

**AMBIENTE DE APRENDIZAJE ESCOLAR PARA APOYAR LA  
SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA EN  
ENFERMEDADES DE TRANSMISIÓN VECTORIAL**

**RONALD AUGUSTO CHAPARRO MEDINA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**BUCARAMANGA**

**2018**

**AMBIENTE DE APRENDIZAJE ESCOLAR PARA APOYAR LA  
SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA EN  
ENFERMEDADES DE TRANSMISIÓN VECTORIAL**

**RONALD AUGUSTO CHAPARRO MEDINA**

**Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero de Sistemas**

**Director:**

**Ing. Hugo Hernando Andrade Sosa**

**M. Sc. Informática**

**Codirector:**

**Luis Eduardo Guerra González**

**M. Sc. Informática**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**BUCARAMANGA**

**2018**

## **DEDICATORIA**

Este proyecto lo dedico primero que todo a Dios por ser el dueño de todo lo realizado, por ser motivo primordial para seguir mis sueños, por permitirme vivir este proceso y por cada una de las inspiraciones y dones regalados para poder terminar satisfactoriamente mi propósito.

A mi madre por enseñarme a luchar por mis metas, por formarme con los valores que me caracterizan y permitieron un excelente transcurso de mi carrera, por llenarme de amor, fuerzas y actitud positiva para lograr cada paso como ingeniero de sistemas.

A mi hijo, mi abuela, mi hermano y demás familiares que son motivo de inspiración para luchar por mis sueños.

A mis profesores, compañeros y amigos que aportaron sus conocimientos, consejos y propuestas para lograr culminar mi proceso como profesional

Con aprecio,

Ronald Augusto Chaparro Medina

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por brindarme la oportunidad de haber culminado mi carrera como ingeniero de sistemas, y a cada una de las personas que me apoyaron en este trascurso universitario que hoy finaliza especialmente a:

A mi madre por su apoyo incondicional desde el inicio de este sueño que hoy logro, animándome siempre en los momentos difíciles y enseñándome que todo lo que se realice con sacrificio, disciplina, responsabilidad, compromiso y honestidad siempre tiene una gran recompensa y son reflejados en buenos resultados, siendo este proyecto uno de ellos.

A mis Directores de Proyecto de Grado, el docente Hugo Hernando Andrade Sosa por su dedicación y conocimientos recibidos, los cuales me orientaron en el desarrollo de este proyecto y culminación de mi carrera profesional. A la Universidad Industrial de Santander y cada uno de sus trabajadores que, con su sabiduría, conocimientos, consejos, valores y formación, aportaron en mi desarrollo personal y profesional. A Oscar Julián Medrano García por abrirme las puertas y permitir conocer sus procesos, y por el compromiso y colaboración para desarrollar este proyecto de grado

RONALD CHAPARRO

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN.....	16
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	17
2 JUSTIFICACION .....	19
3 OBJETIVOS.....	21
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	21
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
4 MARCO DE REFERENCIA.....	22
4.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	22
4.2 ANTECEDENTES DEL TEMA.....	27
5 METODOLOGÍA .....	31
5.1 EVALUACIÓN .....	31
5.2 OBTENCIÓN DE ERRORES Y MEJORAS.....	34
5.3 IMPLEMENTACIÓN DE CORRECCIONES Y NUEVAS FUNCIONALIDADES .....	35
5.4 EVALUACIÓN FINAL.....	36
6 DESARROLLO DE PROYECTO.....	37
6.1 EVALUACIÓN .....	37
6.2 OBTENCIÓN DE ERRORES Y MEJORAS.....	56
6.3 IMPLEMENTACIÓN DE CORRECCIONES Y NUEVAS FUNCIONALIDADES .....	56
6.4 EVALUACIÓN FINAL.....	81
7 RESULTADOS.....	82
8 CONCLUSIONES .....	89
9 RECOMENDACIONES .....	91
BIBLIOGRAFÍA.....	92
ANEXOS .....	96

## TABLA DE ILUSTRACIONES

	Pág
Ilustración 1 Simulador interactivo del clima .....	27
Ilustración 2 Carpeta 'RecursosAcadémicos' .....	30
Ilustración 3 Modelo E-R base de datos Altesa 1.0.....	30
Ilustración 4 Metodología del proyecto.....	31
Ilustración 5 Fases de la metodología de Prototipado.....	35
Ilustración 6 Prueba de juego de la epidemia .....	38
Ilustración 7 Análisis gráfico de resultados .....	39
Ilustración 8 Prueba de simulador del juego de la epidemia .....	40
Ilustración 9 Componentes instalados de SonarQube .....	42
Ilustración 10 Resultados de las pruebas técnicas .....	43
Ilustración 11 Modelos de simulación de Altesa 1.0.....	44
Ilustración 12 Diagrama de Flujo – Modelo PRIMARIA.....	44
Ilustración 13 Modelo de juego de la epidemia – PRIMARIA .....	45
Ilustración 14 Evaluación de Variables (Tasa de Contagio y Enf_Relativo) .....	47
Ilustración 15 Evaluación de los Niveles Poblacionales (Sanos y Enfermos).....	47
Ilustración 16 Evaluación de flujo contagio .....	48
Ilustración 17 Comportamiento Función no Lineal Tasa de contagio – Modelo.....	51
Ilustración 18 Simulación con una Población de Sanos = 0 .....	51
Ilustración 19 Simulación con una Población de Sanos = 100 .....	52
Ilustración 20 Simulación con una Población de Enfermos = 100 .....	53
Ilustración 21 Simulación con una Población de Enfermos = 0 .....	53
Ilustración 22 Paso de integración 1 .....	54
Ilustración 23 Paso de integración 0.25 .....	55
Ilustración 24 Paso de integración 0.125 .....	55
Ilustración 25 Paso de integración 0.5 .....	55
Ilustración 26 Envío de archivos por correo .....	59
Ilustración 27 Modelo juego de la epidemia – Primaria.....	60
Ilustración 28 Modelo juego de la epidemia - Secundaria.....	60
Ilustración 29 Gráfica del modelo juego de la epidemia - Secundaria .....	60
Ilustración 30 Modelo epidemia vector.....	61
Ilustración 31 Análisis de Sensibilidad – Contagios .....	62
Ilustración 32 Simulación Población de enfermos con diferentes escenarios.....	63
Ilustración 33 Simulación Población de sanos con diferentes escenarios .....	63
Ilustración 34 Simulación Contagio con diferentes escenarios.....	64
Ilustración 35 Modelo ciclo de vida del Triatomo (Antiguo).....	66

Ilustración 36 Modelo ciclo de vida del Triatomino (Nuevo) .....	67
Ilustración 37 mejora del programa.....	68
Ilustración 38 Presentación del vector Aedes Aegyptis desde Altesa 2.0.....	72
Ilustración 39 Sopa de letras sobre el Dengue visto desde Altesa 2.0 .....	73
Ilustración 40 Diagrama de influencias modelo Aedes Aegyptis .....	74
Ilustración 41 Diagrama de flujo- nivel .....	74
Ilustración 42 Animador del modelo .....	75
Ilustración 43 Menú de conexión de red del docente .....	76
Ilustración 44 Plantilla de respuestas del módulo del estudiante .....	77
Ilustración 45 Dos opciones para enviar las respuestas por parte del estudiante .	77
Ilustración 46 Aviso de carga exitosa a drive de las respuestas del estudiante.....	77
Ilustración 47 Drive con las respuestas del estudiante 8918 ya almacenadas .....	78
Ilustración 48 Menú para importar respuestas del módulo de docente .....	78
Ilustración 49 Visualizando respuesta de un estudiante.....	78
Ilustración 50 Espacio para redactar una observación .....	78
Ilustración 51 Aviso de la exportación de observación exitosa en drive .....	79
Ilustración 52 Plataforma de drive con la observación del docente almacenada...	79
Ilustración 53 Ventana donde salen las observaciones del docente .....	79
Ilustración 54 Aviso de importación exitosa desde drive .....	80
Ilustración 55 Menú de carga de observación desde el módulo del docente.....	80
Ilustración 56 Ventana desde donde el docente ve todas las observaciones .....	80
Ilustración 57 Esquema de gestión de archivos con Google Drive.....	80
Ilustración 58 Pantalla de inicio de Altesa 1.0 .....	102
Ilustración 59 Pantalla de inicio de sesión de Altesa 1.0 .....	107
Ilustración 60 Pantalla de inicio de sesión de Altesa 1.0 .....	107
Ilustración 61 Pantalla de inicio de sesión de Altesa 1.0 .....	107
Ilustración 62 Pantalla de inicio de sesión de Altesa 1.0 .....	107
Ilustración 63 Pantalla de inicio de sesión de Altesa 1.0 .....	108
Ilustración 64 Modulo del docente de Altesa 1.0 .....	108
Ilustración 65 Modulo del Administrador de Altesa 1.0.....	109
Ilustración 66 Caso de uso crear cuenta de usuario .....	110
Ilustración 67 Modulo de gestionar cuenta de usuarios .....	112
Ilustración 68 Modulo de gestión de docentes .....	112
Ilustración 69 Modificación de estudiantes.....	115
Ilustración 70 Modificación de estudiantes 2.....	117
Ilustración 71 Caso de uso de gestión de versión de contenido académico.....	117
Ilustración 72 Modulo de crear versión .....	121
Ilustración 73 Versión creada en Altesa 1.0.....	123
Ilustración 74 Modulo de gestión de actividades.....	126

Ilustración 75 Caso de uso visualizar actividad.....	127
Ilustración 76 Modulo de juego de la epidemia .....	128
Ilustración 77 Caso de uso Realizar actividad.....	128
Ilustración 78 Modulo de respuestas del estudiante.....	131
Ilustración 79 Guardar respuestas en Altesa 1.0 .....	132
Ilustración 80 Conexión de red entre docente y estudiantes .....	135
Ilustración 81 Caso de uso Visualizar respuestas .....	135
Ilustración 82 Modulo de visualizar respuestas del docente.....	136
Ilustración 83 Carga exitosa de respuestas .....	140
Ilustración 84 Vista de las respuestas.....	141
Ilustración 85 Vistas de respuestas 2 .....	141
Ilustración 86 Caso de uso gestionar clase personalizada .....	142
Ilustración 87 Gestionar clase docente .....	144
Ilustración 88 Creación de clase personalizada .....	147
Ilustración 89 Modulo de gestión de clases .....	148
Ilustración 90 Modulo de edición de clase .....	150
Ilustración 91 Caso de uso gestionar actividad.....	154
Ilustración 92 Modulo principal de actividades.....	160
Ilustración 93 Transferencia de clase personalizada.....	162
Ilustración 94 Mensaje para el docente en enviar clase personalizada.....	163
Ilustración 95 Clase personalizada enviada.....	164
Ilustración 96 Caso de uso Obtener ayuda .....	165
Ilustración 97 Ayuda de Altesa 1.0.....	166
Ilustración 98 Gestión de observaciones .....	168
Ilustración 99 Casos de uso en general .....	172
Ilustración 100 Análisis de Sensibilidad .....	176
Ilustración 101 Diagrama de flujo – Modelo SECUNDARIA .....	177
Ilustración 102 Diagramas de Flujo de Nivel – Modelo SECUNDARIA .....	178
Ilustración 103 Evaluación de los Niveles Poblacionales (Sanos y Enfermos) ....	180
Ilustración 104 Evaluación de Variables (CONTAGIO Y P_ENCUENTRO_S)....	181
Ilustración 105 Simulación con una Población de Sanos = 1000 y Enfermos = 0186	
Ilustración 106 Simulación con una Población de Sanos = 1000 y Enfermos = 1186	
Ilustración 108 Simulación con Población de Sanos = 1 y Enfermos = 1000 .....	187
Ilustración 107 Simulación con Población de S = 1 y E = 1000.....	187
Ilustración 110 Simulación con el parámetro P_Contg = 0.....	188
Ilustración 109 Simulación con Población de Sanos = 0 y Enfermos = 1000 .....	188
Ilustración 111 Simulación con el parámetro P_Contg =1 .....	189
Ilustración 112 Pasos de Integración .....	191
Ilustración 113 población de enfermos al variar P_Contg .....	192

Ilustración 114 población de sanos al variar P_Contg.....	192
Ilustración 115 Simulación de Contagio al variar parámetro P_Contg.....	192
Ilustración 116 Diagrama de Flujo – Modelo Epidemia Vector .....	194
Ilustración 117 Sector población .....	194
Ilustración 118 Sector Dinámica Poblacional del Insecto .....	195
Ilustración 119 Sector Relación entre los dos sectores .....	196
Ilustración 120 Diagramas de Flujo de Nivel – Modelo Epidemia Vector.....	197
Ilustración 121 Función del efecto PIN_I sobre TasaIncidenciaMedia .....	198
Ilustración 122 Función NO LINEAL de FUZZY MIN CONTAGIO.....	199
Ilustración 123 Niveles SANOS, ENFERMOS y el Flujo CONTAGIO .....	203
Ilustración 124 Evaluación de Niveles Poblacionales de Insectos.....	204
Ilustración 125 Evaluación de la Mortalidad de los Insectos .....	205
Ilustración 126 Población Total de Insectos y su Densidad.....	205
Ilustración 127 Evaluación de la Cobertura y el Reciproco .....	206
Ilustración 128 Comportamiento Poblacional Sanos = 1000 y Enfermos = 1 .....	215
Ilustración 129 Comportamiento Poblacional con Sanos = 1 y Enfermos 1000...	215
Ilustración 130 personas sanas y enfermas con condiciones: S = 1 y E = 100 ...	216
Ilustración 131 Sanos y Enfermos con Dens_max = 100000 .....	217
Ilustración 132 Comportamiento de la epidemia bajo Dens_max = 100000 .....	218
Ilustración 133 Comportamiento Epidemia Poblacional con TR = 0.....	218
Ilustración 134 Comportamiento Población Insectos con TR = 0 .....	219
Ilustración 135 Comportamiento Epidemia con PIn = 0 .....	219
Ilustración 136 Comportamiento Poblacional Insectos con PIn = 0.....	219
Ilustración 137 Pasos de Integración para la Epidemia.....	221
Ilustración 138 Resultado Análisis de Sensibilidad para el Parámetro TR .....	222
Ilustración 139 Dens_max de los Insectos Infect. (Pin_I) .....	223
Ilustración 140 Dens_max de los Insectos no Infec (Pin) .....	223
Ilustración 141 flujo Contagio variando los escenarios.....	224
Ilustración 142 el flujo Infec_I variando escenarios .....	224
Ilustración 143 el flujo Infec_I variando los escenarios .....	225
Ilustración 144 el flujo Contagio variando escenarios .....	226
Ilustración 145 Diagrama de Flujo – Modelo Ciclo de vida Triatomino .....	227
Ilustración 146 Diagramas de Flujo de Nivel – Modelo Ciclo de Vida Triatomino	228
Ilustración 147 Comportamiento de los Niveles de Adultos y Huevos.....	232
Ilustración 148 Comportamiento de los Niveles de crecimiento .....	233
Ilustración 149 Comportamiento de las variables de Huevos.....	233
Ilustración 150 Comportamiento Pob_Ini_HA (Pob. ini de Hembras) = 0 .....	237
Ilustración 151 Comportamiento Temp_Ambiente (Temp Ambiente)=0 .....	238
Ilustración 152 Comportamiento Temp_Ambiente (Temp Ambiente) = 40 .....	239

Ilustración 153 Comportamiento Poblacional .....	239
Ilustración 154 Comportamiento CanHuevos_Hembra = 0 .....	240
Ilustración 155 Comportamiento CONTROLBIOLOGICO = 100 .....	241
Ilustración 156 Simulación por Pasos de Integración.....	242
Ilustración 157 Análisis de Sensibilidad Temp_Promedio .....	243

## **LISTA DE ANEXOS**

	Pág
<b>Anexo A. Prueba de receptividad de Altesa 1.0</b>	96
<b>Anexo B. Evaluación de casos de uso</b>	101
<b>Anexo C. Pruebas a modelos de dinámica de sistemas</b>	175

## RESUMEN

**TÍTULO:** AMBIENTE DE APRENDIZAJE ESCOLAR PARA APOYAR LA SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA EN ENFERMEDADES DE TRANSMISIÓN VECTORIAL\*

**AUTOR:** RONALD AUGUSTO CHAPARRO MEDINA\*\*

**PALABRAS CLAVE:** TRANSVERSALIDAD, INFORMÁTICA PARA LA EDUCACIÓN, ALERTA TEMPRANA EN ENFERMEDADES, COMUNICACIÓN ACERTIVA.

### DESCRIPCIÓN:

El principal objetivo se basa en el desarrollo de una nueva versión de Altesa 1.0, el cual es un software destinado a la educación que apoya la ejecución y sostenibilidad del sistema de alerta temprana en salud. Este proyecto se encarga principalmente de promover el cambio de actuar en la comunidad frente a una posible epidemia, de manera que esto ayude a prevenir que aumenten los casos de transmisión de enfermedades. Esta herramienta es apoyada por modelos de simulación los cuales representan fenómenos que ayudan a contextualizar al estudiante en el concepto y así complementar su aprendizaje.

Para la renovación de la herramienta se necesita primero que todo la realización de pruebas a todo lo que la conforma como: arquitectura, código de programación, contenidos académicos, modelos de simulación, funcionalidades, métodos de envío, entre otras. Todo esto para tener requisitos necesarios para obtener una implementación coherente con lo que se pide. En la implementación se aplica la metodología de prototipado teniendo en cuenta que el éxito del software depende en gran parte de que tan buen impacto pueda generar en los usuarios finales. Finalmente, se le realizan las pruebas finales respectivas donde se contempla rigurosamente el buen rendimiento de las mejoras implementadas.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Director: M. Sc. Hugo Hernando Andrade Sosa. Codirector: M. Sc. Luis Eduardo Guerra González.

## ABSTRACT

**TITLE:** AMBIENTE DE APRENDIZAJE ESCOLAR PARA APOYAR LA SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA EN ENFERMEDADES DE TRANSMISIÓN VECTORIAL\*

**AUTHOR:** RONALD AUGUSTO CHAPARRO MEDINA\*\*

**KEYWORDS:** TRANSVERSALITY, COMPUTER FOR THE EDUCATION, DISEASE EARLY ALERT, ASSERTIVE COMUNICATION.

### DESCRIPTION:

The main objective is based on the development of a new version of Altesa 1.0, which is a software for education that supports the execution and sustainability of the early alert system in health. This project is mainly responsible for promoting the change the action the community have when probably face a possible epidemic, so that this helps to prevent the increase of cases of disease transmission. This tool is supported by simulation models which represent phenomena that help contextualize the student in the concept and thus complement their learning.

For the second version of the tool it necessary first of all the test process to everything that it conforms like: architecture, programming code, academic contents, simulation models, functionalities, communication methods, among others. All this to have necessary requirements to obtain a coherent implementation with what is requested. In that implementation, the prototyping methodology was applied taking into account that the success of the software depends in large part on how good its impact can generate in the users. Finally, the last tests were carried out, where the good performance of the improvements implemented was rigorously contemplated.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Director: M. Sc. Hugo Hernando Andrade Sosa. Codirector: M. Sc. Luis Eduardo Guerra González.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las instituciones educativas están en una permanente lucha por encontrar estrategias que canalicen todos los nuevos retos que las nuevas generaciones traen, pero manteniendo un modelo pedagógico riguroso el cual con el pasar de los años va perdiendo su valor y, por ende, la calidad en la educación.

A raíz de lo expresado anteriormente y de la dificultad que se presenta en la educación, la población puede caer fácilmente en problemáticas sociales al no tener un conocimiento previo de ellas. Según una encuesta realizada a escolares de Perú (VISSCHER, 2003), se muestra que una de estas problemáticas es el desconocimiento que tienen algunas personas sobre las epidemias y los vectores que las transmiten, lo que conlleva a tener escasos cuidados para evitar y controlar un posible contagio. La única solución de contrarrestar ese desconocimiento es cambiar la cultura en los cuidados de la salud. Por ello es importante la promoción de espacios para la educación en salud y para crear una cultura de prevención especialmente en la infancia la cual es el proyecto a futuro de la sociedad.

El software Altesa 1.0 (Alerta Temprana en Salud) es una herramienta realizada en el lenguaje de programación Delphi XE7 que apoya el sistema de alerta temprana (SAT-CHAGAS) en su propósito el cual es educar por medio de actividades a la comunidad en cuanto a las acciones a realizar en caso de un posible evento de epidemia en el sector. Todo esto apoyado de una estructura de actividades, contenidos académicos y modelos de dinámica de sistemas, las cuales involucran a los docentes y su éxito depende totalmente de la comunicación que entre ellos pueda haber.

Teniendo en cuenta la importancia de lo que se realiza actualmente, la idea principal del proyecto es la renovación del software Altesa 1.0 que consistirá en evaluar, corregir, implementar y ampliar su alcance para continuar apoyando de buena forma las labores de educación en salud.

## 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Altesa 1.0 por ser una herramienta software siempre tendrá una continua necesidad de mejora en todos sus aspectos, y más aún si en el contexto en el que opera vive en un constante cambio.

Teniendo en cuenta esto y el tiempo transcurrido desde su diseño, se ve el inconveniente de que el software pueda poseer un código de poca confiabilidad, componentes obsoletos, contenidos que puedan no estar sintonizados con la actualidad de la temática que se trata y que esto genere algún tipo de confusión en los usuarios. Actualmente, los docentes pueden transmitir sus observaciones entre ellos por medio del software de dos formas:

1. Si el equipo del que envía está en red con el que recibe, se da la posibilidad de enviar por red.
2. Se genera un archivo comprimido el cual se puede enviar manualmente con un dispositivo USB o por internet.

Estas funciones cada vez vuelven más obsoletas a medida que se van presentando soluciones que ofrecen métodos más eficaces de comunicación. Y teniendo en cuenta que el éxito del software depende en gran forma de la manera en que se transmitan la información los docentes, se puede tener un inconveniente el cual puede generar dudas en cuanto a la realimentación de actividades. Por lo tanto, se ve la necesidad de que la herramienta pueda implementar y aprovechar estas nuevas soluciones.

Con base en los buenos resultados obtenidos en los proyectos realizados con la enfermedad de Chagas y que en la actualidad hay una gran presencia de problemáticas similares con otras enfermedades de transmisión vectorial, se ve un limitante el hecho de que el software solo trabaje enfocado en una enfermedad. Se

ve la necesidad de ampliar el software de manera que tenga la capacidad de atender otras enfermedades de urgente atención social.

La presencia de enfermedades de transmisión por vector son una problemática que tiene más auge en gran parte de Latinoamérica debido a una variedad de causas.

Este continente se encuentra en la zona cálida del planeta donde a pesar de tener temporadas de lluvias, normalmente presenta altas temperaturas, ambiente que es el ideal para la reproducción de los vectores que transmiten enfermedades tales como el Dengue, Chagas, Zika y Chikungunya. En Colombia, en los últimos 10 años se han presentado casos de fallecimiento a causa del Dengue y el año pasado se presentó el caso de dos menores de edad fallecidos a causa del Chagas. A esta estadística se le suman todas las personas que fallecieron y nunca tuvieron conocimiento de la causa ya que el Chagas se caracteriza por ser una enfermedad silenciosa que puede llegar a cobrar la vida de una persona tan solo presentando síntomas comunes propias de otras patologías (CARNOTTO, 2015).

Lo que se busca en este proyecto es una estrategia ideal de renovación del software Altesa de manera que le permita seguir apoyando en buena forma el sistema de alerta temprana en el país.

## 2 JUSTIFICACION

Las enfermedades de transmisión vectorial (Chagas, Dengue, Zika, Chikungunya, entre otras) son hoy en día una de las enfermedades más propensas a presentarse en el país. Según los cálculos de la OPS (Organización Panamericana de la Salud), el número de personas infectadas con el virus del Zika en América Latina y el Caribe pueden ascender a tres millones en el transcurso de este año. Colombia es considerada uno de los países más afectados por esta situación ya que se reportan actualmente aproximadamente 32.000 casos. Lo más preocupante es que entre esas cifras hay cerca de 5.000 mujeres en estado de embarazo que temen por la salud de sus fetos debido a la relación que se establece entre el virus y la microcefalia que se registra entre recién nacidos de madres afectadas (MARCOS, 2016). Una de las causas que permite el aumento de afectados es precisamente el desconocimiento y desinformación que tienen las personas sobre el tema según lo afirma Felipe Carnotto en el diario EL PAÍS (CARNOTTO, 2015). En una encuesta realizada a una población de 241 escolares de primaria, se tiene que menos del uno por ciento de la población sabe que el Triatomino es el vector que transmite la enfermedad (VISSCHER, 2003). Esta misma gente que desconoce sobre el tema, es la que no tiene las capacidades necesarias para prevenir que la dinámica de contagio aumente.

