27	2	5	11	13	0
22 pregunta	28	1	1	7	20	1
23 pregunta	29	0	1	8	16	4
24 pregunta	29	0	0	7	20	2
25 pregunta	29	0	1	7	16	5
26 pregunta	26	3	0	9	15	5
27 pregunta	27	2	2	10	14	3
28 pregunta	26	3	2	5	20	2
29 pregunta	26	3	2	5	20	2
30 pregunta	28	1	3	7	18	1
31 pregunta	27	2	3	9	15	2
32 pregunta	25	4	1	9	16	3
33 pregunta	27	2	5	7	13	4
34 pregunta	26	3	3	9	14	3
35 pregunta	27	2	3	6	15	5
36 pregunta	26	3	5	7	15	2
37 pregunta	27	2	3	7	16	3
38 pregunta	22	7	4	10	12	3
39 pregunta	22	7	6	8	11	4
40 pregunta	26	3	5	5	17	2
41 pregunta	26	3	4	6	13	6

Figura 124. Graficas tabulación pruebas CPE