Tal como se afirma que “Aprender cómo es la chinche picuda y la erupción que provoca son fundamentales para su erradicación” (CARNOTTO, 2015), la forma más eficaz para combatir esta problemática es contrarrestar ese desconocimiento que se tiene sobre ella, poder lograr que la gente sepa prepararse ante una posible alerta para así reducir su impacto. La mejor solución para esta evidente emergencia en salud es realizar una gran campaña formativa en todas las zonas de mayor probabilidad de afectación. Para esto, la población infantil sería la mejor oportunidad para lograr un aprendizaje efectivo y a futuro ya que “Su mente es como una

esponja, ávida de conocimientos que se adquieren prácticamente sin esfuerzo...” (NUEVO, 2016).

Altesa 1.0 trabaja con la población infantil donde se tiene como propósito educar en salud por medio de actividades para a largo plazo poder imponer una cultura de alerta temprana ante estas enfermedades.

El software al ser educativo siempre debe:

1. Transmitir conocimientos de la actualidad y que sean confiables.
2. Atender otro tipo de enfermedades que presentan también un grado crítico en algunas zonas del continente.
3. Brindar funcionalidades coherentes con los avances tecnológicos que garanticen una correcta operación.

Por ello, se ve la gran importancia de tener actualizado el software Altesa 1.0 de manera que pueda seguir apoyando el proyecto educativo contra una problemática que no da espera.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar la segunda versión del software Altesa 1.0, contemplando su evaluación, corrección, y ampliación a nuevas enfermedades como el Dengue.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar errores y mejoras aconsejables para el buen rendimiento del software Altesa 1.0.
- Implementar la corrección de errores, las mejoras necesarias y la ampliación del alcance a una nueva enfermedad del Dengue.
- Evaluar el producto final donde se contemplen las mejoras realizadas.

## 4 MARCO DE REFERENCIA

### 4.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

**Informática en la educación:** El impacto de las nuevas tecnologías alcanza también a la educación. Especialmente en este terreno es donde deben emplearse los medios técnicos actualizados y capaces de mejorar la calidad de la enseñanza. Vivimos en una sociedad donde las nuevas tecnologías median las relaciones sociales, donde la informática juega un papel fundamental en todos los sectores. Por ello, cada vez se hace más necesaria la formación docente y los recursos TIC adecuados para promover aprendizajes pertinentes. Actualmente ya no se considera un privilegio operar con los productos tecnológicos, ahora es una necesidad. La presencia de la informática se convierte en un factor determinante en los niveles de eficiencia y competitividad a nivel empresarial y personal (BOCHE). En un principio lo que se tenía que hacer con un computador era crear sistemas de información para así racionalizar los procesos administrativos en una empresa, o para crear sistemas listos para la gestión educativa. Pero no se estaba pensando en lo central que era mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. La pregunta era entonces ¿Cómo desarrollar cultura informática en la comunidad educativa?

La solución de implementar la informática como asignatura, no ha dado los resultados esperados, no a todos los jóvenes les interesa saber programar computadores ni ser experto en algún programa de productividad. Pero si a todos les atrae y les interesa usar el computador para labores que tengan sentido para ellos. Otras propuestas de informática en la educación priorizan apoyar los procesos de aprendizaje las diferentes asignaturas, enseñar a pensar, a desarrollar la creatividad, aumentar la capacidad de expresión o simplemente adquirir y descubrir aspectos difíciles de aprender. Con todo esto se empieza a tener un enfoque estratégico para apoyar la empresa más importante de la sociedad que sería la educación. Teniendo en cuenta que tipos de perfiles y con qué aptitudes se quiere formar. En los últimos tiempos, la barrera divisoria entre la tecnología y las escuelas, que era lo económico, ya ha ido desapareciendo y se ha empezado a incluir cada vez más en el contexto diario del estudiante.

**Educación para la salud:** Es una de las disciplinas más jóvenes en las ciencias de la salud. Clásicamente va dirigida hacia individuos que se supone carecen de conocimientos sobre el modo de evitar enfermedades. En los años 40-50, la EpS

consistía en instruir a la gente en materia de higiene para que así puedan aplicar los conocimientos recibidos para mejorar cada día

su salud. Esta no solamente se refiere la transmisión de información si no también el fomento de la motivación, habilidades personales y autoestima, todo en procura de una mejor salud. En tiempo pasado, la educación para la salud abarcaba una amplia gama de acciones en donde se incluía movilización social y la abogacía por la salud. Estos métodos están ahora incluidos en la promoción de la salud<sup>1</sup>.

A lo largo de la historia se han formulado muchas definiciones de la EpS, debido a los diferentes enfoques que se ha tomado para abordar problemas de salud. En general la EpS se define como un proceso planificado que conduce a la modificación de las conductas relacionadas con la salud (HERNANDEZ JIMENEZ, 2017).

En la siguiente tabla se puede observar cómo han cambiado las perspectivas sobre la EpS a medida que transcurre el tiempo, mirando el concepto de educación para la salud en la época actual, se puede afirmar que cada vez es más la gente que se involucra en esta área.

Tabla 1 Evolución de conceptos en la EpS

	CARACTERÍSTICAS	
	TRADICIONAL	ACTUAL
Fundamento	Biomedicina	Concepción holística
Objetivo	Prev.Enfs. Infecciosas	Promoción de la salud
Método	Cognitivos + motivación	Id. + Socio ecológicos
Lugar	Consulta médica	En expansión
Población	Enfermos (blanda)	Id. + Sanos (dura)
Profesionales	Sanitarios	Multiprofesional

<sup>1</sup> Proceso que permite a las personas incrementar su control sobre los determinantes de la salud y, en consecuencia, mejorarla.

**Fuente:** (HERNANDEZ JIMENEZ, 2017)

**Alerta temprana en salud:** El sistema de alerta temprana (SAT) es un conjunto de procedimientos y pasos que se realizan con el objetivo de realizar un seguimiento a una amenaza de carácter previsible. Se recolecta información, se procesan los datos para luego ofrecer pronósticos o predicciones temporales sobre efectos del posible evento adverso. La gran importancia de un SAT es que, implementándolo se puede conocer de forma anticipada y con un gran nivel de precisión, el tiempo y espacio donde un evento adverso o amenaza natural pueda desencadenarse en situaciones potencialmente peligrosas. El objetivo principal es prevenir o reducir a la mínima expresión toda aquella probabilidad de que haya lesiones personales, pérdidas de vida, daño a bienes y al medio ambiente. Todo ello realizando medidas de protección (MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE PANAMÁ, 2011). En particular los sistemas de alerta temprana en salud generalmente se asumen centrados en las personas y son estas la fuente primaria de la alerta, pero para que cumplan dicho rol deben tener el conocimiento necesario y actitud para hacerlo; de aquí surge la tarea educativa.

**Salud en la escuela:** Actualmente se vive en una constante lucha por intentar cambiar la mentalidad de las personas, por cambiar la actitud de indiferencia con el medio ambiente, con las problemáticas que se viven y con los peligros que hoy en día amenazan a la humanidad. Se cree que los centros educativos son el lugar idóneo para llegar a la población ya que en la etapa de educación escolar es cuando más se instauran los principales hábitos en las personas. Por ello, todas las partes interesadas han empezado a realizar proyectos en las escuelas con un objetivo principal, el cual es tener una generación futura más consciente del cuidado que se le debe dar a el medio ambiente, de las prevenciones a tener en salud, de tener una alimentación sana, de la práctica de actividad física y de muchas problemáticas más que quizás con la población actual es difícil darle una solución. Todo esto facilitará a futuro una prevención de enfermedades crónicas, de desastres y demás eventos adversos (SALUD CASTILLA Y LEÓN).

**Dinámica de sistemas en la educación:** La dinámica de sistemas es un lenguaje que sirve para analizar, entender y discutir situaciones complejas de la vida real en términos de modelos de simulación. El pensamiento dinámico sistémico nos permite expresar los fenómenos a partir de sistemas dinámicos que cambian a través del tiempo. Acá se consideran los fenómenos como una totalidad y no como partes separadas sin interacción, por lo que se convierte en una alternativa de aprendizaje (FORRESTER, 2003). En algunos colegios de otros países ya se ha incluido la dinámica de sistemas, incluso algunos ya han desarrollado ambientes de

experimentación basados en modelos de dinámica de sistemas para permitir a los estudiantes tener una comprensión más profunda e integrada de lo que se quiere. La relación estructural es una de las características más importantes que poseen los fenómenos que aparentan ser independientes, pero con el uso de la DS permite que se puedan eliminar barreras entre disciplinas. (ANDRADE, 2008)

El grupo SIMON de la Universidad Industrial de Santander es una de las entidades que ha tomado la iniciativa de introducir la dinámica de sistemas a las instituciones (ANDRADE, 2014), proponiendo así una alternativa al modelo de educación que se usa tradicionalmente. El modelo tradicional consiste en que el docente es la fuente directa de conocimientos para el estudiante, la alternativa es que el estudiante sea el principal responsable de su proceso de aprendizaje.

### **Evaluación del software**

**Validación de modelos de Dinámica de Sistemas:** Un modelo es una representación abstracta de la realidad donde no se contemplan todos los aspectos de una situación real, por tanto, no se puede afirmar que un modelo es válido o es pertinente. Se puede decir que un modelo es útil para un propósito cuando de este se obtiene una noción cercana a la realidad y tiene un funcionamiento de acuerdo al comportamiento de ella.

Cuando se quiere desarrollar un modelo para un objetivo en particular, se requiere realizar pruebas donde se mida su utilidad y la pertinencia de sus resultados conforme a los objetivos planteados. Estas pruebas son de interés tanto para las personas que participan en el desarrollo del modelo como para quienes lo van a utilizar y quieren darle un análisis apropiado a los resultados que estos arrojan. El éxito de un modelo se mide en que tan cercano es su comportamiento a la realidad, por ello es necesaria una constante comunicación entre los modeladores y los usuarios. (STERMAN, 2000)

**Mantenimiento y validación del software:** Se define el mantenimiento del software como la modificación de un producto después de haber sido entregado (a los usuarios o clientes) con el fin de corregir defectos, mejorar el rendimiento u otros atributos, o adaptarlo a un cambio en el entorno (IEEE STANDARD, 1993). Se afirma también que el mantenimiento se realiza cuando hay cambios debidos a las mejoras producidas por nuevos requisitos o requisitos cambiantes del cliente (PRESSMAN, 2002). El desarrollo en el mantenimiento del software se divide en las siguientes fases:

- Identificación y clasificación del problema o de la modificación
- Análisis

- Diseño
- Implementación
- Pruebas del sistema
- Pruebas de aceptación
- Liberación del producto

La validación o prueba de aceptación del software tiene como objetivo principal buscar una cobertura total de los requisitos planteados. Es decir, comprobar si el cliente está satisfecho, si el producto cumple con sus expectativas en términos de usabilidad, funcionalidad, diseño y correcciones de errores realizadas (JURISTO, 2006). Estas pruebas no se realizan durante el desarrollo salvo que se tenga un pacto con el cliente previamente para realizar un proceso de desarrollo con iteraciones. El fin de estas pruebas es tener el punto de vista del usuario, poder evaluar posibles errores que en las pruebas técnicas no se identifiquen.

Esta prueba se empieza probando el manual de instalación, un usuario sin conocimiento de la herramienta instala el software con el manual probando así la calidad del contenido. Así pasa luego con el manual de usuario, el probador debe poder moverse en el software con el manual. La redacción de contenidos, ortografía y demás aspectos gramáticos es el siguiente punto a evaluar. Los usuarios a los que se dirige deben poder comprender los contenidos de buena forma.

Mediante la técnica de la caja negra<sup>2</sup> se procede a realizar la evaluación funcional de la herramienta. El objetivo es verificar si se cumplen los requisitos definidos por el usuario. Para esto se diseñan los casos de pruebas, los cuales salen de los casos de uso. A medida que se hace cada caso de prueba se va observando el caso de uso para comprobar que lo que se encuentra en la aplicación corresponde a lo descrito en la documentación del caso.

Luego de terminadas las pruebas se obtiene como resultado el documento de no conformidades donde se encuentran errores, sugerencias, defectos y los resultados de la prueba realizada. Otra técnica para recoger la información de las pruebas ordenadamente es la lista de chequeo (SOLARTE SOLARTE, 2012) donde se miden atributos de interfaces y de calidad con los que deba contar el software. Estas listas se utilizan para obtener resultados cuantitativos de todos estos parámetros de evaluación. Estos resultados son tomados por el equipo de desarrollo los cuales se encargan de implementar todas las mejoras identificadas. Teniendo un resultado

---

<sup>2</sup> Técnica donde se evalúan únicamente las entradas y salidas del sistema, sin preocuparnos en tener conocimiento de la estructura interna del programa de software. <https://testingbaire.com/pruebas-caja-negra-enfoque-practico/>

final se procede a realizar una nueva prueba donde el usuario tendrá los nuevos casos de prueba y realizará el mismo procedimiento auditando los aspectos pendientes (FERNÁNDEZ PONS).

## 4.2 ANTECEDENTES DEL TEMA

En Wilkesburg, Pensilvania, Estados Unidos. Cerca del año 1920, se fundó una editorial de libros llamada Scholastic, durante todos estos años se ha dedicado a sacar materiales educativos donde especialmente tiene una línea dedicada al aprendizaje de la climatología en ese país. Por medio de juegos, actividades y simuladores, esta empresa busca que los niños aprendan las diferentes estaciones climatológicas, la influencia que estas traen en la vida cotidiana y las amenazas que cada una de estas puede representar.

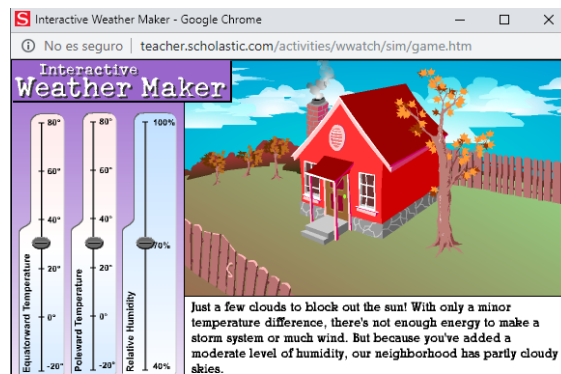


Ilustración 1 Simulador interactivo del clima

En el año 2012, el grupo SIMON de Investigación realizó un proyecto financiado por COLCIENCIAS denominado “Determinación de zonas de riesgo de transmisión de T. cruzi vía oral e implementación de un sistema de alerta temprana para Chagas agudo en Bucaramanga”. El principal objetivo de este proyecto fue implementar un sistema de alerta temprana en Chagas que promueve e integra actividades cuyo objetivo fue fomentar un cambio en el cómo actuar frente a un riesgo de transmisión de esta enfermedad; en este sistema la educación es el componente fundamental de sostenibilidad. Un año después, un grupo de estudiantes de Licenciatura en

Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales (BARBOSA, 2013) (LEAL, 2013) (MANRIQUE, 2013) aplicaron este proyecto en diferentes instituciones pertenecientes a comunidades afectadas por la enfermedad, lo cual obedece a la necesidad de abrir más espacios para educar en salud a la infancia.

Además, el grupo SIMON de Investigación interesado en mejorar el componente educativo del proyecto, empezó a investigar sobre la inclusión de la informática en la educación como una alternativa de aprendizaje. Como resultado de esta investigación, se implementaron herramientas como EVOLUCIÓN<sup>3</sup>, MAC (Micromundos para el aprendizaje de las ciencias) y Altesa 1.0 (MEDRANO GARCÍA, 2015).

Algunos trabajos luego desarrollados por el grupo SIMON de Investigaciones estuvieron orientados a contribuir con la formación escolar, siempre teniendo en cuenta el uso de la informática en todo su proceso. Entre los trabajos de esta temática se encuentran:

- **MEDIATECA DE MODELOS DE SIMULACIÓN DE ACTIVIDADES ESCOLARES CON DINÁMICA DE SISTEMAS, PARA EL ESTUDIO DE DIVERSOS FENÓMENOS EN LA EDUCACIÓN BÁSICA Y MEDIA.** (ESPINOSA LOBO, 2011) Esta es una herramienta que usa el modelado y la simulación con Dinámica de Sistemas para ilustrar algunas temáticas en grados de educación básica y media. Este software organiza todo en clases integradas de manera que facilita el desarrollo de las actividades escolares en las instituciones del país. Además, cuenta con funciones tales como la gestión de usuarios, capacidad para insertar nuevos contenidos, uso de multimedia para apoyar el trabajo en clases y páginas web para complementar contenido.

---

<sup>3</sup> Software de simulación implementado por el grupo SIMON de Investigaciones UIS

- **ALTESA 1.0:** Es un software creado para apoyar el sistema de alerta temprana en Chagas que consistió en integrar en un único ambiente todos los documentos como son los contenidos académicos, modelos de simulación, videos y actividades lúdicas las cuales también involucran docentes de distintas disciplinas (Educación Física, Matemáticas, Biología, Informática, entre otras) los cuales son los encargados de liderar determinadas actividades (Ver Tabla 2). El propósito general de la herramienta fue brindar una alternativa de formación

al estudiante donde él pudiera conocer las enfermedades de transmisión por vector, el vector que las genera, como es su ecosistema, qué acciones debe realizar para prevenir un posible contagio y demás conceptos necesarios para brindar una completa educación en salud.

*Tabla 2 Actividades Altesa 1.0*

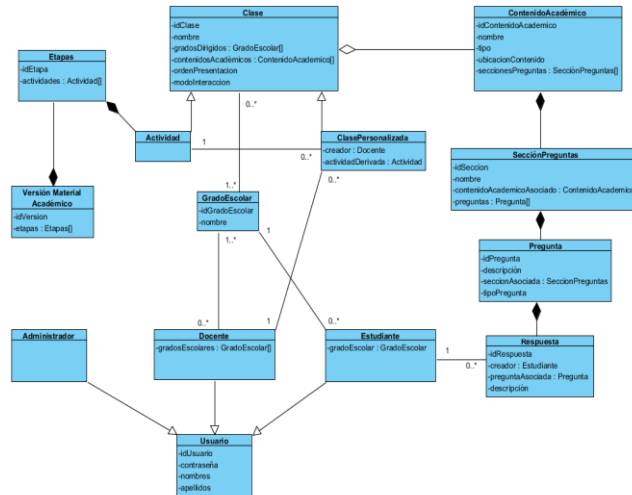


El software planteó una sencilla estructura de carpetas la cual hizo posible para cualquier usuario tener una fácil agregación o modificación de contenidos académicos según como se necesitase (Ver Ilustración 2). Esto vino acompañado de una gran base de datos (Ver Ilustración 3) que fue la encargada de almacenar toda la información necesaria para el correcto uso del software y de poder conectar todos los archivos con anteriormente mencionados con la aplicación como tal.

## Ilustración 2 Carpeta 'RecursosAcadémicos'

## Ilustración 3 Modelo E-R base de datos Altesa 1.0

- RecursosAcademicos
- Barreras para el triatomino
- Clases personalizadas
- Contenidos creados
- Ecosistemas del triatomino
- Enfermedades por vector
- Fiebres en las personas
- Identificación de la enfermedad de chagas
- Imagenes
- Imágenes mensaje
- Juego de la epidemia
- Participando en el SAT
- Simulador Juego de la epidemia
- Tipos de epidemias



Fuente: (MEDRANO GARCÍA, 2015)

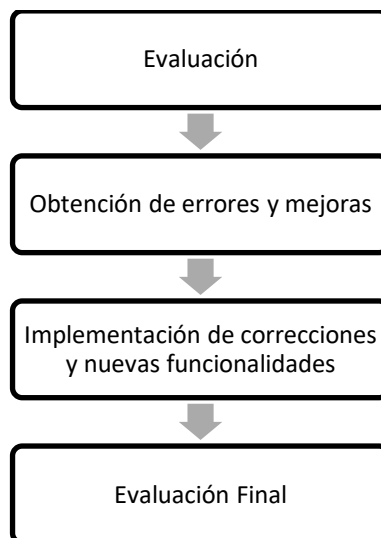
- Por último, proyectos como EVOLUCIÓN, HOMOS y MAC fueron realizados por el grupo SIMON de Investigaciones. Son herramientas para simulación de modelos, en ellos se basaron los proyectos anteriormente mencionados para representar sus simulaciones y sus modelos.

## 5 METODOLOGÍA

El desarrollo de proyecto está conformado en cuatro fases (Ver Ilustración 4):

1. Se realiza un proceso de evaluación del software el cual se basa en revisar todos los contenidos en los que este se apoya.
2. Se identifican los errores y mejoras por medio del análisis de la documentación arrojada en las pruebas.
3. Obtención de requisitos para su posterior implementación y desarrollo siguiendo la metodología de prototipado.
4. Evaluación final del software donde se contemplan las mejoras realizadas.

*Ilustración 4 Metodología del proyecto*



### 5.1 EVALUACIÓN

Consiste en realizar un proceso de evaluación del software Altesa 1.0, el cual se basa en revisar y probar: contenidos académicos, modelos de simulación,

contenidos multimedia, herramientas que actualmente usa para operar, código de programación y estructura de actividades.

**Prueba de receptividad:** Realizar un proceso de evaluación centrado en el usuario final donde se permita contemplar la forma de usabilidad e interacción que este pueda tener con la herramienta, también donde se pueda medir el grado de impacto de las funcionalidades actuales y posibles necesidades que se puedan tener de mejoras. El proceso se realiza en una institución educativa con un grupo de estudiantes de un curso escogido de manera arbitraria, el cual se divide en dos etapas:

*Tabla 3 Acciones a realizar en la prueba de receptividad*

Etapas	Acciones a realizar
Formación Docente	Introducción y contextualización al proyecto
	Aplicación del proyecto
Aplicación con estudiantes	Estructura de actividades planteadas en Altesa 1.0

Fuente de información: (MEDRANO GARCÍA, 2015)

- **Formación Docente:**

El primer paso es orientar el aprendizaje del colectivo docente que va trabajar en el proyecto de aula, para eso se realiza una reunión donde se les da a conocer el proyecto, sus contenidos y los propósitos que se quieren. Mediante la realización con ellos de las pruebas de receptividad, se les da a conocer el software, tienen la oportunidad de manipularlo tanto en la interfaz de docente como en la de estudiante de manera que se vaya teniendo idea de cómo va a ser el plan de desarrollo de cada uno. Además, se desarrollan cada una de las actividades que más tarde ellos desarrollan con los estudiantes; finalmente se hace la reflexión sobre la experiencia y se acuerda la orientación que tendrá la prueba con estudiantes. Esta experiencia

de formación aportará sugerencias para mejoras tanto del software como de los materiales.

- Prueba con estudiantes:

La aplicación como tal de las pruebas se lleva a cabo en esta parte ya que los usuarios objetivos del software realizan la prueba y tienen la oportunidad de brindar errores y sugerencias de mejoras. Durante y al final de la aplicación de las pruebas se recoge toda la información obtenida (Formatos de observación de docentes y estudiantes, Información de los observadores, entre otras).

**Prueba técnica:** La plataforma de SonarQube posee cuatro componentes: analizadores, servidores y plugin instalados en el servidor.

El proceso para la evaluación del software se describe de la siguiente forma:

- Los analizadores ejecutan el código línea por línea, encontrando así errores y generando estadísticas sobre aspectos como cobertura del código, complejidad, etc.
- Finalizado el análisis, los resultados se visualizan en la página web alojada en el servidor web de SonarQube. Ésta posee una interfaz intuitiva mediante la cual es posible la configuración del programa, instalación y actualización de plugin para los diferentes lenguajes, seguimiento de las métricas en las versiones de un programa.

La evaluación de la arquitectura y del código de programación de la herramienta que puedan abarcar los siguientes aspectos:

Tabla 4 Aspectos para la evaluación técnica de software

Quality Gates	Blocker issues	Duplicated lines	Critical issues	Public documented API	Technical debt	Technical debt ratio	Test coverage
Low	=0	<50%	<20	>25%	<60d	<40%	>10%
Standard	=0	<25%	<10	>50%	<30d	<20%	>25%
High	=0	<15%	<0	>60%	<10d	<20%	>70%

Fuente: (DELGADO, 2017)

**Revisión de contenidos académicos:** Se realiza el estudio de todos los contenidos académicos los cuales reúne: guías teóricas, actividades cuestionarios, actividades lúdicas, videos, imágenes, entre otras. Todo esto evaluando qué estrategias se están abordando y que tan pertinentes pueden ser teniendo en cuenta las exigencias de la educación de la actualidad.

**Prueba a modelos de simulación:** Se revisan los modelos de simulación del software realizando una serie de evaluaciones de acuerdo a lo que Jhon Sterman propone en su libro (STERMAN, 2000), que son:

- Prueba de idoneidad de los límites
- Prueba de evaluación de la estructura
- Prueba de consistencia dimensional
- Prueba de evaluación de parámetros
- Prueba de condiciones extremas
- Prueba de paso de integración
- Análisis de sensibilidad

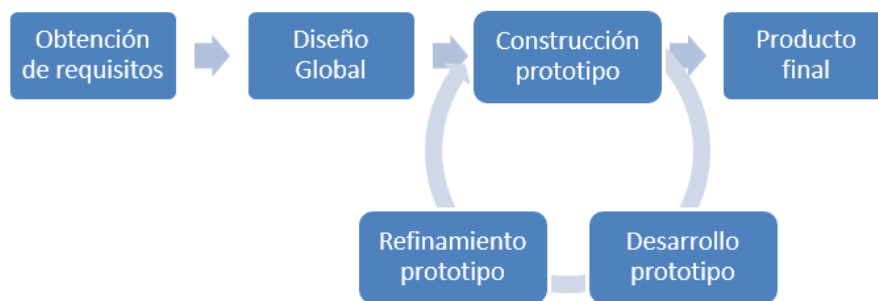
## 5.2 OBTENCIÓN DE ERRORES Y MEJORAS

Se realiza un análisis riguroso de toda la documentación arrojada en las pruebas que permita hacer una recolección de requisitos, resultados, observaciones y sugerencias. Con todo este material se identifican errores de la herramienta y necesidades de mejora.

### 5.3 IMPLEMENTACIÓN DE CORRECCIONES Y NUEVAS FUNCIONALIDADES

Teniendo en cuenta que el éxito de la herramienta depende en gran parte del grado de impacto que pueda tener con el usuario final, el desarrollo de su nueva versión se realiza mediante la metodología de prototipado. Esta metodología se divide en seis fases (ilustración 1) que básicamente consisten en la realización de un prototipo a partir de requisitos obtenidos el cual se somete a una serie de iteraciones. Este proceso permite que el cliente vea resultados a corto plazo, y garantiza que en un futuro el producto final pueda satisfacer todas sus necesidades (CRUZ, 2010).

*Ilustración 5 Fases de la metodología de Prototipado*



**Obtención de requisitos:** Método donde se redacta una lista de requisitos con base en la documentación arrojada en pruebas anteriores.

**Diseño global:** Se plantea básicamente el software y las posibles soluciones que se puedan ofrecer de manera que se pueda satisfacer cada una de las exigencias dadas.

**Construcción del prototipo:** Fase donde se empiezan a implementar las mejoras de la herramienta, la cual forma un ciclo de iteraciones:

- Desarrollo del prototipo  
Se desarrolla la herramienta teniendo en cuenta los requisitos.
- Refinamiento del prototipo  
Se realizan ajustes al prototipo por medio de pequeñas pruebas por parte del desarrollador antes de ser evaluado ante un usuario final. Si aún se detectan

errores o necesidades de mejora, se ve necesario regresar a la fase de construcción del prototipo.

**Producto final:** Fase a la que llega la herramienta en el momento en que se logra satisfacer en su totalidad las necesidades del usuario final que le esté realizando las pruebas.

#### 5.4 **EVALUACIÓN FINAL**

Proceso en el cual se comprueba el prototipo final de la nueva versión, consiste en realizar pruebas de usabilidad con usuarios donde se tenga un análisis riguroso del comportamiento, rendimiento y funcionalidad de las implementaciones realizadas.

## 6 DESARROLLO DE PROYECTO

La puesta en marcha del proyecto principalmente se dividió en cuatro etapas las cuales tuvieron como propósito probar, corregir, ampliar el alcance y por último comprobar mejoras realizadas.

Se inició realizándole al software el proceso de evaluación de la usabilidad, los aspectos internos de programación, contenidos académicos con los que se apoya y los modelos de simulación. Con los informes arrojados por este proceso, se pudo identificar errores y posibles mejoras para su mejor funcionamiento. Se procedió a obtener una lista de requisitos para posteriormente implementarlos en la herramienta siguiendo la metodología propuesta por Ulises Cruz (CRUZ, 2010). Al final, se realizaron pruebas que permitieran analizar el correcto funcionamiento de las nuevas mejoras del software.

### 6.1 EVALUACIÓN

**Prueba de receptividad:** Teniendo en cuenta las facilidades ya que era el lugar de trabajo del autor quien escribe, se realizó el proceso en el Instituto Santa Teresita de Floridablanca con un grupo del grado Sexto de bachillerato el cual fue escogido arbitrariamente. Los niños que conformaron este grupo comprendían entre los 11-12 años de edad. Las actividades fueron apoyadas por los docentes:

- Omar Carreño (Educación Física)
- Ledys Pérez (Matemáticas)
- Ronald Chaparro (Tecnología e Informática)
- Priscila Gómez (Biología)

El proyecto básicamente se desarrolló de la siguiente manera:

- **Formación docente:**

Se llevó a cabo en un salón de la institución y con ayuda de un proyector se empezó realizando una pequeña exposición donde se centró en contextualizar a los docentes en la problemática que hay en la actualidad y en el proyecto educativo que la herramienta está apoyando. Se explicó el propósito del proyecto y la estructura de actividades en donde ellos estarían involucrados también.

En una segunda sesión se pudo realizar la aplicación del software donde los docentes pudieron conocer la herramienta, sus funcionalidades y su correcto manejo. Se asignaron actividades para cada docente y se cuadró agenda de cómo se llevaría a cabo la prueba.

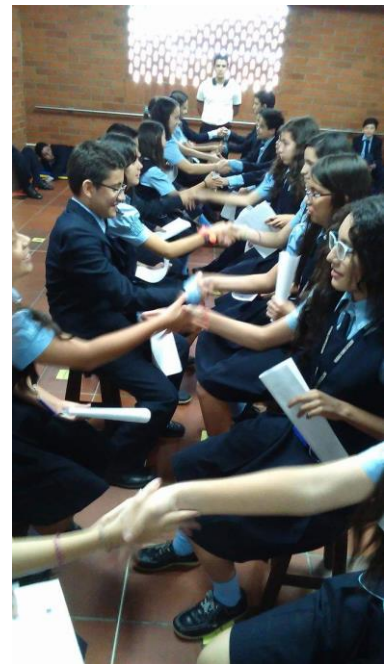
- **Aplicación a estudiantes:**

Antes de empezar de lleno con la prueba se instaló el software en la sala de informática con el debido registro de cada usuario y asegurando que estuviera listo para las sesiones.

*Ilustración 6 Prueba de juego de la epidemia*

- **Juego de la epidemia:**

El docente de educación física comenzó con la actividad dando las indicaciones básicas para poder realizar la actividad lúdica. Los estudiantes fueron llevados a un salón de espejos en donde cuidadosamente el docente eligió la persona que actuaría como “infectada” en el juego.



Al empezar a llenar las columnas (1 o 2) de la tabla del jugador (Ver Tabla 65) hubo mucha lentitud ya que algunos estudiantes se

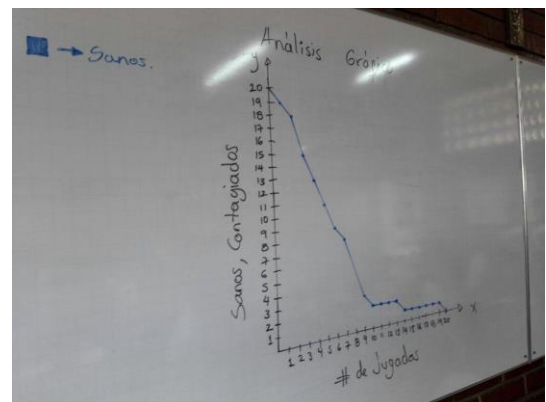
confundían en la secuencia de números por lo que se vio la necesidad de escribir en el tablero dicha secuencia.

En el momento del juego se observó que algunos estudiantes estaban saludando a más de una persona por ronda, entonces se optó por planear una estrategia de ordenamiento de manera que se garantizara que cada estudiante saludara solo una vez a otro estudiante por ronda. Algunos estudiantes por la motivación de no “perder” en el juego, decidían cambiar números para no ser infectados. Al final, entre todos se realizó una realimentación de lo sucedido. (Ver Anexo A)

➤ Análisis de resultados

*Ilustración 7 Análisis gráfico de resultados*

Los estudiantes junto con la docente de Matemáticas en el salón de clases realizaron la segunda parte de la planilla de registro y entre todos pudieron identificar en la gráfica la dinámica de contagio. Al finalizar, la docente emite el informe con los resultados obtenidos. (Ver Anexo A.)



➤ Simulador del juego de la epidemia:

El docente de Tecnología e Informática estuvo en el salón con los estudiantes dándoles algunas indicaciones y aclaraciones sobre lo que se iba a hacer, luego los llevó a la sala de Informática donde se les presentó el software y se les contextualizó explicando que iban a poder ver la simulación del juego que anteriormente habían realizado. Se empezó a usar el simulador experimentado en la primera actividad. Respondieron las preguntas, muchos no entendían la secuencia de la actividad al no observar la guía. El profesor optó por recibir todas las respuestas por medio de la red (Se aseguró anteriormente que todos los computadores estuvieran en red).

Muchas respuestas se perdieron debido a que cuando todos enviaron solo llegaban mensajes de error.

(Ver ANEXO A.)

*Ilustración 8 Prueba de simulador del juego de la epidemia*



➤ Tipos de epidemia

Por último, la docente de Biología acompañó a los estudiantes en el aula de clase enseñando y discutiendo algunos tipos de epidemia. Los estudiantes tuvieron la oportunidad de responder cuestionarios y ver videos desde la herramienta Altesa 1.0.

**Prueba técnica:** Para realizar las pruebas técnicas de la herramienta se realizó una exhausta búsqueda de la metodología a usar ya que al ser el software programado en lenguaje Delphi, presentaba inconvenientes de compatibilidad con algunos servicios del mercado.

Se decidió por usar la herramienta SonarQube a pesar de que la versión con la que se logró tener compatibilidad no fuera la más reciente de la marca. Aun así, se tuvieron que realizar las siguientes configuraciones:

## Configuración del ambiente de evaluación

Se instaló SonarQube (v5.2) junto a un cliente denominado Sonar-Runner (v2.4) además se tuvo que integrar el plugin *Sonar-Delphi-Runner (0.0.3)*. El procedimiento para efectuar la evaluación fue el siguiente:

Se realizó la descarga de los instaladores y se guardó en el disco así:

*C: \sonarqube-5.2*

*C: \sonar-runner-2.4*

Seguido se accedió a la carpeta “*conf*” dentro de la ubicación de SonarQube y se modificó el archivo “*sonar.properties*” donde se define el usuario y contraseña de acceso y los parámetros de servidor web en cuanto al host (localhost) y el puerto (9000 por defecto).

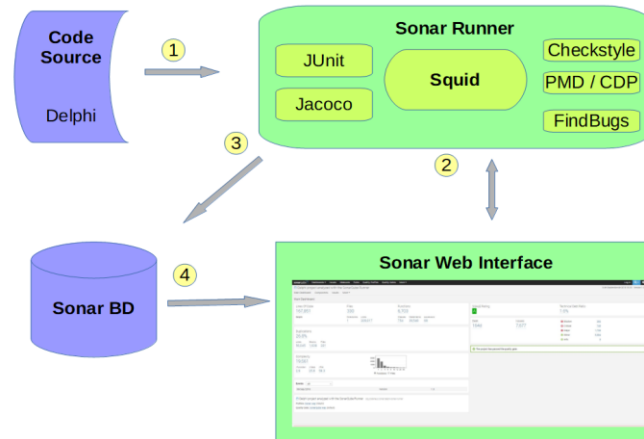
Posteriormente se debió copiar el plugin en la carpeta “*Extensions/plugins*”.

Terminada esta configuración, se inició el servidor ejecutando el archivo “*StarSonar.bat*”

*C:\sonarqube-5.2\bin\windows-x86-64\StartSonar.bat*

Se pudo acceder desde un explorador web a la dirección por defecto localhost:9000 en el menú Rules donde tuvimos que comprobar que además de Java apareciera Delphi, de esta manera se finalizó la preparación del ambiente para la evaluación.

Ilustración 9 Componentes instalados de SonarQube



Dentro de las carpetas que contenían los proyectos a evaluar se colocó un archivo titulado “*sonar-olean.properties*” donde se establecieron los parámetros mínimos para realizar la evaluación tales como: Nombre del proyecto, versión, ubicación del código fuente y el lenguaje en el cual se desarrolló (Delphi).

De igual forma en la carpeta que contiene el cliente “*sonar-runner*” se modificaron los valores de “*sonar-runner.properties*” para que operara en el servidor de SonarQube.

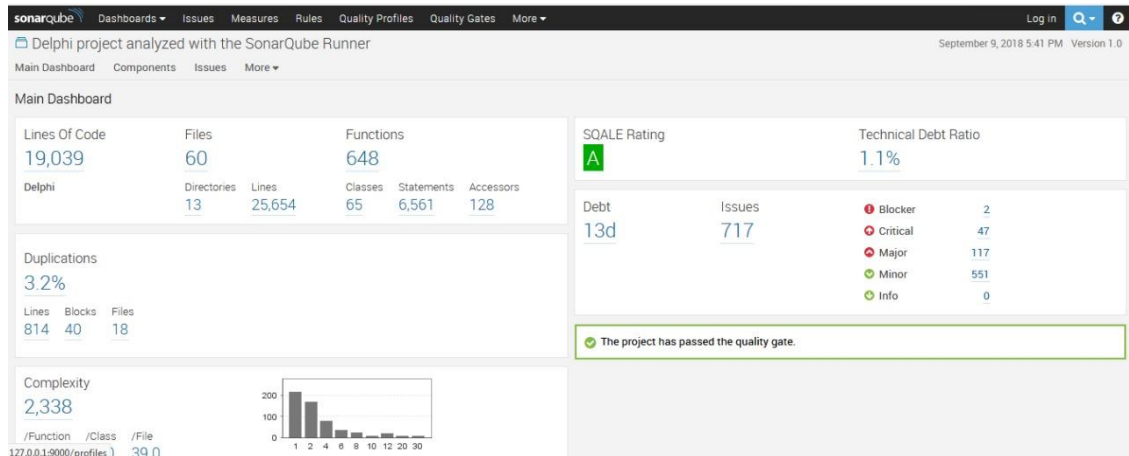
Posteriormente por medio de consola se accedió a la ubicación del software Altesa 1.0 y se ejecutó el comando “*sonar-runner*”.

```
-cd D:\AITeSa sonar-runner
```

Al terminar la evaluación, se accedió a localhost:9000.

En una primera aproximación, se desplegó el proyecto (Ver Ilustración 10) que se había analizado junto a información preliminar como confiabilidad, seguridad, mantenibilidad, entre otros.

*Ilustración 10 Resultados de las pruebas técnicas*








(Ver ANEXO B. para revisar la evaluación de los casos de uso)

**Revisión de contenidos académicos:** Se realizó el proceso de revisión de contenidos académicos con ayuda de una docente de biología quien ayudó al autor a contextualizarse en la actualidad de la biología y en especial de los vectores transmisores de enfermedades. Se encontraron bastantes errores de redacción en las guías, alguna información obsoleta que no representa ningún uso. Por otra parte, se encontraron algunas oportunidades de mejora en guías donde se podrían implementar otras estrategias para poder transmitir el conocimiento. Se vio también la necesidad de actualizar algunos conceptos y actividades.

**Prueba a modelos de simulación:** El software Altesa 1.0 actualmente está conformado por cinco modelos de simulación los cuales fueron puestos a prueba según las indicaciones de STERMAN.

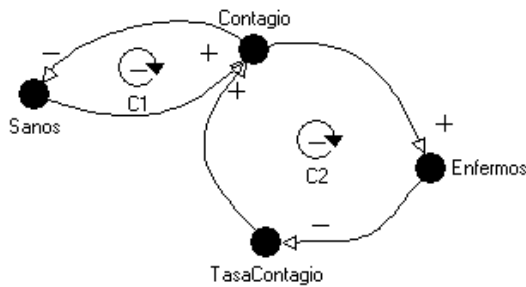
*Ilustración 11 Modelos de simulación de Altesa 1.0*

-  Modelo Ciclo de vida del Triatomino
-  Modelo Cilo de vida del Aedes Aegyptis
-  Modelo epidemia vector
-  Modelo Juego de la Epidemia - Secundaria
-  Modelo juego de la epidemia Primaria

PRUEBA DE FUNCIONALIDAD DEL MODELO SIMULADOR DE JUEGO  
EPIDEMIA – PRIMARIA

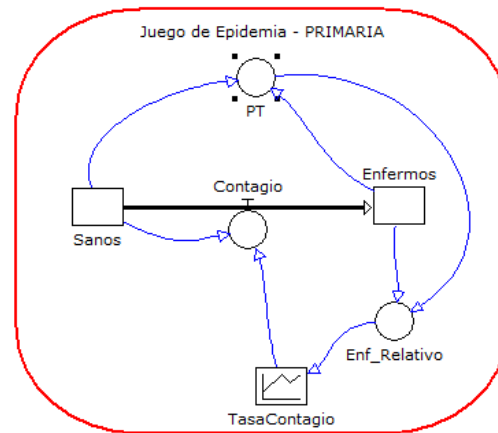
Las pruebas que se realizaron a continuación constaron de una serie de test consultados (STERMAN, 2000). Este modelo es muy sencillo y, por ende, es muy limitado, pero aun así se sometió a esta evaluación. A continuación, se muestra el diagrama de influencias y el diagrama de flujo de nivel para el modelo de juego epidemia para Primaria.

*Ilustración 12 Diagrama de Flujo – Modelo PRIMARIA*



El diagrama de flujo se adecuó al propósito del modelo porque recrea los aspectos básicos que existen para el desarrollo de una epidemia como lo son las personas enfermas, las personas sanas y el contagio. El diagrama causal estaba compuesto por dos ciclos de realimentación negativos (C1 y C2) los cuales se encargan de controlar el desarrollo de la epidemia para que esta adopte valores razonables.

*Ilustración 13 Modelo de juego de la epidemia – PRIMARIA*



El diagrama de flujo nivel también presentó aspectos básicos que interactúan en el desarrollo de una epidemia. Hay otras variables como PT y ENF\_RELATIVO que tienen funciones secundarias en el modelo, pero de igual forma eran necesarias. La simplicidad del modelo y del fenómeno simulado permitió que no se agregara más detalle al diagrama de flujos y niveles.

**1. Prueba de Suficiencia de los Límites:**

El objetivo de esta evaluación fue clasificar las variables del modelo en dos grupos: Variables endógenas y Exógenas. Las variables endógenas se explicaron dentro de un modelo a partir de sus relaciones con otras variables, las variables exógenas estuvieron determinadas fuera del modelo, estaban predeterminadas y no dependían de ninguna relación con las demás variables.

En la siguiente tabla se clasificaron las variables del modelo según su característica.

*Tabla 5 Suficiencia de los límites del modelo*

Variable	Endógeno	Exógeno
Sanos	X	
Enfermos	X	

PT	X	
Contagio	X	
Tasacontagio	X	

Este modelo era muy básico tanto en estructura como en conceptualización por lo que no fue necesaria la utilización de variables adicionales a las presentes en el modelo original. Todas las variables del modelo eran endógenas.

El modelo que se presenta tenía los límites suficientes y necesarios para representar la dinámica de juego de la epidemia.

## 2. Prueba de Evaluación de la Estructura

Este test analizaba si el modelo es consistente o no con el conocimiento del sistema real relevante para el propósito requerido. Esta evaluación se enfocaba en el nivel de agregación, la conformidad del modelo a las realidades físicas básicas como las leyes de la conservación y el realismo de las reglas de decisión para los agentes.

El propósito de esta prueba consistía en aislar los subsistemas existentes en el modelo para determinar si su comportamiento individual es el adecuado. Sin embargo, el modelo en cuestión solo poseía un sistema sin subsistemas que lo conformaran, por lo tanto, no fue necesario hacer esta prueba para este modelo ya que no contenía subsistemas, sin embargo, se realizó la evaluación.

Ilustración 14 Evaluación de Variables (Tasa de Contagio y Enf\_Relativo)

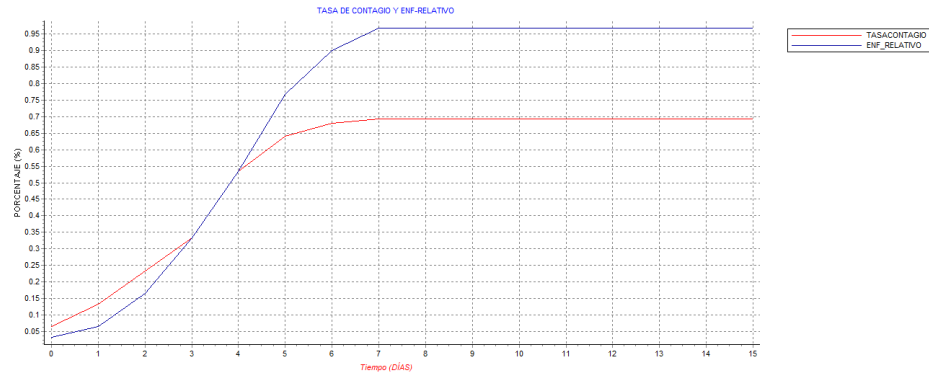


Ilustración 15 Evaluación de los Niveles Poblacionales (Sanos y Enfermos)

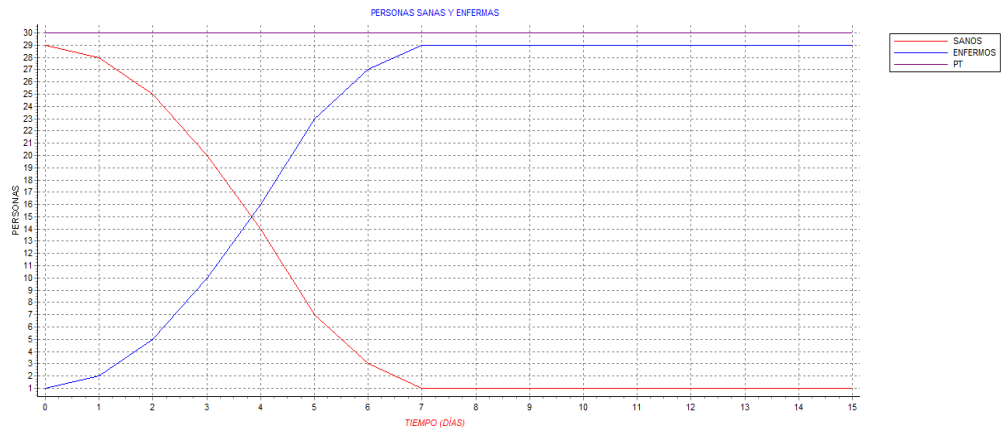
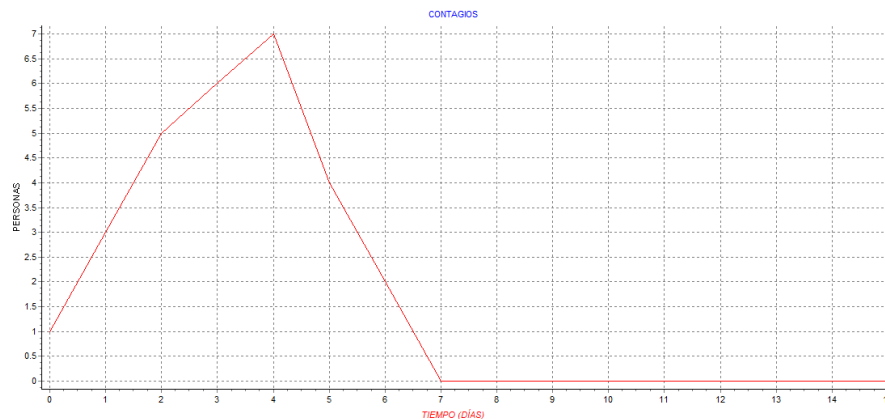


Ilustración 16 Evaluación de flujo contagio



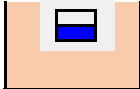
En las anteriores graficas se pudo notar que ninguna variable fue menor a cero, pues no había contagios negativos, el comportamiento que se presentó concuerda con la realidad por ende el modelo fue consistente con las leyes físicas básicas.

### 3. Prueba de consistencia Adimensional

Este test consistió en asignar unidades a cada una de las variables del modelo a medida que éste se construyó con el propósito de identificar fallas importantes en la comprensión de la estructura o en el proceso de decisión que se estaba tratando de modelar.

En la siguiente tabla se muestra la documentación detallada de todos los elementos que conformaron el modelo.

Tabla 6 Consistencia Adimensional – Modelo PRIMARIA

Icono	Nombre	Tipo	Descripción	Unidad
	Sanos	Nivel	Describe al número de personas que se encuentran sanas por el momento.	Personas
	Enfermos	Nivel	Describe el número de personas que se encuentran	Personas

			enfermas en un determinado tiempo.	
	PT	Variable	Población Total. Es la suma entre las personas sanas y las personas enfermas en un determinado tiempo.	Personas
	Contagio	Flujo	cantidad de personas sanas que llegan a contagiarse dependiendo de una tasa de contagio.	Personas / Semana
	Enf_Relativo	Variable	Es el porcentaje que se calcula a partir del número de personas enfermas sobre el número total de personas.	Adimensional
	TasaContagio	Tabla	Comportamiento a través del tiempo que se supone provoca que las personas sanas se enfermen.	1 / Semana

Esta evaluación permitió verificar que el modelo es consistente dimensionalmente garantizando la integridad desde el punto de vista de las unidades de medida utilizadas.

#### 4. Prueba de evaluación de Parámetros

Se definió el parámetro a un elemento (en este caso un elemento exógeno) el cual afectó el sistema sin verse afectado por este. Un parámetro podía tomar distintos valores para afectar el modelo a la hora de la simulación y así poder identificar errores. En la siguiente tabla se muestran los elementos del modelo enfocándose

más en las ecuaciones que los respaldan y los límites de valores que puedan llegar a tener.

*Tabla 7 Evaluación de Parámetros – Modelo PRIMARIA*

<b>Elemento</b>	<b>Valores Posibles</b>	<b>Valores de Referencia</b>	<b>Ecuación</b>	<b>Unidades</b>
Sanos	0 < Valor	0 < Valor < 29		Personas
Enfermos	0 < Valor	1 < Valor < 30		Personas
PT	0 < Valor	1 < Valor < 30	Enfermos + Sanos	Personas
Contagio	0 < Valor	0 < Valor < 7	INT(TasaContagio*Sanos)	Personas / Semana
Enf_Relativo	0 < Valor	0 < Valor < 0,967	Enfermos / PT	Adimensional
TasaContagio	0 < Valor < 1	0 < Valor <= 0,7		1 / Semana

En esta prueba no existió ningún parámetro que pudiera llegar a evaluarse, sin embargo, correspondía a esta prueba analizar la función no lineal TASACONTAGIO del modelo.

Esta función tuvo su entrada normalizada lo que la hace robusta ante cualquier condición inicial del modelo a pesar de que no contaba con un soporte bibliográfico que respaldara su comportamiento cuantitativo.

Ilustración 17 Comportamiento Función no Lineal Tasa de contagio – Modelo

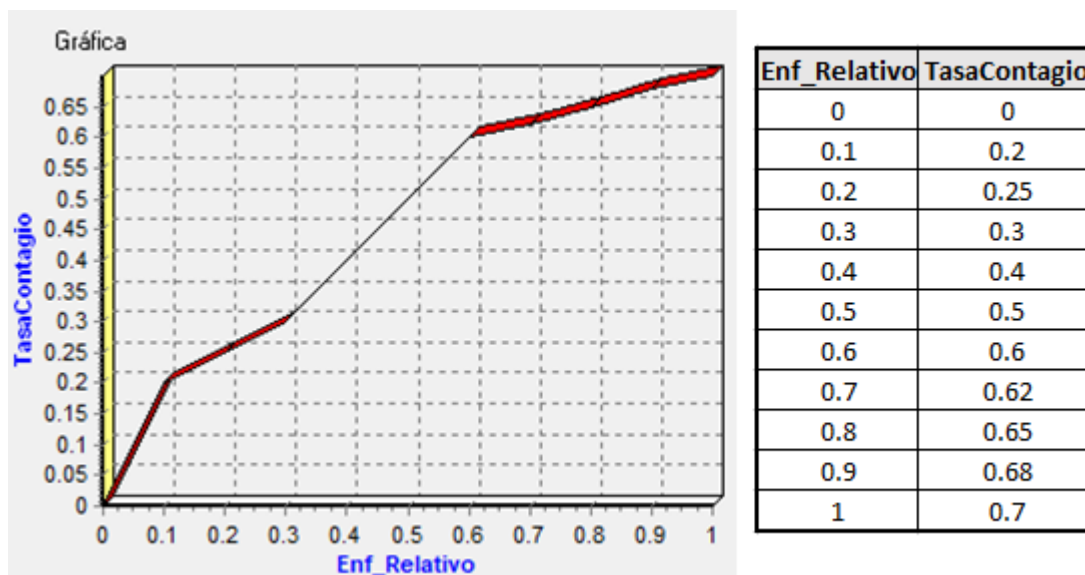
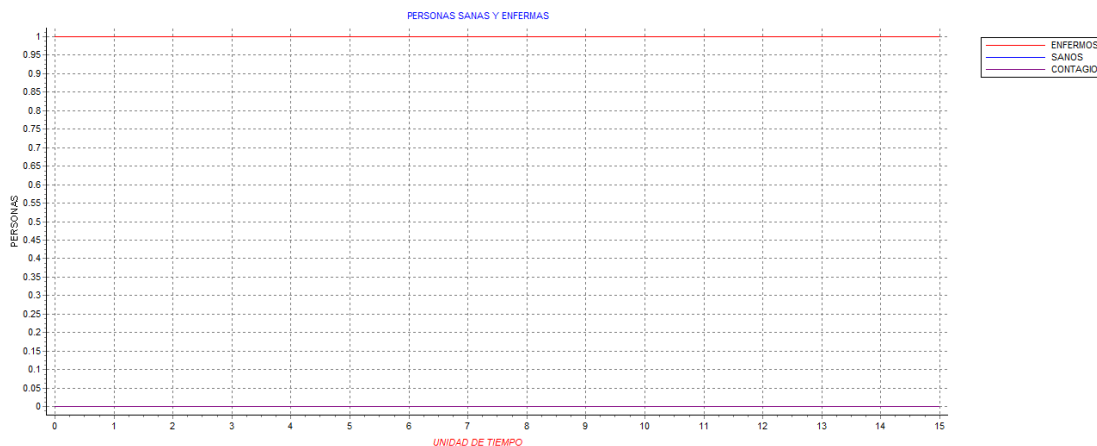


Ilustración 18 Simulación con una Población de Sanos = 0



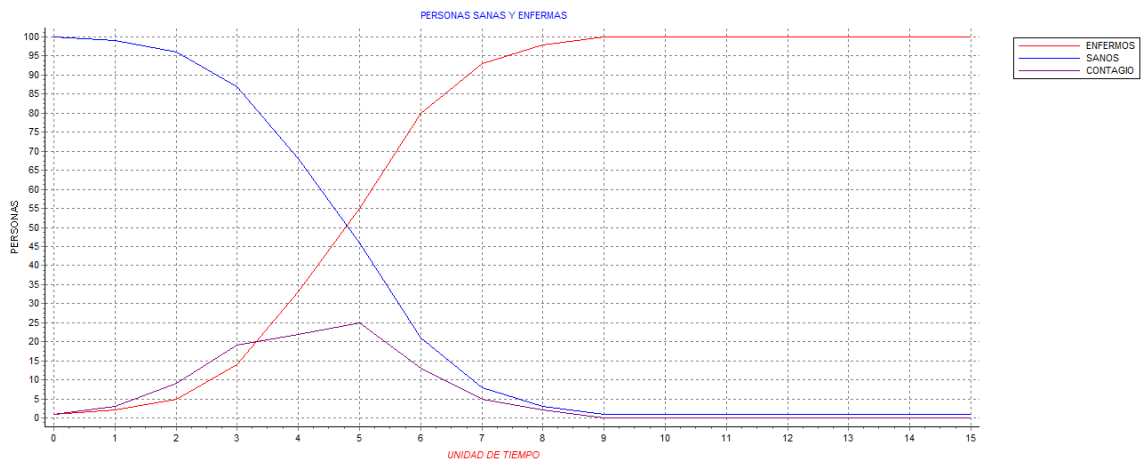
## 5. Prueba de Condiciones Extremas

Esta prueba consistió en determinar cuál era el comportamiento adoptado por el modelo si sus variables más importantes tenían valores extremos como condición inicial. La prueba que se aplicó para analizar el comportamiento es la prueba por

simulación, en la cual se tomaron valores mínimos y máximos para los niveles de Sanos y Enfermos y se analizó si el comportamiento era el adecuado.

El resultado fue el esperado puesto que, si no hay personas sanas a quienes contagiar, entonces no habría personas enfermas por lo que los valores se mantuvieron constantes (Sanos = 0, Enfermos = 1 y Contagio = 0).

*Ilustración 19 Simulación con una Población de Sanos = 100*

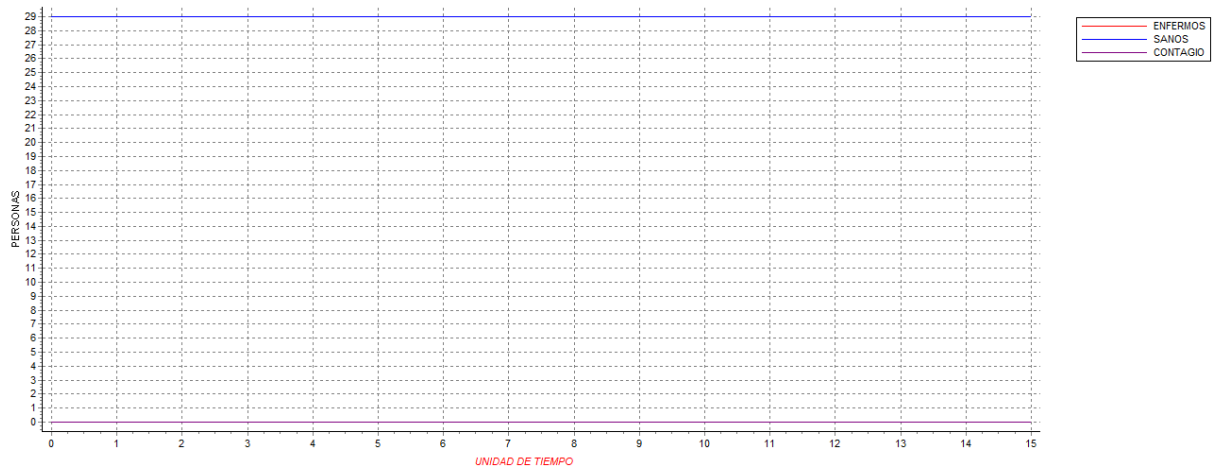


El resultado fue el esperado, a mayor cantidad de personas sanas, el número de personas enfermas también aumenta hasta el punto en el que todas las personas sanas pasan a estar enfermas. La variable contagio dependía de las personas sanas como se muestra en la Figura 8, entre más sanos el contagio sería mayor, lo cual tuvo coherencia con la realidad del modelo.

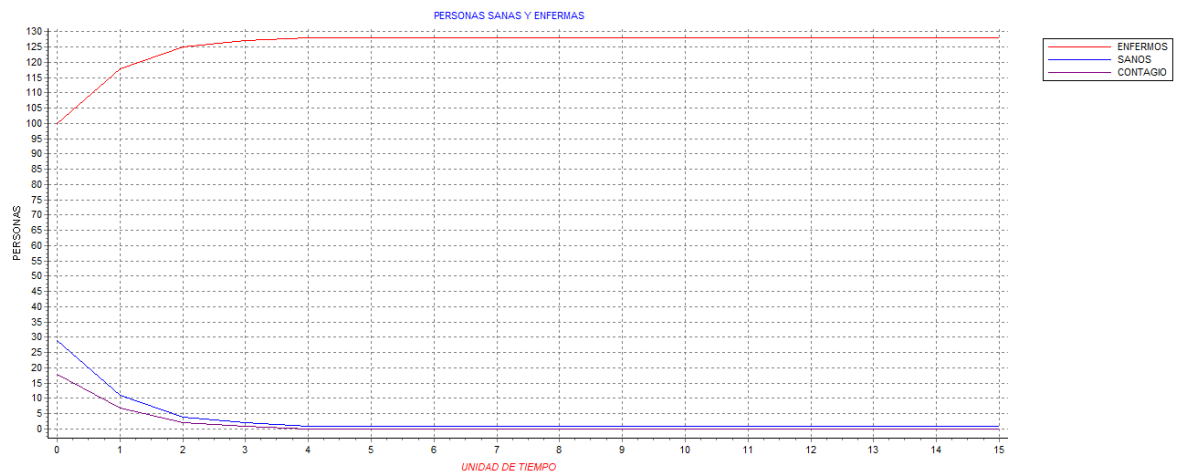
El comportamiento fue predecible, ya que si no existe alguna persona enferma entonces no habría personas sanas que se puedan contagiar por lo que se nota en la Figura 9 que los valores permanecieron iguales en el transcurso del tiempo.

El comportamiento de esta simulación fue el adecuado ya que el número de personas enfermas era mucho mayor al número de personas sanas esto tendería a hacer que las personas sanas se enfermaran más rápido en un periodo de tiempo más corto de lo normal.

*Ilustración 21 Simulación con una Población de Enfermos = 0*



*Ilustración 20 Simulación con una Población de Enfermos = 100*



## 6. Prueba de Pasos de Integración

Los modelos construidos con dinámica de sistemas fueron usualmente formulados en condiciones de tiempo continuo y resueltos utilizando métodos de integración numérica.

A continuación, se muestra una tabla la cual resume detalladamente los pasos de integración tomados para la prueba y el comportamiento obtenido en cada simulación.

Tabla 8 Pasos de Integración de Modelo PRIMARIA

Numero de simulaciones	Paso de Integración	comportamiento
Simulación #1	1	Normal
Simulación #2	0.5	Normal
Simulación #3	0.25	Normal
Simulación #4	0.125	Normal

Ilustración 22 Paso de integración 1

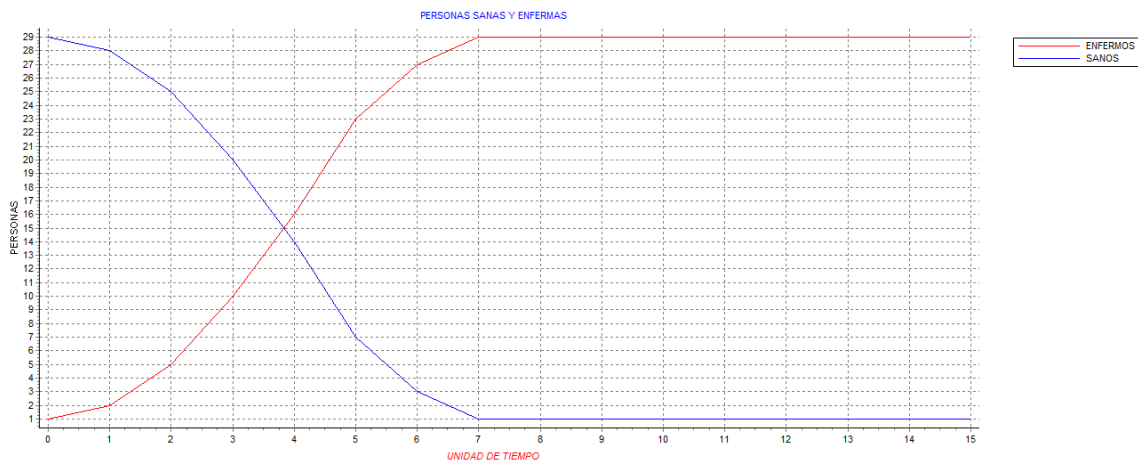


Ilustración 25 Paso de integración 0.5

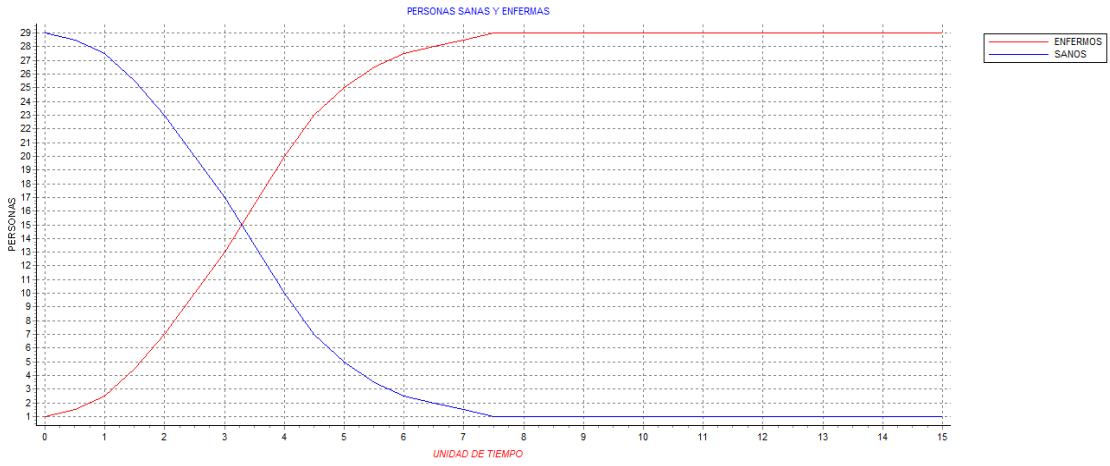


Ilustración 23 Paso de integración 0.25

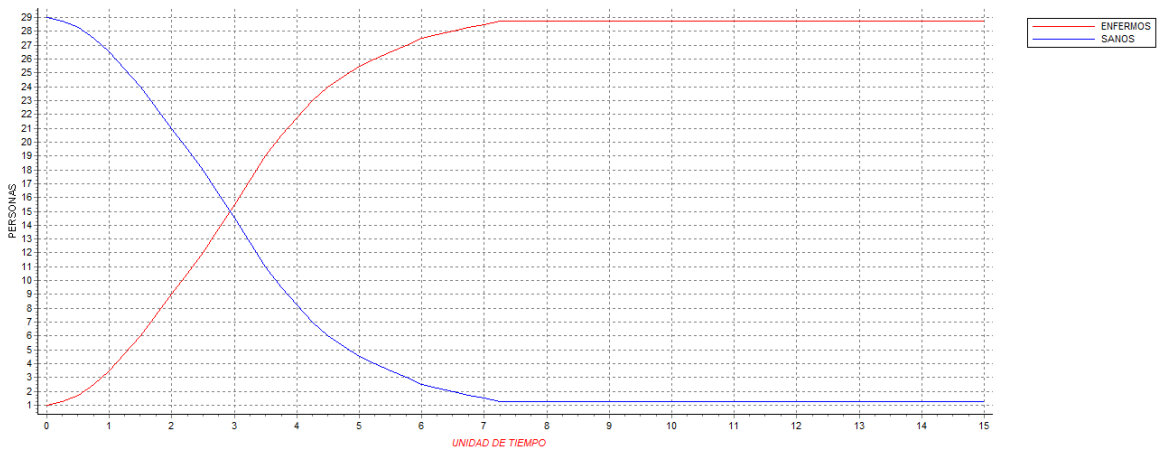
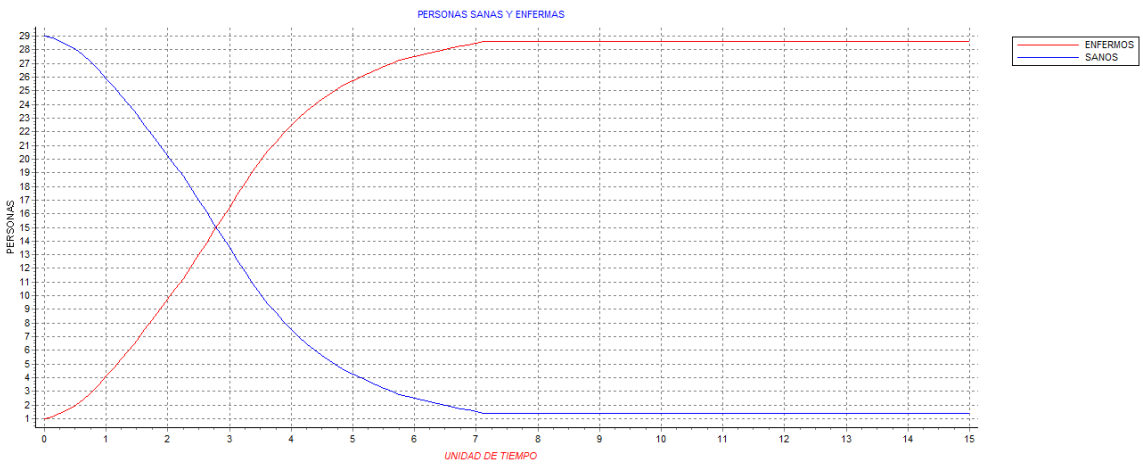


Ilustración 24 Paso de integración 0.125



Como se puede observar en las gráficas anteriores, el comportamiento de cada una al variar el paso de integración fue idéntico por lo que se concluye que el modelo no es sensible al cambio del paso de integración, se recalca que el paso de integración óptimo para el modelo es 1.

(Ver ANEXO C. para revisar las demás pruebas a los modelos de Altesa 1.0)

## 6.2 OBTENCIÓN DE ERRORES Y MEJORAS

A partir de todas las acciones realizadas se lograron obtener los siguientes errores y necesidades de mejora:

- Los estudiantes se confundían demasiado y no sabían claramente que debían hacer.
- Al realizar el envío por red, ocurrían errores que hicieron que no se pudieran recibir las respuestas por parte del docente.
- Se encontraron en las guías errores ortográficos, falta de actualización de conceptos y encabezados antiguos.
- Errores de uso de elementos en modelos de simulación
- Modelo de ciclo de vida del Triatomino no estaba bien realizado
- Errores de compatibilidad con el programa PowerPoint

## 6.3 IMPLEMENTACIÓN DE CORRECCIONES Y NUEVAS FUNCIONALIDADES

**Obtención de requisitos:** Teniendo en cuenta que anteriormente se realizaron exhaustivas pruebas de las herramientas y luego la obtención de errores y necesidades de mejora, se obtuvo una lista de requisitos necesarios para poder contrarrestar esos errores:

- Mejorar la orientación al estudiante de manera que siempre sepa la actividad próxima a realizar
- Mejorar el método de envío de respuestas
- Mejorar redacción en las guías académicas

- Corregir errores de concepto en algunos modelos de simulación
- Necesidad de rediseñar el modelo de ciclo de vida del Triatomino
- Cambiar de formato los contenidos de PowerPoint a PDF
- Necesidad de ampliar el alcance de la herramienta

**Diseño global:** Se realizó un diseño del software teniendo en cuenta los requisitos a implementar, se tuvieron algunas ideas de posibles estrategias que se pudieran usar para cumplir los requisitos como:

- Implementar señales gráficas siempre en cada actividad a seguir de manera que permitieran saber cuál es el próximo paso a seguir
- Realizar un método de importación y exportación de respuestas vía E-mail
- Rediseñar desde cero el modelo de ciclo de vida del Triatomino junto con el ajuste de los demás modelos.
- Realizar cambios en la base de datos de manera que tomen como PDF los contenidos en PowerPoint
- Agregar una nueva plantilla que esté enfocado en otra enfermedad de urgente atención social como el Dengue

## **Construcción del prototipo**

### **Primera iteración**

- Implementar señales gráficas siempre en cada actividad a seguir de manera que permitieran saber cuál es el próximo paso a seguir

Se agregaron elementos para resaltar el siguiente paso de la etapa.

Para esto se alternó de un fondo verde a un fondo gris usando un temporizador

Se manejó la secuencia de pasos en esta parte del código:

```

if (panelSecuenciaSeleccionado.Caption = lpaneles[ipanel]) then
begin
nro_panel:=ipanel;

eu[ipanel].Picture.LoadFromFile(GetCurrentDir+'flecha_der.png');//Load
any supported image

eu[ipanel].Transparent:=false;

eu[ipanel].Visible:=true;

// label2.Caption:='SI: '+lpaneles[ipanel];

if (panelSecuenciaSeleccionado.Caption = 'panelInicio') then
begin
label3.Caption:="";

timer2.enabled:=false;

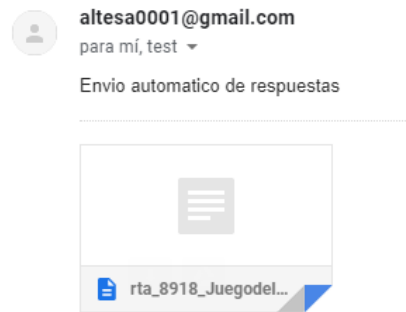
end;

```

- Se realizó un método de importación y exportación de respuestas vía E-mail

Se realizaron implementaciones donde se logró que se el software enviara automáticamente los archivos de respuestas a los correos que anteriormente fueran registrados. Se creó primero insertando un nuevo campo de registro donde se ingrese el correo de cada docente. Luego se creó un programa que automáticamente usara el protocolo SMTP para poder enviar este correo con el archivo a todos los correos anteriormente registrados.

### *Ilustración 26 Envío de archivos por correo*



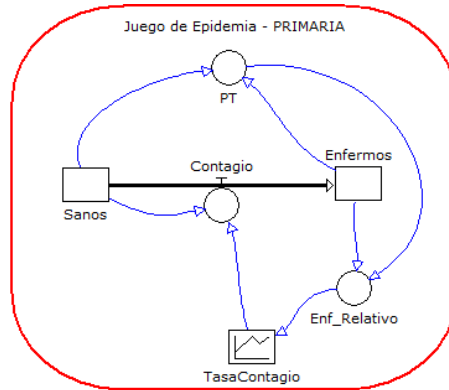
- Rediseñar desde cero el modelo de ciclo de vida del Triatomino junto con el ajuste de los demás modelos.

Básicamente el trabajo se basó primero en revisar los modelos del software que son en total 4 modelos, para cada uno de ellos se les realizaron pruebas basados en la metodología de Sterman (STERMAN, 2000). Con base a lo que se obtuvo con las revisiones y las pruebas a los modelos se pudieron implementar las siguientes modificaciones:

#### Modelo simulador de juego de la epidemia – Primaria

Al ir desarrollando las pruebas se fue retocando aún más el modelo agregándole información en la descripción de cada variable, así como también se agregaron las unidades de medida de cada una de ellas para una mejor presentación y documentación del modelo. En general, no se le hicieron mayores cambios (ver Ilustración 1).

Ilustración 27 Modelo juego de la epidemia – Primaria



Modelo simulador juego de la epidemia – Secundaria

Al igual que en el anterior modelo, también se definieron algunas variables con el fin de que fuera más fácil su comprensión. Se definió la constante P\_Contg ya que este estaba en valor nulo (ver Ilustración 2).

El valor agregado fue 0.5 el cual representa la probabilidad que hay de que un par de números (1 o 2) lleguen a ser iguales, esta es una de las condiciones que tiene el juego de la epidemia para que la persona sea contagiada, la otra es que la persona encuentre a un enfermo y el modelo actual lo representa de distinta forma, pero obteniendo el mismo resultado por ello se decide dejarlo así (ver Ilustración 3).

Ilustración 28 Modelo juego de la epidemia Secundaria

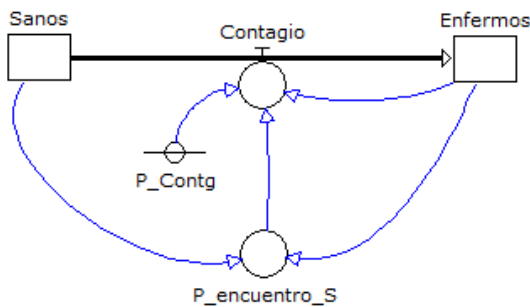
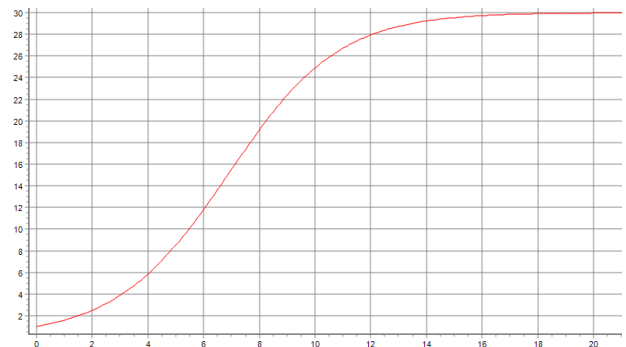


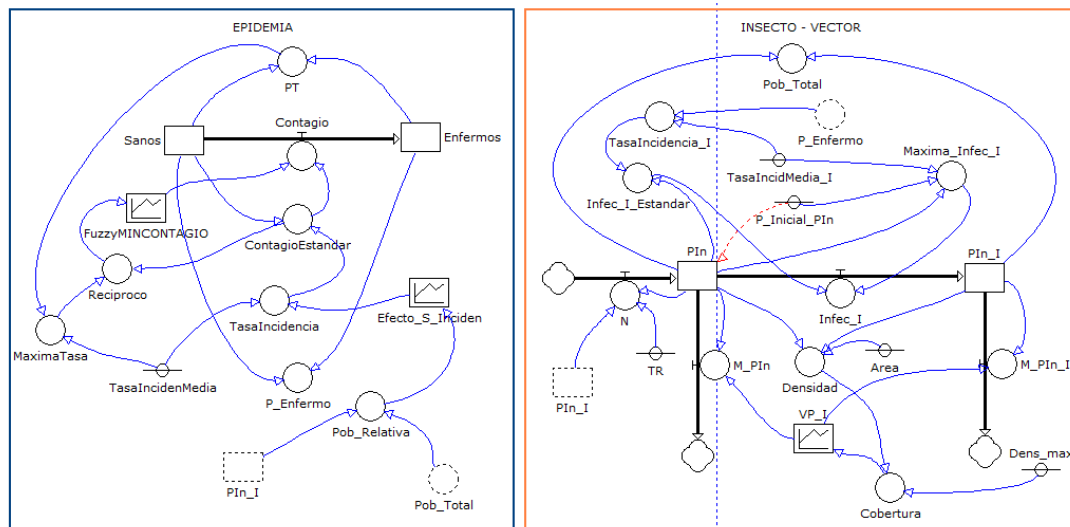
Ilustración 29 Gráfica del modelo juego de la epidemia - Secundaria



## Modelo simulador epidemia por vector

En este modelo se definieron mejor las variables y se hizo una descripción un poco más detallada de los valores. (ver Ilustración 42)

Ilustración 30 Modelo epidemia vector



Debido a que todos los modelos son aproximados se debió probar la robustez de sus conclusiones hasta la ambigüedad de los supuestos asumidos. Esta prueba permitió al creador del modelo plantearse la pregunta de si sus conclusiones cambiaban de forma relevante respecto al propósito cuando los supuestos varían en un cierto rango plausible de incertidumbre. De esta forma la robustez en las conclusiones que el modelo presenta sería probada utilizando el análisis de sensibilidad por variación de parámetros que ofrece la herramienta evolución 4.5.

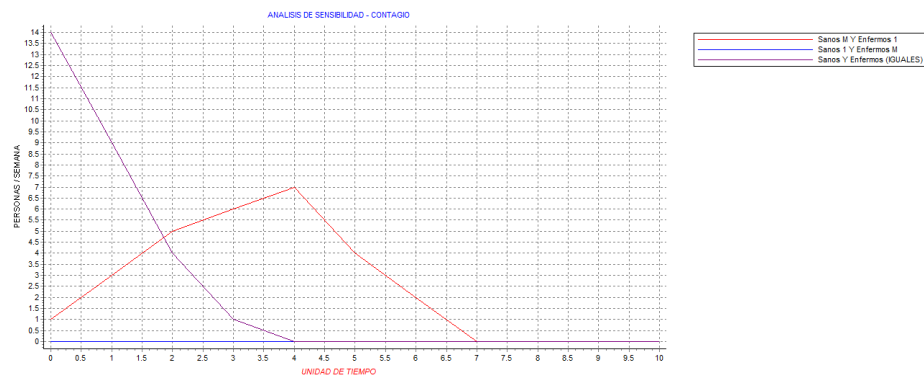
Para este análisis se contó con 3 escenarios diferentes los cuales se cambiaron los valores de los niveles Sanos y enfermos:

El flujo CONTAGIO debe ser cero cuando la mayoría de las personas están contagiadas (SANOS 1 ENFERMOS M-MUCHOS).

Presentó el periodo más prolongado de contagio cuando la mayoría de personas están sanas (SANOS M-MUCHOS Y ENFERMOS 1) y presenta el contagio.

Se desarrolló en menor tiempo cuando la cantidad de personas sanas es equivalente a la cantidad de personas enfermas (SANOS Y ENFERMOS IGUALES).

*Ilustración 31 Análisis de Sensibilidad – Contagios*



### **Análisis de sensibilidad por variación de Escenarios**

Esta prueba consistió en la variación de las condiciones iniciales del modelo para determinar si el comportamiento efectuado es el esperado dependiendo de cada escenario. Como ocurre en la variación de parámetros, EVOLUCION solo permitió observar el comportamiento de una variable en una misma gráfica.

Ilustración 32 Simulación Población de enfermos con diferentes escenarios

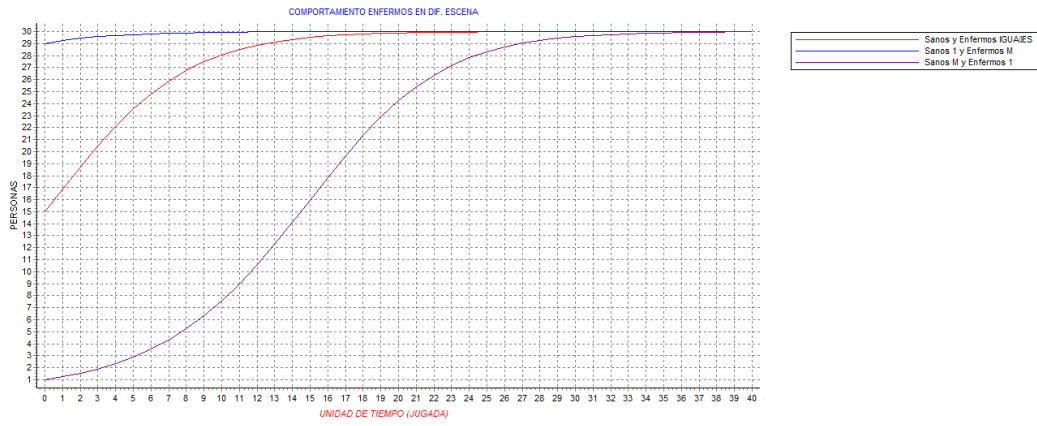
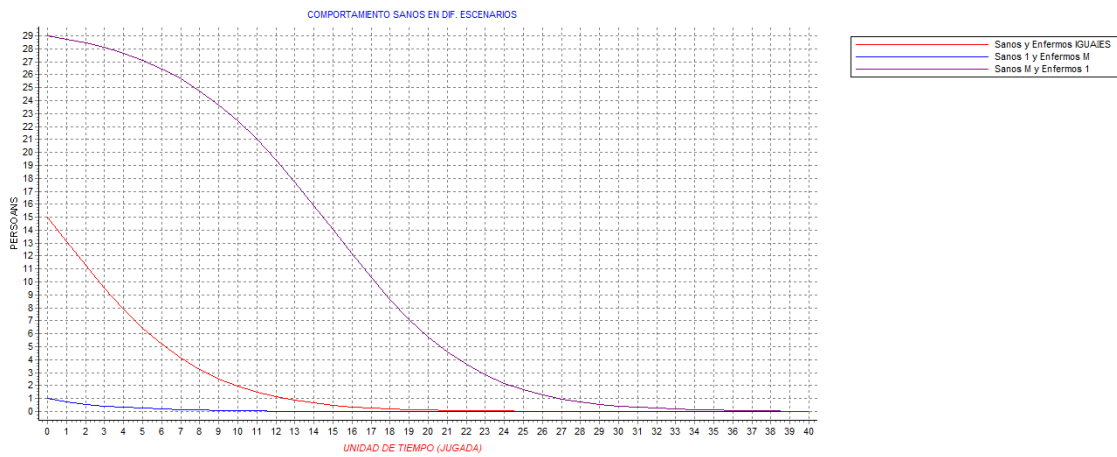
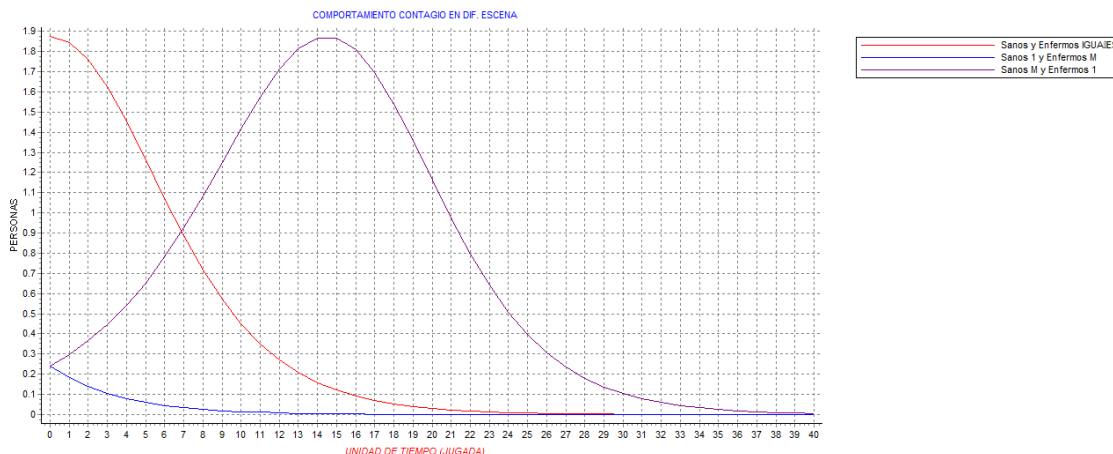


Ilustración 33 Simulación Población de sanos con diferentes escenarios



### Ilustración 34 Simulación Contagio con diferentes escenarios



Como se observa en las gráficas anteriores, el resultado fue consistente con el comportamiento esperado del modelo. Hay tres tipos de comportamiento que cambian dependiendo del valor que se les asigne a los niveles de Sanos y enfermos.

La condición original en la cual hay muchos sanos y tan solo un enfermo en la población presentó el comportamiento estándar del modelo. La condición en la cual hay la misma cantidad de sanos y enfermos presentó un comportamiento adecuado donde los sanos se acercaban rápidamente a cero y el contagio en este caso, tuvo exactamente la misma tendencia de la mitad derecha del contagio original.

#### Modelo simulador ciclo de vida del Triatomino

En este modelo se realizaron bastantes cambios ya que se encontró algo que no representaba de manera correcta el fenómeno y, por ende, no lograba alcanzar el propósito para el cual se había hecho. Con base a los resultados arrojados por las pruebas realizadas se identificaron y se corrigieron los siguientes aspectos:

- **Inconsistencia en las unidades del modelo:**

Se definieron una por una las unidades de cada variable del modelo siempre mirando que no quedara ninguna inconsistencia, algunos cambios influenciaron

para que se lograra hacer dicha implementación. Fuentes de datos: (ESPINOZA, 2011), (QUIRÓS, 2017), (TAY ZAVALA, 2008), (MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL, 2013), (ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 2009)

- **Relación entre la mortalidad y los flujos**

Se independizó la variable de la mortalidad de los flujos para así evitar que las unidades dieran cuadráticas y resultaran inconsistencias, también se hizo una unión del control biológico con las mortalidades.

- **Incertidumbre con las unidades de medida del control biológico, cuál es su función en realidad y qué relación tiene el rango con la realidad**

Se mantuvo el rango de  $[0,10]$ , este se interpreta como la frecuencia y la eficacia que se tiene el ser humano para realizar acciones que mitiguen la población de insectos. Este valor se unió con la mortalidad.

- **Irregularidad en la mortalidad de los Triatominos adultos**

Se observó en las pruebas que los adultos nunca desaparecen a pesar de que no se dan las condiciones para seguir expandiendo la especie, esto se debía a que el flujo de MortalidadADULTO tenía la siguiente ecuación:

$$\text{MIN}(\text{INT}(\text{Adultos}), \text{INT}(\text{Adultos} * \text{TasaMortalADULTO})),$$

al manejarse por parte entera y como el nivel de Adultos nunca iba a aumentar entonces la mortalidad siempre iba a ser igual a 0. Lo que se hizo fue cambiar la ecuación por

$$\text{Adultos} * \text{TASA\_ADUL} \text{ donde la variable TASA\_ADUL}$$

está definida como la intersección de la tasa de mortalidad natural de adultos y la tasa que se tendrá con el impacto del control biológico. (ver Ilustración 6) (BARRERA, 2011).

- **Irregularidad en el efecto del control biológico sobre la mortalidad de los Triatominos adultos**

Se observó que el control biológico no estaba generando impacto en los Adultos lo cual no representaría el fenómeno real de manera correcta. Se le añadió a la mortalidad del adulto esta nueva tasa. (MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL, 2013)

- **Irregularidad en reproducción de huevos en temperaturas mayores a 30 grados**

Este error se debía a la mala configuración de la tabla de multiplicador que manejaba los valores que determinaban la cantidad de huevos que se reproducían en cada temperatura.

- **Eliminación de retardos innecesarios**

Se quitaron los retardos y se agruparon las etapas de las Ninfas para hacer el modelo más vistoso y fácil de leer. Los retardos estaban puestos de manera incorrecta y se cambiaron por valores constantes precedidos de una investigación. (Ver Ilustración 35)

*Ilustración 35 Modelo ciclo de vida del Triatómino (Antiguo)*

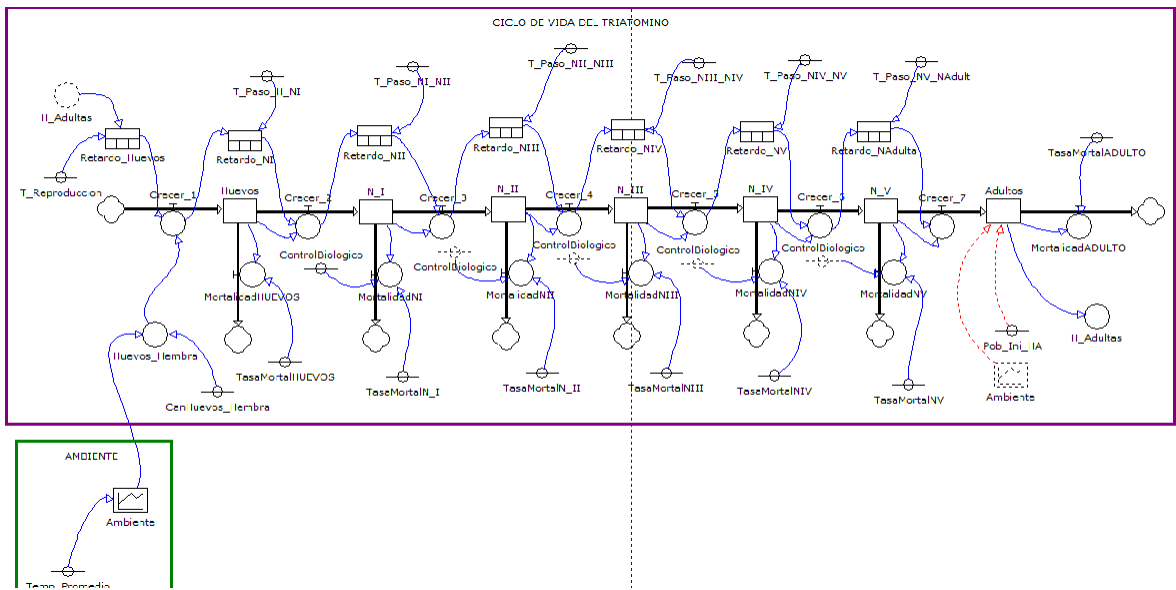
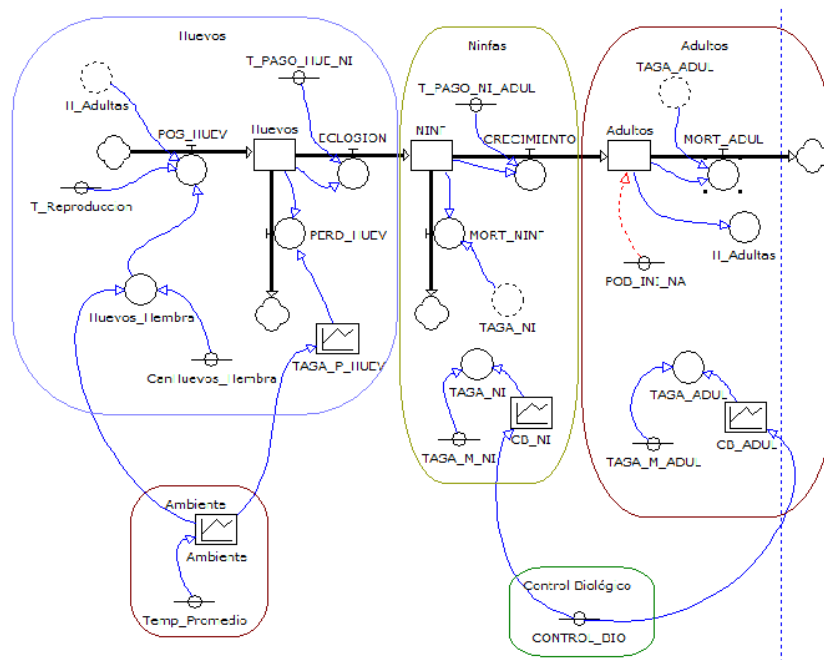


Ilustración 36 Modelo ciclo de vida del Triatomino (Nuevo)



- Realizar cambios en la base de datos de manera que tomen como PDF los contenidos en PowerPoint

Se hicieron los cambios necesarios para que el software pudiera tomar los archivos con extensión .pptx los tomara como .pdf. Se ingresó a la base de datos del ambiente “*BDAmbiente.sql*” por medio de un bloc de notas desde donde manualmente se buscó la parte donde se poblaba la tabla que maneja los contenidos académicos “*conacademico*” y cambiar todas las rutas de .pptx cambiarlas por un .pdf, seguido de cambiar los formatos de los archivos manualmente.

- Agregar una nueva plantilla que esté enfocada en otra enfermedad de urgente atención social como el Dengue

Para poder implementar esta mejora se hicieron los siguientes cambios:

*Ilustración 37 mejora del programa*



- Se creó una nueva plantilla de actividades a partir de la ya existente de manera que solo se tenga que poblar de contenidos académicos. Para ingresar a esta nueva plantilla se habilitó el botón del Dengue (Ver Ilustración 37)
- Se creó una nueva carpeta en la raíz de Altesa que se llamó “RecursosAcadémicos2” en donde estarán ubicados todos los contenidos relacionados con la nueva enfermedad del Dengue.

Se modificó el código para que se dirija al contenido mediante:

**Si se elige CHAGAS, se ejecuta lo siguiente:**

```

procedure TfrmInicioSesion.BitBtnChagasClick(Sender: TObject);
begin
    ruta:='RecursosAcademicos';
    PanelGenerico.Hide;
    PanelInicioSesion.Show;
    Ingresarcomoadministrador1.Enabled:= true;
    button2click(Sender);
end;

```

**Si se elige DENGUE, se ejecuta lo siguiente:**

```

procedure TfrmInicioSesion.BitBtnDengueClick(Sender: TObject);
begin
    ruta:='RecursosAcademicos2';
    PanelGenerico.Hide;
    PanelInicioSesion.Show;
    Ingresarcomoadministrador1.Enabled:= true;
    button2click(Sender);
end;

```

La diferencia es la ruta donde se alojan los contenidos. Esta ruta se definió en una variable global que es usada a lo largo de todo el programa

se creó una nueva unidad para definir esta ruta:

```

unit utiles;

unit utiles;

interface

var

    ruta:string;

    edengue,echagas:70oolean;

implementation

end.

```

Las variables booleanas de dengue y el Chagas son las que indican al programa cuando buscar archivos en la segunda carpeta, así mismo, cambian los textos de los paneles, formularios y botones. Luego, se crearon rutinas de selección para mostrar los datos según corresponda:

En el archivo '*FormGUIModuloActividad.pas*'

Se agregó:

```

if edengue then

begin

contAcad.nombreContAcademico:=stringreplace(contAcad.nombreContAcademico,'Chagas',
'Dengue',[rfReplaceAll, rfIgnoreCase]);

frmGUIModuloActividad.Caption:=stringreplace(frmGUIModuloActividad.Caption,'Chagas',
'Dengue',[rfReplaceAll, rfIgnoreCase]);

contAcad.nombreContAcademico:=stringreplace(contAcad.nombreContAcademico,'Triatoma',
'Aedes Aegypti',[rfReplaceAll, rfIgnoreCase]);

end;

if edengue then

clase.nombre:=stringreplace(clase.nombre,'Chagas','Dengue',[rfReplaceAll,
rfIgnoreCase]);

```

```
clase.nombre:=stringreplace(clase.nombre,'Triatomino','Aedes Aegypti',[rfReplaceAll,rfIgnoreCase]);
```

```
end;
```

```
if edengue then
```

```
clase.nombre:=stringreplace(clase.nombre,'Chagas','Dengue',[rfReplaceAll,rfIgnoreCase]);
```

```
clase.nombre:=stringreplace(clase.nombre,'Triatomino','Aedes Aegypti',[rfReplaceAll,rfIgnoreCase]);
```

```
end;
```

En el archivo: *FormPrincipal.pas*

Se agregó:

```
if edengue then
```

```
    botonEstandar.Caption:=stringreplace(nombreActividades[i-1],'Chagas','Dengue',[rfReplaceAll,rfIgnoreCase]);
```

```
if echagas then
```

```
    botonEstandar.Caption:=stringreplace(botonEstandar.Caption,'Dengue','Chagas',[rfReplaceAll,rfIgnoreCase]);
```

```
if edengue then
```

```
begin
```

```
if pos('Chagas',nombreActivades[i-1])>0 then
```

```
    botonEstandar.Caption:=stringreplace(botonEstandar.Caption,'Chagas','Dengue',[rfReplaceAll,rfIgnoreCase]);
```

```
if pos('triatomino',nombreActividades[i-1])>0 then
```

```
    botonEstandar.Caption:=  
stringreplace(botonEstandar.Caption,'triatomino','Aedes Aegyptis',[rfReplaceAll,  
rfIgnoreCase]);
```

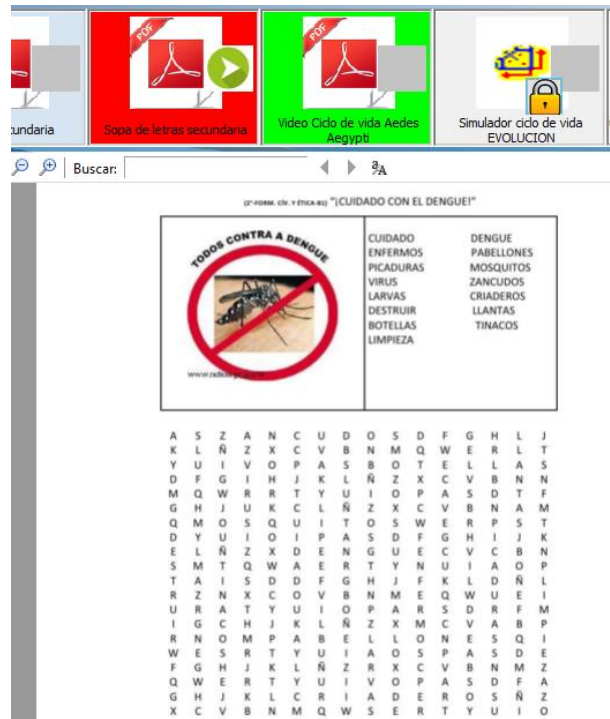
También, se agregaron nuevos contenidos donde se estudia el Dengue y el vector que lo transmite.

A partir de estos y de los requisitos arrojados en la prueba de receptividad con estudiantes se empezó a crear los nuevos contenidos teóricos que son los que alojarán la nueva sección de Altesa que trabajará con la temática del Dengue.

*Ilustración 38 Presentación del vector Aedes Aegyptis desde Altesa 2.0*



Ilustración 39 Sopa de letras sobre el Dengue visto desde Altesa 2.0



Se creó el modelo de simulación que representa el ciclo de vida del Aedes Aegyptis

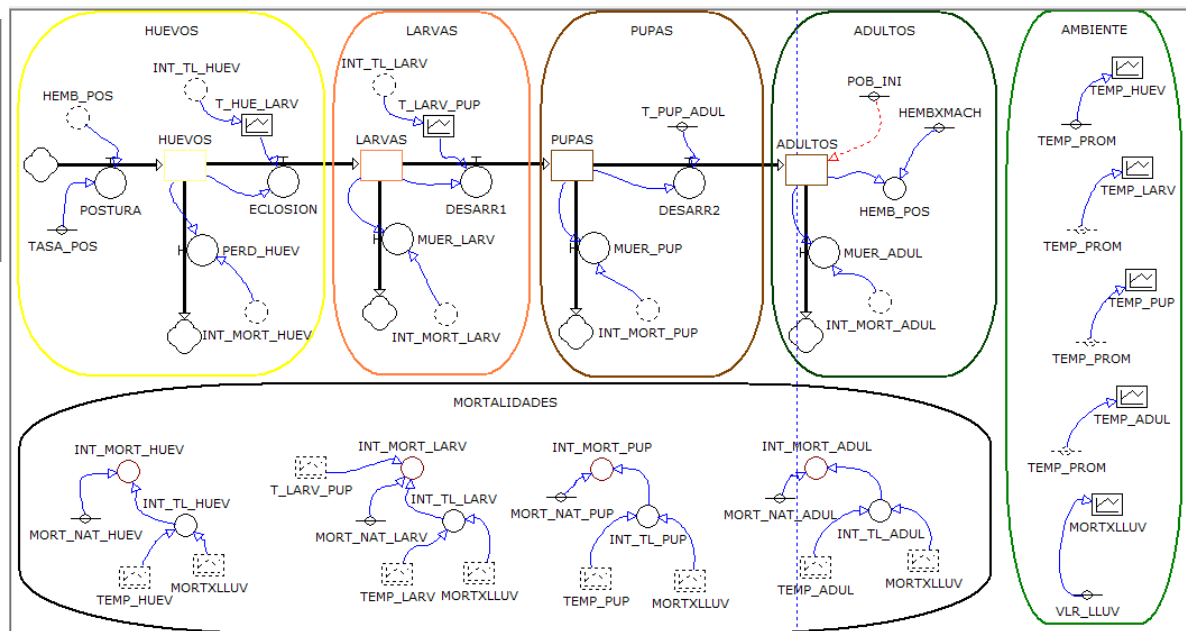
El modelo se realizó con ayuda del software EVOLUCIÓN luego de rediseñar el modelo del ciclo de vida del Triatomino, lo cual facilitó en gran parte su realización debido a su similar forma. Se consultó la forma de vida del vector Aedes Aegyptis donde se tomaron en cuenta los recursos de la naturaleza indispensables para un ecosistema ideal.

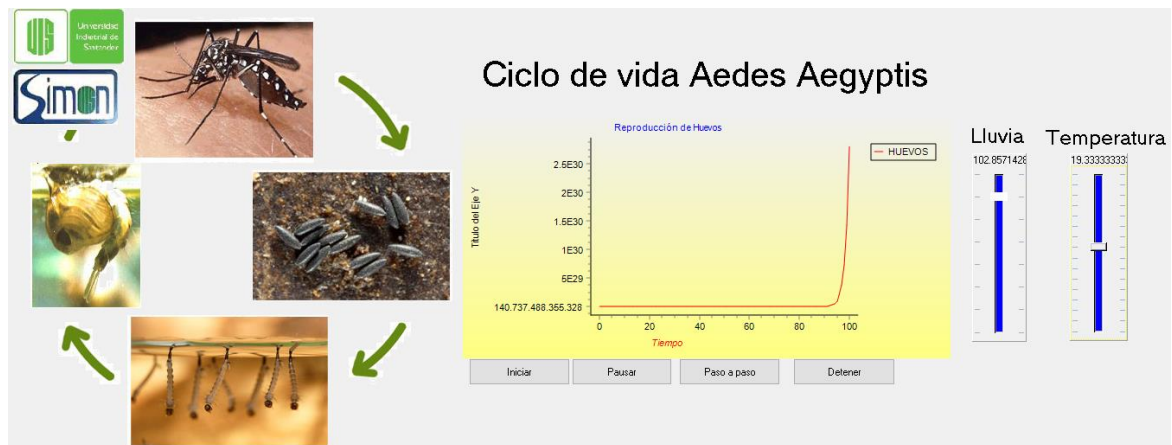
Se consultó la documentación del modelo teniendo en cuenta los parámetros dados en un proyecto realizado en la UIS por las estudiantes Edna Velazquez y Sonia del Pilar González (GONZALEZ, 1995).

A continuación, se muestra el diagrama de influencias realizado:

En este diagrama se logra ver que cada nivel del modelo tiene ciclos de retroalimentación negativa y otros de retroalimentación positiva, pero son más los que tienen la negativa lo que hace saber que esos niveles son simplemente estaciones en las cuales nunca se va a estancar el individuo ya que todo va fluyendo hasta que son adultos.

Ilustración 41 Diagrama de flujo- nivel





(Ver Anexo C. para observar la tabla de documentación)

## PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DEL MODELO

### Segunda iteración

Con base en lo realizado, se vio la necesidad de regresar a construir de nuevo el prototipo para mejorar los siguientes requisitos:

- Mejorar el método de envío de respuestas ya que por E-mail siguió presentando problemas en el momento de la lectura por parte del usuario final.

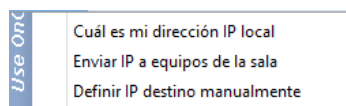
El objetivo principal de esta etapa del proyecto siempre se basó en poder brindar una comunicación más fluida entre los docentes, de manera que pueda haber un mayor análisis de lo realizado en cada una de las actividades del proyecto de aula. Por ende, se quiso siempre tener mejores resultados en los usuarios finales que son los estudiantes. La actividad que apoya el software Altesa tenía algunos procedimientos que son los que necesitaban de mayor análisis, estos eran: Las respuestas que generaban los estudiantes en cada una de las actividades y las

observaciones o el informe que generaban los docentes al terminar cada actividad que le correspondiera.

El software tenía dos opciones para lograr la conexión entre estos procedimientos y los docentes.

La primera opción era la de enviar las respuestas generadas vía red teniendo como condición que los equipos estén en red y que anteriormente se haya logrado la conexión con el docente.

*Ilustración 43 Menú de conexión de red del docente*



La segunda opción era que el software generara en la carpeta raíz un archivo comprimido con las respuestas generadas.

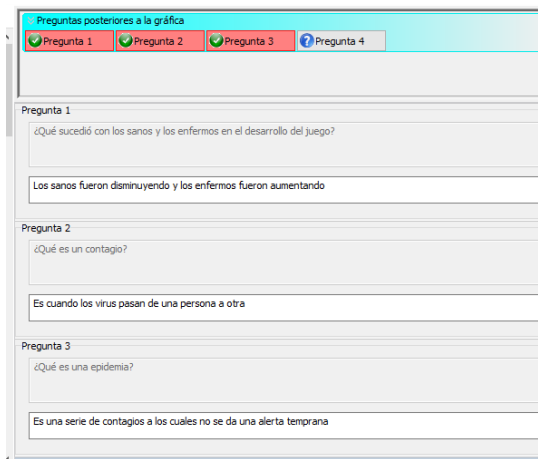
En las pruebas realizadas se lograron percibir algunos errores y algunas necesidades de mejora de estas dos opciones. En el envío por red hubo algunos inconvenientes al realizar la conexión con el docente ya que algunos equipos no pudieron ser encontrados y no pudo ser posible conectarlos, también hubo errores en el momento en que los estudiantes enviaban sus respuestas por lo que al finalizar la actividad el docente solo terminó recibiendo respuestas de un solo estudiante. La opción de generar archivos funcionaba correctamente pero su aporte era muy poco ya que representa mayor trabajo para hacer la recolección de respuestas, lo cual iba en contra del objetivo del software que es de apoyar al docente.

A raíz de este problema ya sería posible poder plantear una posible solución. Se optó por implementar una conexión del software Altesa con los servicios de Google Drive para que los archivos que se generaran se pudieran almacenar automáticamente en la nube. Para ello, se realizó la configuración del API con el

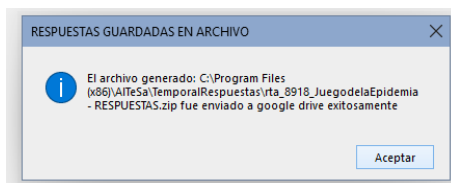
lenguaje Python ya que la plataforma no fue compatible para realizarse con Delphi. Teniendo así el programa Pyaltesa que es el que se encargaría del procedimiento de gestión de archivos en la nube.

Para la conexión Altesa/Pyaltesa se implementaron nuevos botones en la interfaz del software de manera que el estudiante terminara las respuestas y pudiera enviar el documento directamente a la nube con un clic.

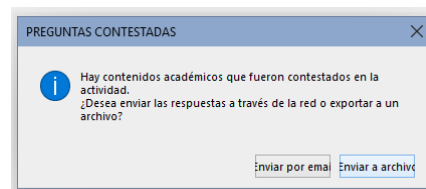
*Ilustración 44 Plantilla de respuestas del módulo del estudiante*



*Ilustración 46 Aviso de carga exitosa a drive de las respuestas del estudiante*



*Ilustración 45 Dos opciones para enviar las respuestas por parte del estudiante*



Automáticamente aparece el archivo ya subido en la plataforma de Google Drive

Ilustración 47 Drive con las respuestas del estudiante 8918 ya almacenadas

Mi unidad > Respuestas\_Estudiantes

Nombre ↓	Propietario	Última modi...
rta_8918_JuegodelaEpidemia - RESPUESTAS.zip	yo	8:39

Funcionó de igual forma para los docentes, con un clic en ‘Cargar respuestas desde drive’ van a poder tener en su interfaz todas las respuestas generadas por los estudiantes.

Ilustración 48 Menú para importar respuestas del módulo de docente

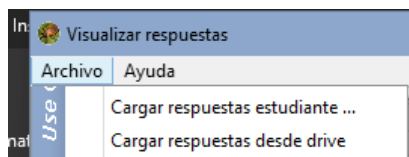


Ilustración 49 Visualizando respuesta de un estudiante

Actividad:	Código:	Estudiante:	Curso:
<b>Planilla jugador Juego de la Epidemia secundaria</b>	<b>8918</b>	Estudiante Secundaria	Octavo

Sección - 1: Preguntas posteriores a la gráfica

Pregunta 1  
¿Qué sucedió con los sanos y los enfermos en el desarrollo del juego?

Respuesta: Los sanos fueron disminuyendo y los enfermos fueron aumentando

Pregunta 2  
¿Qué es un contagio?

Respuesta: Es cuando los virus pasan de una persona a otra

Pregunta 3  
¿Qué es una epidemia?

Respuesta: Es una serie de contagios a los cuales no se da una alerta temprana

Pregunta 4  
¿Qué preocupaciones (precauciones) tendrían para evitar el contagio?

Respuesta: Higiene de todo mi cuerpo y no ayudar a la propagación del vector

Ilustración 50 Espacio para redactar una observación

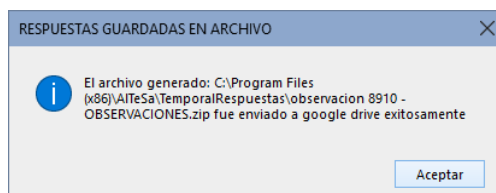
Observación (Describe aquí la observación que desea realizar):

La actividad estuvo excelente, hubo buena disposición por parte de los estudiantes.

Guardar Cancelar

Por otro lado, las observaciones fueron generadas por los docentes de la misma forma. En el botón de 'Gestionar clase', luego en el botón 'opciones' le dan clic donde dice 'Realizar observación general'

Ilustración 51 Aviso de la exportación de observación exitosa en drive



Al darle guardar se almacenó en la carpeta raíz, luego en gestionar observaciones salió ahí la anteriormente realizada la cual se señaló y se le dio clic en 'Exportar observaciones a drive'

Ilustración 52 Plataforma de drive con la observación del docente almacenada

Mi unidad > Observaciones\_Docentes ▾

Nombre ↓	Propietario	Última modi...
observacion 8910 - OBSERVACIONES.zip	yo	8:50

Ilustración 53 Ventana donde salen las observaciones del docente

Exportar observaciones a drive Eliminar Observación

**8910** Camilo Pérez

Observación general

Árbol jerárquico de elementos:

Esta es una observación general. Por lo tanto no existe árbol jerárquico de elementos.

**Observación general**

Observación realizada:

La actividad estuvo excelente, hubo buena disposición por parte de los estudiantes.

En la misma sección está la opción de cargar observaciones de los demás docentes desde la nube

Ilustración 55 Menú de carga de observación desde el módulo del docente

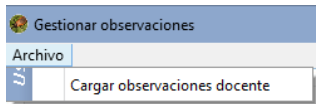
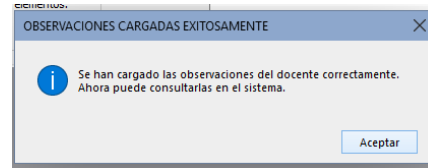


Ilustración 54 Aviso de importación exitosa desde drive



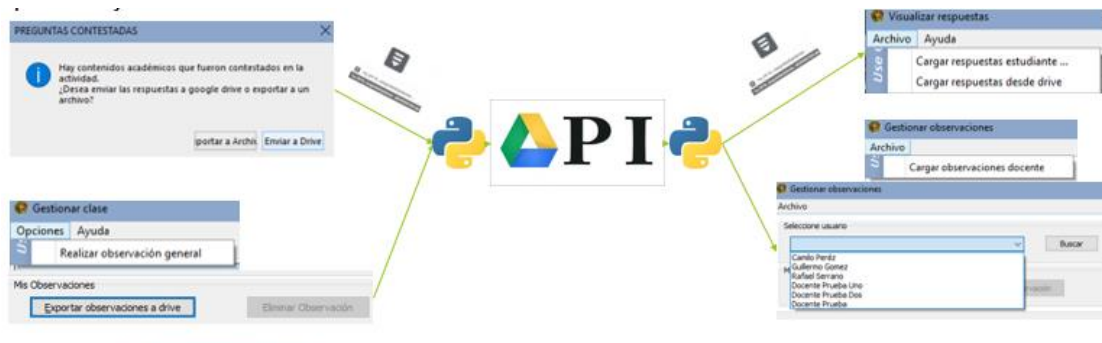
Al cargar las observaciones, la interfaz del docente se verá de

Ilustración 56 Ventana desde donde el docente ve todas las observaciones



Por último, se explica un poco la funcionalidad con el siguiente esquema:

Ilustración 57 Esquema de gestión de archivos con Google Drive



**Producto final:** Al final se logró terminar la implementación del prototipo pudiendo satisfacer en su totalidad las necesidades anteriormente obtenidas.

#### **6.4 EVALUACIÓN FINAL**

Este proceso de evaluación se realizó con ayuda de una docente que actualmente realiza su proyecto de maestría con trabajos relacionados con la enfermedad de Chagas, teniendo en cuenta que ella labora en el municipio de Mogotes donde hay gran presencia del vector que transmite la enfermedad, a la vez de haber varios casos fatales (VELOSA, 2013). Dada la importancia de lo que ella quería realizar, se vio interesada en darle continuidad al proyecto involucrándolo en los trabajos que ella realizaba y por eso se decidió realizar unas pruebas rigurosas pensando en el correcto funcionamiento final, donde de paso se pudieran comprobar las mejoras anteriormente implementadas.

## 7 RESULTADOS

Al finalizar las pruebas técnicas, se obtuvieron los siguientes resultados:

- El nivel de confiabilidad de la aplicación registró el más alto de los resultados (A), SonarQube nos indica que, basado en la cantidad de líneas de código del proyecto (Más de 18.000), la deuda técnica o posibles mejoras en la codificación es menor al 1.1%, además de una muy baja cantidad de alertas por errores bloqueantes o críticos.
- La duplicación de código registró un valor medio-bajo del 3.3%. Esto nos indica que una parte de los algoritmos podrían haberse desarrollado con una simple función o procedimiento disminuyendo o eliminando este porcentaje, facilitando la mantenibilidad del código, el crecimiento en el tiempo, así como su fácil análisis y comprensión.
- La complejidad de la codificación es otra característica evaluada por SonarQube, en este caso nos indica que el proyecto tuvo una calificación de 2.292 (nivel alto), basado en la cantidad de líneas de código y en las funciones divididas, lo cual indica una baja calidad en la codificación de proyecto ya que contiene muchos posibles caminos (código espagueti) y esto podría traer como consecuencia bugs y rutas no probadas.

En las pruebas de caso de uso realizadas:

*Tabla 9 Caso de uso Iniciar Sesión*

<b>CASO DE PRUEBA</b>	<b>DATOS DE ENTRADA</b>	<b>DE</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>
-----------------------	-------------------------	-----------	------------------	-----------------------

Iniciar sesión con ID y contraseña correctas.	ID: 8917 Contraseña: 8917	Muestra el módulo docente. Equivalente a ingreso al sistema exitoso.	Correcto
Iniciar sesión con ID incorrecto.	ID: 1234 Contraseña: 8917	Muestra el siguiente mensaje de error: "El usuario con la identificación (ID) indicado no existe"	Correcto
Iniciar sesión con contraseña incorrecta	ID: 8917 Contraseña: 1234	Muestra el siguiente mensaje de error: "La contraseña indicada es incorrecta".	Correcto

<b>CASO DE PRUEBA</b>	<b>DATOS DE ENTRADA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>
Iniciar sesión con ID y contraseña correctas.	ID: 8917 Contraseña: 8917	Muestra el módulo Administrador. Equivalente a ingreso al sistema exitoso.	Correcto
Iniciar sesión con ID incorrecto.	ID: 1234 Contraseña: 2581	Muestra el siguiente mensaje de error: "El usuario	Correcto

		con la identificación (ID) indicado no existe”	
Iniciar sesión con contraseña incorrecta	ID: 8917 Contraseña: 1234	Muestra el siguiente mensaje de error: “La contraseña indicada es incorrecta”.	Correcto

*Tabla 10 Caso de uso Crear tipo estudiante*

CASO DE PRUEBA	DATOS DE ENTRADA	RESULTADO	FUNCIONAMIENTO
Crear usuario tipo Estudiante	Nombres: Carlos Apellidos: Jaramillo Grado escolar: Décimo. Contraseña: carlosJar Confirmar contraseña: carlosJar	Mensaje de notificación: “Usuario estudiante creado exitosamente”.	Correcto
Crear usuario tipo docente	Nombres: Juan Apellidos: Gaviria Grados escolares: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11 Contraseña: juantodos1	Mensaje de notificación: “Usuario docente creado exitosamente”	Correcto

	Confirmar contraseña: juantodos1		
Crear usuario tipo administrador	Nombres: Juliana Apellidos: Gonzales Contraseña: juli_g Confirmar contraseña: juli_g	Mensaje de notificación: "Usuario administrador creado exitosamente".	Correcto

*Tabla 11 Modificar usuario estudiante*

<b>CASO DE PRUEBA</b>	<b>DATOS DE ENTRADA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>
Modificar usuario tipo Estudiante	Alterar el grado escolar al cual el estudiante pertenece.	Mensaje de notificación: "Usuario modificado exitosamente"	Correcto
Modificar usuario tipo docente	Alterar los grados asociados al docente dejando únicamente uno.	Mensaje de notificación: "Usuario modificado exitosamente"	Correcto
Crear usuario tipo administrador	Alterar contraseña de usuario.	Mensaje de notificación: "Usuario modificado exitosamente"	Correcto

<b>CASO DE PRUEBA</b>	<b>DATOS DE ENTRADA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>
Eliminar usuario tipo Estudiante con código 8929		Mensaje de notificación: "Usuario eliminado exitosamente"	Correcto
Eliminar usuario tipo docente con código 8930		Mensaje de notificación: "Usuario eliminado exitosamente"	Correcto
Eliminar usuario tipo administrador con código 8931		Mensaje de notificación: "Usuario eliminado exitosamente"	Correcto

*Tabla 12 Caso de uso Actualizar versión*

<b>CASO DE PRUEBA</b>	<b>DATOS DE ENTRADA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>
Actualizar versión basado en archivo con modificaciones a la versión actual	Seleccionar archivo .zip que contiene versión actualizada del material académico.	Mensaje de notificación: "La versión de material académico del ambiente ha sido	Correcto

de material académico.		actualizada exitosamente”.	
Actualizar versión a partir de archivo .zip que no corresponde a versión de material académico.	Seleccionar archivo .zip que contiene configuración de usuarios del sistema.	Mensaje de error: “El archivo seleccionado no es compatible con este software. El proceso de actualización no continuará”.	Correcto

Ver Anexo B. para más análisis de casos de uso)

Algunos resultados de los modelos:

El modelo SIMULADOR JUEGO DE LA EPIDEMIA - PRIMARIA presenta resultados satisfactorios en todas las pruebas a las que fue sometido por lo que puede ser utilizado posteriormente en diversas aplicaciones siempre y cuando se tenga en cuenta el propósito bajo el cual fue formulado.

Al ir desarrollando las pruebas se fue retocando aún más el modelo agregándole información en la descripción de cada variable, así como también se agregó las unidades de medida de cada una de ellas para una mejor presentación y documentación del modelo.

El modelo del juego de la epidemia para secundaria en si solo presentó un problema el cual está definido en el parámetro de P\_Contg el cuál no tiene bien definido su valor fijo (probabilidad de que una persona sana salude a una enferma).

Se realizó documentación más extensa en el modelo, describiendo unidades de medida de cada variable con su respectiva descripción

## 8 CONCLUSIONES

Al tener los resultados de las pruebas de receptividad se vio la precisión de los datos y la correcta aplicación de la estructura, todo eso se facilitó gracias a la herramienta Altesa 1.0 ya que llamó la atención completamente de los estudiantes y estuvieron concentrados en la actividad hasta el final del proyecto, facilitó en cierta parte la labor de los docentes la cual era analizar y realizar una realimentación con base en los resultados obtenidos.

Realizando las pruebas técnicas se tuvieron algunos problemas con la compatibilidad del software SonarQube que al final consultando se pudieron encontrar complementos que permitieran dar solución. Los resultados demostraron que es una herramienta con una buena calidad de código que en unos proyectos futuros puede ser fácilmente sostenible.

En el momento de la corrección y diseño de los modelos de simulación, se tuvieron inconvenientes con el software EVOLUCIÓN 4.5 ya que presentó errores en el guardado de sus archivos lo que hizo un poco lento el avance en este punto. A pesar de eso, se desarrollaron de gran manera las habilidades en el modelado y en el análisis que se debe tener sobre el tema previo a trabajar.

En el transcurso de la implementación se tuvieron buenas experiencias con la metodología del prototipado, la cual fue un gran acierto aplicarla ya que permitió en gran manera identificar requisitos, y luego con iteraciones haber podido ajustar lo más posible para que al final se tuviera un producto de excelente calidad.

Con la implementación de los servicios de Google Drive en Altesa se descubrió un mundo de posibilidades los cuales no se tenía conocimiento alguno. Inicialmente se tuvieron inconvenientes con este requisito debido a su incompatibilidad con Delphi y a la particular estructura y política que maneja Google en la gestión de archivos.

Cada vez se fueron encontrando inconvenientes en este punto relacionados con la empatía y el buen impacto que pudiera generar en el usuario final.

La evaluación final sirvió en gran parte dado que la docente mostró el interés por ver la herramienta en correcto funcionamiento, lo cual aportó para poder perfeccionar errores en su funcionamiento siempre pensando en qué tanto y qué tan buen impacto tendría estas modificaciones en los estudiantes.

## 9 RECOMENDACIONES

Después de realizada la evaluación final, se recomienda lo siguiente:

1. Durante el registro de usuarios para cada estudiante, se encontró que, al crear el usuario, este tenía un nombre que el software le daba automáticamente y que a medida que creaba más usuarios este iba en secuencia. Hubo problemas ya que para registrar los últimos usuarios tocaba registrar siempre todos los anteriores hasta que llegara el número de usuario diferente al de los demás.
2. Se recomienda aclarar en las reglas del juego que todos los estudiantes en el juego de la epidemia escriban con lapicero las dos columnas de (1 o 2).
3. Hacer que las interfaces sean adaptables a múltiples pantallas ya que actualmente al maximizar esta no ocupa toda la pantalla del computador, sino que mantiene las dimensiones iniciales.
4. Agregar menú de fácil navegación ya que si se quiere cambiar de rol se debe cerrar toda la aplicación y volver a ejecutar
5. Actualizar la versión del programa realizado (Pyaltesa) ya que este fue diseñado solo para recibir parámetros de Altesa, lo cual limita un poco la funcionalidad a la que fue destinado.
6. Realizar una masiva prueba de receptividad donde se tengan en cuenta instituciones educativas de diferentes estratos sociales para poder tener un mayor análisis de estos aspectos.
7. Mejorar la compatibilidad del software con la herramienta EVOLUCIÓN.
8. Ampliar el contenido del software donde se pueda también enseñar a las personas las acciones post-contagio.

## BIBLIOGRAFÍA

ANDRADE, Hugo y GOMEZ, Luis. Tecnología Informática en la Educación. Tercera Edición. Bucaramanga: Publicaciones UIS, 2008. p. 461.

ANDRADE, Hugo, et al. El Modelado y la Simulación en la Escuela. Primera Edición. De Preescolar a Undécimo grado construyendo explicaciones científicas. Bucaramanga: Publicaciones UIS, 2014. p. 260.

BARBOSA, Jessica y SANDOVAL, Laura. Estrategias para la formación de docentes de educación secundaria, en el marco del proyecto construyamos un ambiente saludable en comunidad para el diseño del SAT-CHAGAS. [En línea]. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2013. (Recuperado en 19 de enero 2016). Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co>.

BARRERA PEREZ, Mario A., et al. Biología y ecología de *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811), algunos aspectos de estudio. [En línea]. Research Gate. Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán. 2011. (Recuperado en 18 de noviembre 2017). Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/266022855\\_Biologia\\_y\\_ecologia\\_de\\_Triatoma\\_dimidiata\\_Latreille\\_1811\\_algunos\\_aspectos\\_de\\_estudio](https://www.researchgate.net/publication/266022855_Biologia_y_ecologia_de_Triatoma_dimidiata_Latreille_1811_algunos_aspectos_de_estudio).

BOCHE, Ligia Isabel; LÓPEZ, María y MORALES, María. Uso de la informática en la Educación. [En línea]. Blogspot. Guatemala. (Recuperado en 10 de octubre 2016). Disponible en: <http://usodelainformaticaenlaeducacionn.blogspot.com.co/>.

CARNOTTO, Felipe. El asesino silencioso de Latinoamérica. [En línea]. Diario EL PAÍS. Madriz, Nicaragua. 2015. (Recuperado en 21 de octubre 2018). Disponible en: [https://elpais.com/elpais/2015/11/05/planeta\\_futuro/1446718987\\_471015.html](https://elpais.com/elpais/2015/11/05/planeta_futuro/1446718987_471015.html).

CRUZ, Ulises. Metodología de desarrollo de Software. [En línea]. Slideshare. Querétaro, México. 2010. (Recuperado en 11 de noviembre 2017). Disponible en: <http://es.slideshare.net/ulicruz/prototipado>.

DELGADO DAVARA, José Luis. Evaluación de calidad de código. [En línea]. GitHub. 2017. (Recuperado en 19 de octubre 2018). Disponible en: <https://github.com/EL-BID/Plantilla-de-repositorio/wiki/Evaluaci%C3%B3n-de-calidad-de-c%C3%B3digo>.

ESPINOSA LOBO, Luis Miguel. Mediateca de modelos de simulación en actividades escolares con dinámica de sistemas, para el estudio de diversos fenómenos en la

educación básica y media. [En línea]. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2011. (Recuperado en 14 de febrero 2016). disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/>

ESPINOZA, Jorge, et al. Biología reproductiva de dos poblaciones de *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae) en condiciones de laboratorio. [En línea]. Scielo. Cochabamba, Bolivia: Universidad mayor de San Simón. 2011. (Recuperado en 1 de Julio 2017). Disponible en: [http://scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1012-29662011000200002](http://scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-29662011000200002).

FERNÁNDEZ PONS, Yanet. Pruebas de Aceptación del Cliente. [En línea]. Monografías. La Habana - Cuba: Universidad de las ciencias Informáticas. (Recuperado en 2 de junio 2017). Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos36/pruebas-de-aceptacion/pruebas-de-aceptacion2.shtml>.

FORRESTER, Jay y MARTÍN GARCÍA, Juan. Dinámica de sistemas. Teoría y ejercicios prácticos de Dinámica de sistemas. Zaragoza, España: Amazon, 2003. p.267. ISBN 978-84-6079-3045

GONZALEZ CACERES, Sonia del pilar y VELAZQUEZ MARTINEZ, Edna Magdalena. Modelo matemático de simulación para el control del *Aedes Aegypti* en epidemias de Dengue Clásico y Dengue Hemorrágico: Bajo un enfoque sistémico. Bucaramanga: Publicaciones UIS, 1995. p. 258.

HERNANDEZ JIMENEZ, Carlos. Educación para la salud (EpS). [En línea]. Cantabria, España: Universidad de Cantabria, 2017. (Recuperado en 17 de agosto 2016). Disponible en: <http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/promocion-de-la-salud/material-de-clase/tema-1.-la-educacion-para-la-salud-eps>.

IEEE STANDARD. Proceso iterativo para la gestión y ejecución de actividades de mantenimiento de software. 1993.

JURISTO, Natalia; MORENO, Ana M. y VEGAS, Sira. Técnicas de Evaluación del Software. [En línea]. Grupo de investigación en Ingeniería del Software empírica. 2006.(Recuperado en 6 de diciembre 2017). Disponible en: [http://www.grise.upm.es/htdocs/sites/extras/12/pdf/Documentacion\\_Evaluacion\\_7.pdf](http://www.grise.upm.es/htdocs/sites/extras/12/pdf/Documentacion_Evaluacion_7.pdf).

LEAL, Julieth. Lineamientos para la formación de profesores de nivel preescolar, en el marco del proyecto Construyamos un ambiente saludable en comunidad para el diseño del SAT-CHAGAS. [En línea]. Bucaramanga: Universidad Industrial de

Santander. 2013. (Recuperado en 14 de abril 2016). Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/>.

MANRIQUE, Rocío y RANGEL, Julieth. Aportes para la formación de profesores de Educación Básica Primaria, en el marco del proyecto Construyamos un ambiente saludable en comunidad para el diseño del SAT-CHAGAS en el colegio técnico empresarial José María Estévez. [En línea]. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2013. Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/>.

MARCOS, Ana. Más de 5.000 embarazadas están ya afectadas por el zika en Colombia. [En línea]. Periódico El País. Bogotá D.C. 2016. (Recuperado en 30 de octubre 2018). Disponible en: [http://internacional.elpais.com/internacional/2016/02/13/colombia/1455375929\\_064766.html](http://internacional.elpais.com/internacional/2016/02/13/colombia/1455375929_064766.html).

MEDRANO GARCÍA, Oscar Julián. Ambiente de aprendizaje escolar para apoyar el sostenimiento de un sistema de alerta temprana en Chagas. [En línea]. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2015. (Recuperado en 20 de noviembre 2015). Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/>.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE PANAMÁ. Manual sistemas de Alerta Temprana. [En línea]. Ciudad de Panamá, Panamá. 2011. (Recuperado en 10 de febrero 2018). Disponible en: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/San-Jose/pdf/Panama%20MANUAL%20INFORMATIVO.pdf>.

MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL. Gestión para la vigilancia entomológica y control de la transmisión de la enfermedad de Chagas. [En línea]. Bogotá D.C. 2013. (Recuperado en 13 de septiembre 2018). Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/Documents/Salud%20P%C3%BAblica/Ola%20invernal/Entomologica%20Chagas.pdf>.

NUEVO, Marisol. La capacidad de aprendizaje de los niños. [En línea]. Guía Infantil. 2016. (Recuperado en 10 de noviembre 2018). Disponible en: <https://www.guiainfantil.com/blog/educacion/inteligencia/la-capacidad-de-aprendizaje-de-los-ninos/>.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Marco referencial de los procesos de control hacia la interrupción de la transmisión vectorial de Trypanosoma cruzi. [En línea]. Washington D.C, EE. UU. 2009. (Recuperado en 10 de febrero 2018). Disponible en: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2012/chagas-Hoja-tecnica-2012-sp.pdf>.

PRESSMAN, Roger S. Ingeniería del Software: Un enfoque práctico. Quinta Edición. Madrid, España: McGraw Hill, 2002. p.640. ISBN 844-81-3214-9.

QUIRÓS, Oscar, et al. Triatoma dimidiata en Colombia; distribución, ecología e importancia epidemiológica. [En línea]. Revista Biomédica. 2017. (Recuperado en 20 de septiembre 2018). Disponible en: <https://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/2893/3581>.

SALUD CASTILLA Y LEÓN. La Salud en la Escuela. [En línea]. Valladolid, España. (Recuperado en 15 de abril 2016). Disponible en: <http://www.saludcastillayleon.es/ciudadanos/es/protege-salud/salud-infantil/salud-escuela>.

SOLARTE SOLARTE, Francisco Nicolás. Listas de chequeo o Checklist para áreas de cómputo. [En línea]. Blogspot. 2012. (Recuperado en 16 de septiembre 2016). Disponible en: <http://auditordesistemas.blogspot.com.co/2012/02/listas-de-chequeo-o-checklist-para.html>.

STERMAN, Jhon. Business Dynamics: Systems Thinking and modeling for a complex world. Massachusetts, EE. UU: McGraw-Hill, 2000. p.981. ISBN 007-23-1135-5.

TAY ZAVALA, Jorge, et al. Estudios del ciclo biológico de Triatoma pallidipennis (Stat 1872) y otros aspectos sobre su biología. [En línea]. Medigraphic, literatura biomédica. 2008. (Recuperado en 30 de agosto de 2018). Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2008/un082d.pdf>.

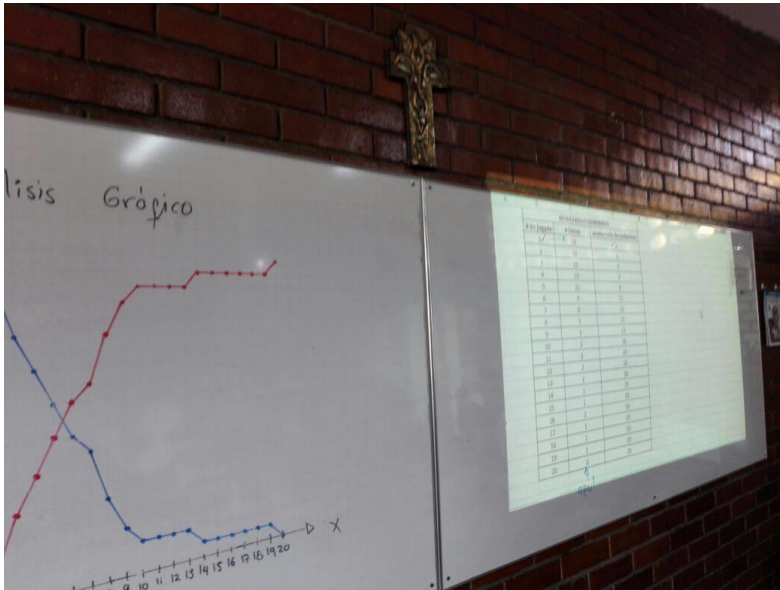
VELOSA ARAQUE, Milton. Alerta por epidemia de Chagas en Mogotes, Santander. [En línea]. Vanguardia Liberal. Bucaramanga. 2013. (Recuperado en 21 de octubre 2018). Disponible en: <http://www.vanguardia.com/santander/region/191101-alerta-por-epidemia-de-chagas-en-mogotes-santander>.

VISSCHER, Alejandra. Estudio revela desconocimiento de enfermedad de Chagas en niños peruanos. [En línea]. Sci Dev Net. Ica, Perú. 2003. (Recuperado en 9 de noviembre 2018). Disponible en: <https://www.scidev.net/americ-latina/salud/noticias/estudio-revela-desconocimiento-de-enfermedad-de-ch.html>.

## ANEXOS

### Anexo A. Prueba de receptividad de Altesa 1.0

#### Análisis de datos del juego de la epidemia



**Planilla de registro del jugador**

NOMBRE: María José Correa Ariza FECHA: 08-06-19  
 COLEGIO: Instituto María Teresita GRADO: 6-4

**PLANILLA DEL JUGADOR DEL JUEGO DE LA EPIDEMIA SECUNDARIA**

Lea las instrucciones de la parte inferior antes de diligenciar la tabla:

**Tabla 1: Planilla del juego de la epidemia**

1	2	3	4	5
JUGADA NUMERO	Jugador 1 ó 2	ARBITRO 1 ó 2	¿ESTÁ SANO Y SALUDÓ A UN ENFERMO? SI ó NO	ESTADO Sano (S) ó Enfermo (E)
0	2	1	NO	S
1	1	2	NO	S
2	1	2	NO	S
3	1	1	NO	S
4	1	2	NO	S
5	1	1	NO	S
6	2	2	NO	S
7	1	1	NO	S
8	1	1	SI	E
9	2	2	SI	E
10	2	2	SI	E
11	2	2	SI	E
12	2	2	SI	E
13	2	1	SI	E
14	1	2	NO	S
15	2	2	NO	S
16	1	2	SI	E
17	1	2	SI	E
18	2	2	SI	E
19	1	2	SI	E
20	2	2	SI	E

¿En qué número de jugada se enfermó?

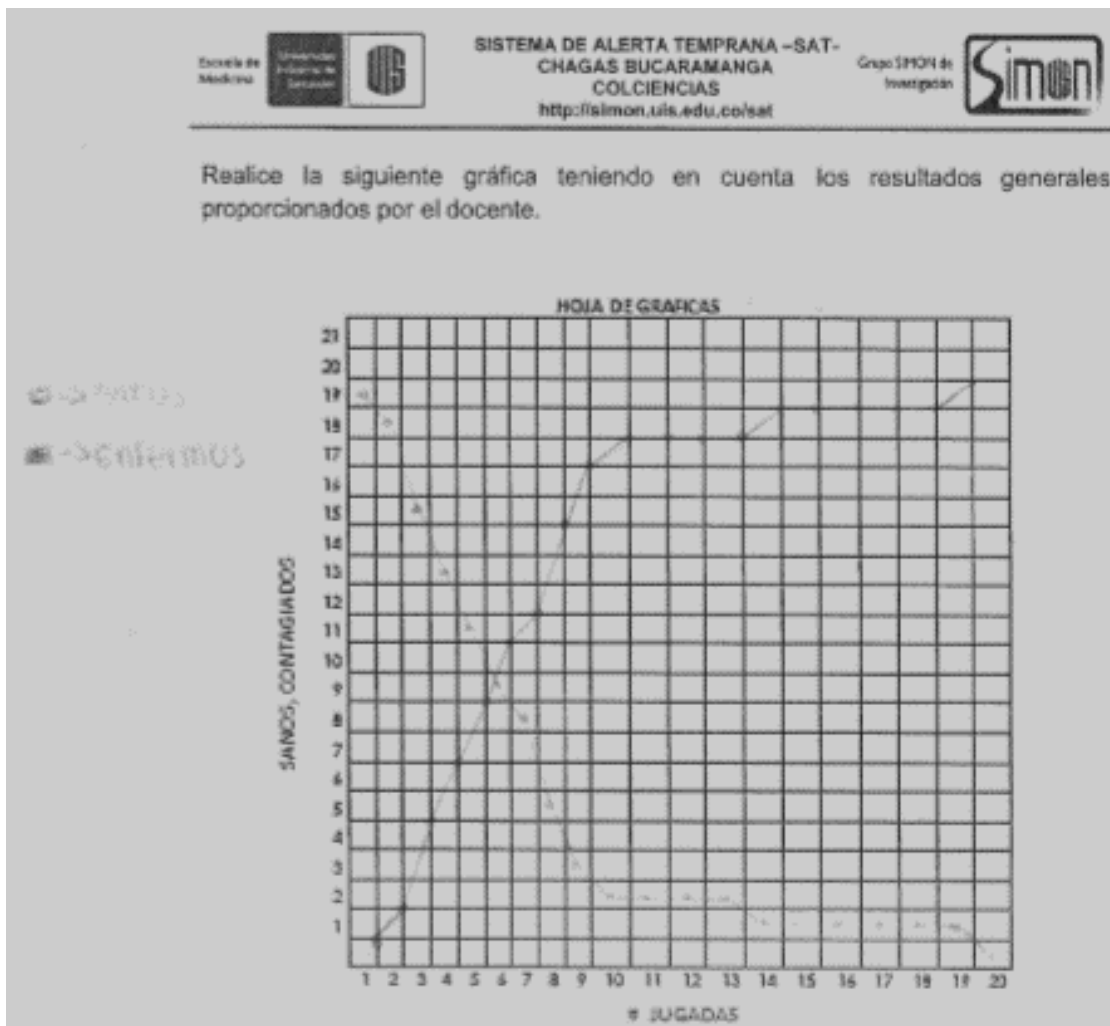
en la jugada # 8

**INSTRUCCIONES**

La siguiente tabla será diligenciada teniendo en cuenta las siguientes instrucciones:

- **Columna 2 (Jugador 1 ó 2):** Llena esta columna escribiendo al azar los números 1 o 2 según lo desee hasta llenar todas las filas del número de jugadas.
- **Columna 3 (Árbitro 1 ó 2):** Al inicio del Juego el árbitro dice los números 1 ó 2 que él escribió y usted debe escribir esos números en esta columna.
- **Columna 4 (¿Está sano y saludó a un enfermo SI/NO?):** En cada jugada identificar si está sano y si saludó a un enfermo. En caso de cumplir esas dos

## Segunda parte de la planilla de registro



**Simulación del juego de la epidemia**



## Observación de la docente de matemáticas de los resultados obtenidos

PRUEBAS DE RECEPTIVIDAD ALTESA 1.0  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
GRUPO DE INVESTIGACIÓN SIMON

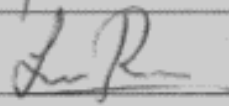
FORMATO DOCENTE

NOMBRE: Jedys Pérez Arenas

ASIGNATURA QUE ORIENTA: Matemáticas

ACTIVIDAD REALIZADA: Análisis gráfico de los datos recogidos

OBSERVACIONES:  
Se ve gran expectativa en la realización de la gráfica; entienden claramente el comportamiento de las mismas.

FIRMA: 

## Anexo B. Evaluación de casos de uso

### Análisis de la Herramienta software

A continuación, se realiza un análisis de la herramienta software AITeSa 0.1 (Aprendizaje para la atención temprana en salud) revisando los casos de uso definidos inicialmente respecto a los casos de prueba de estos mismos, para

asegurar una buena experiencia de uso de los usuarios finales, que serían los estudiantes, docentes y administradores, producto de esta prueba pueden surgir errores y mejoras que se desarrollaran para adecuar la herramienta a los nuevos requisitos que puedan surgir.

Metodología para analizar el software, a continuación, se pretende realizar una revisión integral del software uniendo diferentes artefactos de ingeniería de software de diferentes etapas de una forma secuencial. Se inicia el análisis describiendo los actores del sistema, y luego a manera de puesta en marcha se describen los casos de uso junto con su caso de prueba correspondiente, del proceso para utilizar el software.

Pantalla inicial, luego de ejecutar el software.

*Ilustración 58 Pantalla de inicio de Altesa 1.0*



## Generalidades

Artefactos de ingeniería de software utilizados para el desarrollo del ambiente educativo:

Actores del sistema: Definición del rol de la persona que va a interactuar con el sistema.

Casos de uso: Las acciones que cada rol puede realizar en el software, cada caso de uso está diseñado de la siguiente forma:

*Tabla 13 Acción que cada rol puede realizar*

<b>Nombre del caso de uso. (Acción que puede realizar el usuario en el software)</b>
<i>Precondición</i> Condiciones que deben existir para poder realizar el flujo de sucesos del nombre del caso de uso.
<i>Flujo de sucesos</i>  <i>Lista de acciones atómicas para poder realizar la acción, debe contener un camino básico, y puede tener o no caminos alternativos para realizar la acción determinada.</i>
<i>Flujos Alternativos</i>  <i>Bifurcación del camino básico del flujo de sucesos</i>
<i>Postcondición</i> El usuario ingresa al sistema.

Caso de prueba: Replica del caso de uso con diferentes parámetros para verificar el buen funcionamiento del software.

*Tabla 14 Parámetros para indicar el buen funcionamiento*

<b>Código: consecutivo que identifica el caso de prueba.</b>	Nombre del caso de uso involucrado
Descripción: ofrece detalles, de los datos a utilizar en el caso de prueba y añade el objetivo del caso de prueba.	
Inicialización: detalle de la precondition	
Pasos	de ejecución
1. Seguimiento del flujo de sucesos definidos en el caso de prueba.	
Resultado esperado del caso de prueba.	

*Tabla 15 Resultados de casos de prueba*

<b>CASO DE PRUEBA</b>	<b>DATOS DE ENTRADA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>
Nombre de caso de uso más una pequeña descripción.	Valores con los cuales se realiza el caso de prueba.	Resultado arrojado por el sistema.	Si el resultado arrojado por el sistema es igual al resultado esperado entonces el funcionamiento es "Correcto" en caso contrario el funcionamiento es "incorrecto"

### **Actores del sistema**

- Estudiante

Un Estudiante representa el actor principal del software. Utiliza el software para fines educativos porque tiene a disposición los contenidos académicos (tales como guías, videos, modelos de simulación, cuestionarios, etc.) necesarios para la ejecución de las actividades contempladas en el Proyecto Institucional.

- Docente

Un Docente representa a la persona encargada de orientar al estudiante durante el proceso de aprendizaje de alguna de las enfermedades configuradas en Alteza, hasta el momento la enfermedad de Chagas, producto del proyecto (AMBIENTE DE APRENDIZAJE ESCOLAR PARA APOYAR EL SOSTENIMIENTO DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA EN CHAGAS) y la enfermedad DENGUE producto de este proyecto de grado. El Docente busca con el apoyo del software acompañar a los estudiantes en el desarrollo de las actividades y realizar una mejor gestión escolar.

- Administrador

Un administrador representa a la persona encargada de velar por el buen uso del software. Gestiona la instalación y configuración del software, gestión de cuentas de usuario y actualización del material académico presente en el software en caso de existir una nueva versión disponible.

El primer actor que entra en contacto con la herramienta es el Administrador, las siguientes recomendaciones son para el:

- Seguir la guía de instalación de la aplicación.
- Crear los usuarios que interactuarán con el software.

Luego de instalar el software, el administrador debe iniciar sesión con las siguientes credenciales preestablecidas:

- Usuario: 8917
- Contraseña: 8917

*Tabla 16 Caso de uso iniciar sesión con dif. tipos de usuario*

<b>Código: Caso de prueba 1</b>	Caso de uso involucrado: Iniciar sesión
<p>Descripción: Iniciar sesión con diferentes tipos de usuarios (Docentes, Administrador)</p> <p>Este caso de prueba busca verificar si el inicio de sesión de un usuario de tipo Docente o Administrador bajo diferentes datos de entrada funciona correctamente.</p>	
<p>Inicialización: El usuario ha abierto el programa haciendo doble clic al ícono de <i>AlTeSa</i>.</p>	
<p>Pasos de ejecución</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. En la ventana de inicio de sesión, el usuario selecciona el tipo de usuario Docente o Administrador.</li> <li>2. El usuario ingresa el ID y la contraseña que considere correctas en los campos correspondientes.</li> <li>3. El usuario da clic en el botón <b>Ingresar</b>.</li> </ol>	
<p>Resultado esperado: Se permite el ingreso al sistema si la información dada es correcta; de lo contrario se notifica al usuario el error correspondiente y se impide el ingreso al sistema.</p>	

## Casos de uso

### Caso de uso: Iniciar sesión

*Tabla 17 Descripción detallada de caso de uso*

<b>Caso de uso Iniciar sesión</b>
<i>Precondición</i> El usuario que invoca el caso de uso intenta acceder al sistema.
<i>Flujo de sucesos</i> <i>Camino básico</i> 1. El usuario ingresa sus datos de inicio de sesión y solicita ingresar. 2. El sistema autentica la información ingresada por el usuario y permite el acceso mostrando la ventana correspondiente. 3. La instancia de caso de uso finaliza.
<i>Caminos alternativos</i> En el paso 2, si el resultado de la autenticación es incorrecto el sistema muestra al usuario el mensaje correspondiente y solicita nuevamente el ingreso de los datos.
<i>Postcondición</i> El usuario ingresa al sistema.

*Ilustración 59 Pantalla de inicio de sesión de Altesa 1.0*

*Ilustración 60 Pantalla de inicio de sesión de Altesa 1.0*

*Ilustración 61 Pantalla de inicio de sesión de Altesa 1.0*

*Ilustración 62 Pantalla de inicio de sesión de Altesa 1.0*

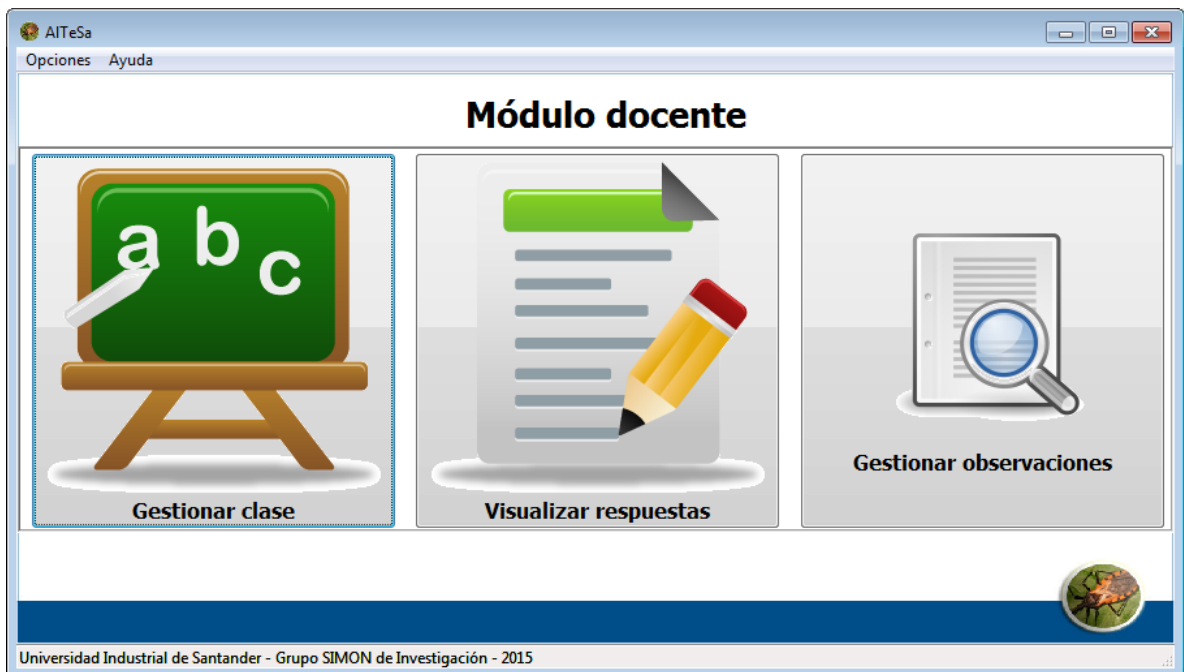
*Ilustración 63 Pantalla de inicio de sesión de Altesa 1.0*



Interfaz de inicio de sesión para el rol Administrador y Docente.

Docente

*Ilustración 64 Modulo del docente de Altesa 1.0*



Interfaz de inicio para el rol docente, luego de ingresar correctamente sus credenciales de acceso.

Administrador

*Ilustración 65 Modulo del Administrador de Altesa 1.0*



Interfaz de inicio para el rol Administrador, luego de ingresar correctamente sus credenciales de acceso.

**Caso de uso: Gestionar cuentas de usuario**

Ilustración 66 Caso de uso crear cuenta de usuario

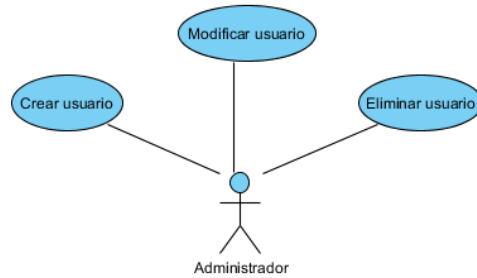


Tabla 18 Casos de uso de Crear Usuario

<b>Caso de uso Crear usuario</b>		
<i>Precondición</i>		
El administrador ingresa sus datos de inicio de sesión y es autenticado por el sistema. El administrador ingresa al módulo de gestión de cuentas de usuario.		
<i>Flujo</i>	<i>de</i>	<i>sucesos</i>
<i>Camino</i>		<i>básico</i>
1. El administrador selecciona el tipo de usuario que desea crear y solicita la creación de un nuevo usuario.		
2. El sistema muestra el formulario para la creación de usuarios de acuerdo al tipo de usuario seleccionado por el administrador.		
3. El administrador diligencia la información solicitada en el formulario y solicita la creación del registro en la base de datos.		
4. El sistema valida la información ingresada por el administrador y en caso de ser correcta, crea el nuevo usuario.		
5. La instancia del caso de uso finaliza.		
<i>Postcondición</i>		
Se ha creado un nuevo usuario en el sistema.		

Tabla 19 Casos de uso Crear Usuario [2]

<b>Código:</b>	Caso de uso involucrado: Crear usuario
Descripción: Este caso de prueba busca verificar si el proceso de creación de usuario en el sistema bajo diferentes datos de entrada funciona adecuadamente.	
Inicialización: El usuario ha ingresado como Administrador (ID: 2581; Contraseña: 2581) y se encuentra ubicado en el módulo de Administrador.	
<p>Pasos de ejecución</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ingrese a la sección Gestionar usuarios</li> <li>2. Seleccione de la parte superior de la ventana el tipo de usuario que desea crear.</li> <li>3. Oprima el botón <b>Nuevo usuario</b></li> <li>4. Ingrese los datos correspondientes al usuario que está creando.</li> <li>5. Una vez ingrese los datos solicitados oprima el botón <b>Crear</b></li> </ol>	
Resultado esperado: Se ha creado un nuevo usuario en el sistema.	

Ilustración 67 Modulo de gestionar cuenta de usuarios

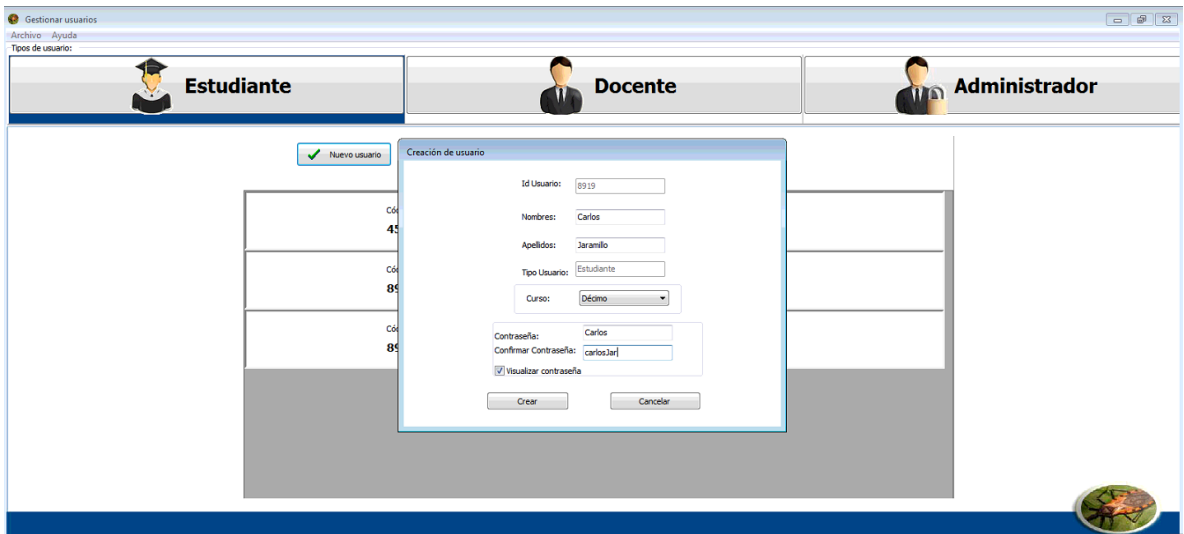
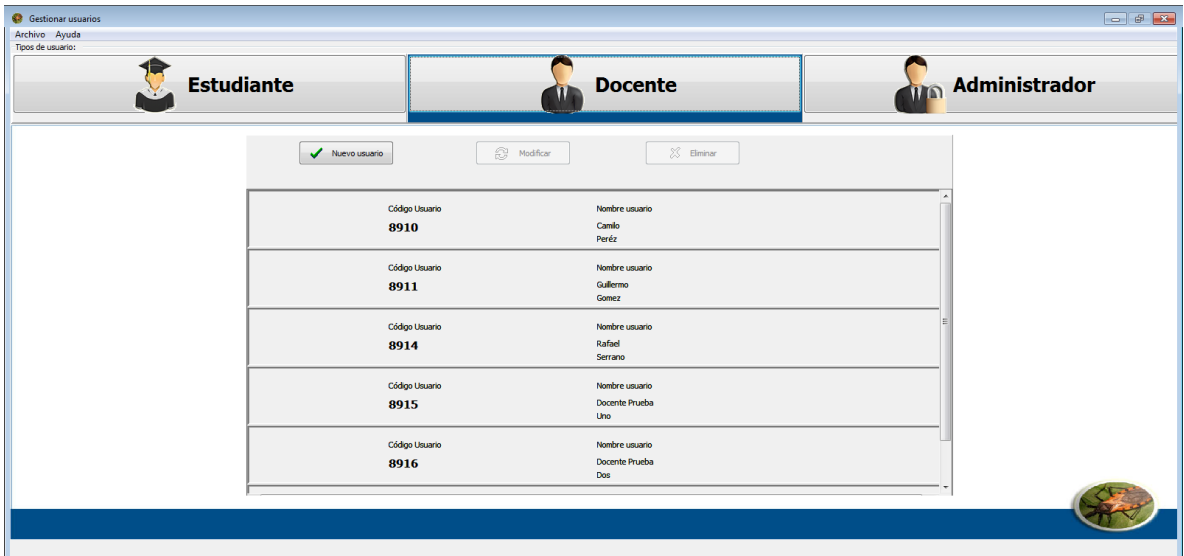


Ilustración 68 Modulo de gestión de docentes



## Caso de uso Modificar usuario

*Tabla 20 Descripción detallada de caso de uso*

<b>Caso de uso Modificar usuario</b>		
<i>Precondición</i>		
El administrador ingresa sus datos de inicio de sesión y es autenticado por el sistema. Existe en el sistema al menos un usuario disponible para modificar.		
<i>Flujo</i>	<i>de</i>	<i>sucesos</i>
<i>Camino</i>		<i>básico</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El administrador ingresa al módulo de gestión de cuentas de usuario, selecciona el usuario que desea modificar y solicita la modificación del usuario seleccionado.</li> <li>2. El sistema muestra el formulario con la información del usuario a modificar.</li> <li>3. El administrador realiza las modificaciones que considere pertinentes al usuario seleccionado y solicita guardar los cambios realizados.</li> <li>4. El sistema valida la información ingresada por el administrador y si es correcta actualiza la información del usuario seleccionado.</li> <li>5. La instancia del caso de uso finaliza.</li> </ol>		

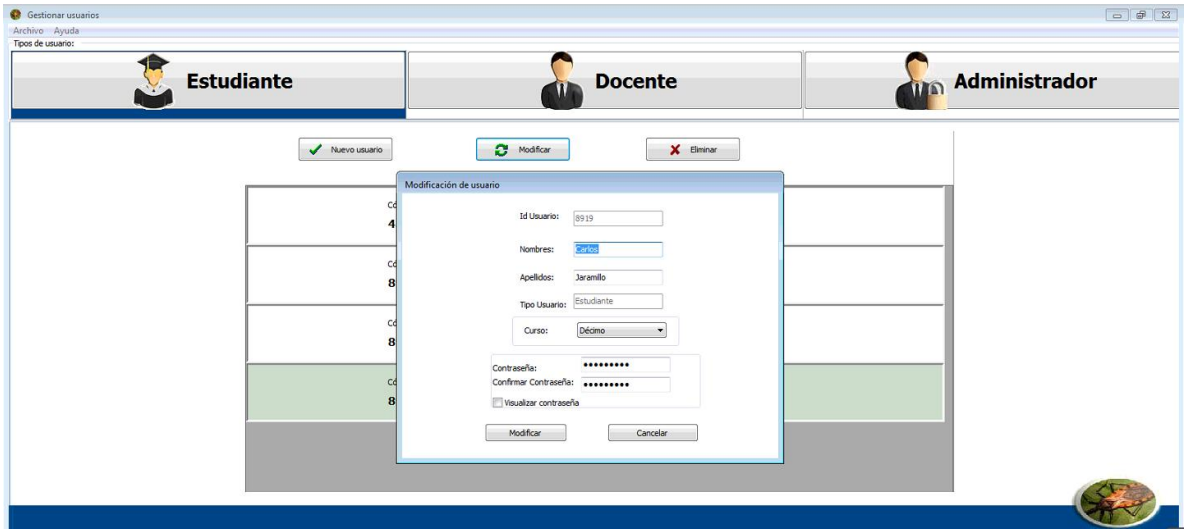
*Postcondición*

Se ha modificado un usuario en el sistema.

Tabla 21 Caso de uso Modificar Usuario

<p><b>Código: 12</b></p>	<p>Caso de uso involucrado: Modificar usuario</p>
<p>Descripción: Este caso de prueba busca verificar si el proceso de modificación de usuario en el sistema bajo diferentes datos de entrada funciona adecuadamente.</p>	
<p>Inicialización: El usuario ha ingresado como Administrador (ID: 2581; Contraseña: 2581) y se encuentra ubicado en el módulo de Administrador.</p>	
<p>Pasos de ejecución</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ingrese a la sección Gestionar usuarios</li> <li>2. Seleccione de la parte superior de la ventana el tipo de usuario del usuario que desea modificar.</li> <li>3. Seleccione el usuario correspondiente del listado disponible.</li> <li>4. Oprima el botón <b>Modificar</b></li> <li>5. Realice las modificaciones que considere necesarias al usuario seleccionado.</li> </ol>	
<p>6. Una vez finalice el proceso de modificación oprima el botón <b>Modificar</b>.</p>	
<p>Resultado esperado: Se ha modificado la información del usuario seleccionado.</p>	
<p>Condiciones: Debe existir al menos un usuario creado para el tipo de usuario seleccionado.</p>	

*Ilustración 69 Modificación de estudiantes*



**Caso de uso Eliminar usuario**

*Tabla 22 Caso de uso Eliminar Usuario*

<b>Caso de uso Eliminar usuario</b>		
<i>Precondición</i>		
El administrador ingresa sus datos de inicio de sesión y es autenticado por el sistema. Existe en el sistema al menos un usuario disponible para eliminar.		
<i>Flujo</i>	<i>de</i>	<i>sucesos</i>
<i>Camino</i>		<i>básico</i>
1. El administrador ingresa al módulo de gestión de cuentas de usuario.		
2. El sistema muestra una lista de las clases personalizadas guardadas en el sistema.		
3. El docente selecciona una clase personalizada de la lista y escoge la opción de eliminar.		

<p>4. El sistema elimina la clase personalizada del sistema.</p> <p>5. La instancia de caso de uso finaliza.</p>
<p><i>Postcondición</i></p> <p>El docente que invoca al caso de uso elimina una clase personalizada en el sistema.</p>

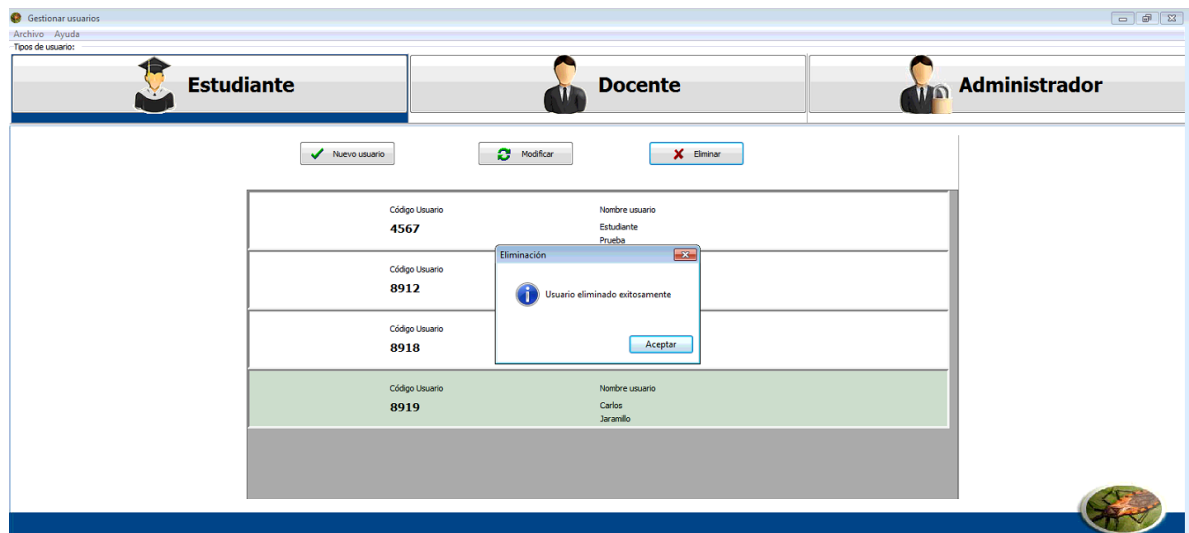
*Tabla 23 Caso de uso Eliminar Usuario*

<b>Código: 13</b>	Caso de uso involucrado: Eliminar usuario
Nombre: Eliminar usuario	
Descripción: Este caso de prueba busca verificar si el proceso de eliminación de usuario en el sistema funciona adecuadamente.	
Inicialización: El usuario ha ingresado como Administrador (ID: 2581; Contraseña: 2581) y se encuentra ubicado en el módulo de Administrador.	
<p>Pasos de ejecución</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ingrese a la sección Gestionar usuarios</li> <li>2. Seleccione de la parte superior de la ventana el tipo de usuario del usuario que desea eliminar.</li> <li>3. Seleccione el usuario correspondiente del listado disponible.</li> <li>4. Oprima el botón <b>Eliminar</b></li> </ol>	

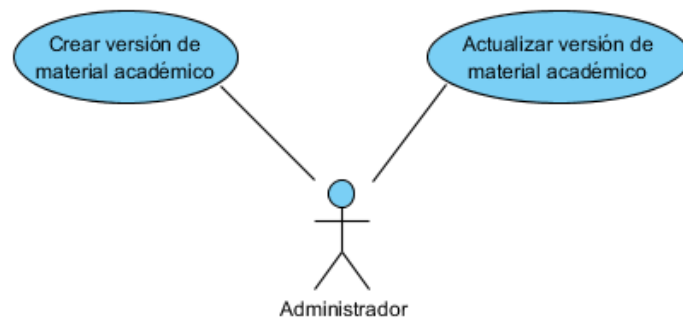
Resultado esperado: Se ha eliminado del sistema el usuario seleccionado.

Condiciones: Debe existir al menos un usuario creado para el tipo de usuario seleccionado.

*Ilustración 70 Modificación de estudiantes 2*



*Ilustración 71 Caso de uso de gestión de versión de contenido académico*



## Caso de uso Crear versión material académico

Tabla 24 Caso de uso Crear versión de material académico

<b>Caso de uso Crear versión material académico</b>		
<i>Precondición</i> El administrador ingresa sus datos de inicio de sesión y es autenticado por el sistema.		
<i>Flujo</i>	<i>de</i>	<i>sucesos</i>
<i>Camino</i>		<i>básico</i>
1. El administrador solicita ingresar al módulo de creación de versión de material académico.		
2. El sistema pregunta al administrador si desea crear la versión a partir de la versión actual. Si el administrador responde afirmativamente, el sistema carga la versión actual en el módulo de creación de versión. De lo contrario, el módulo estará disponible para crear la versión desde el principio.		
3. El sistema muestra el módulo de creación de versión.		
4. Cuando finaliza la configuración de la nueva versión, el administrador solicita al sistema exportar la versión creada a un archivo.		
5. El sistema solicita la ubicación donde será guardado el archivo. El administrador proporciona la ubicación de almacenamiento.		
6. El sistema crea el archivo en la ubicación especificada y notifica al administrador.		
7. El caso de uso finaliza.		

### *Postcondición*

El administrador ha creado una nueva versión del material académico.

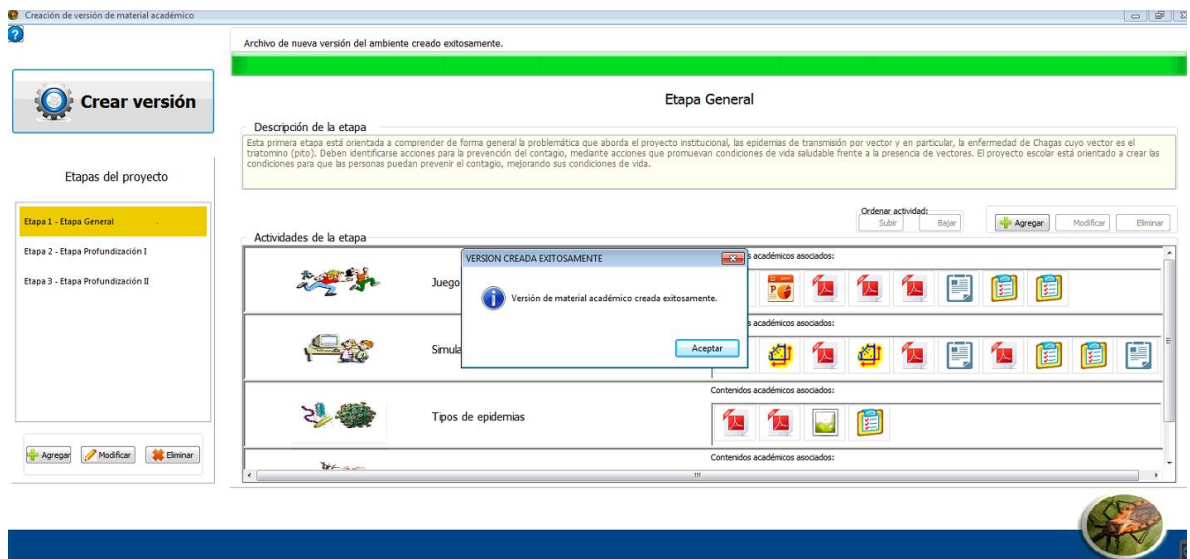
*Tabla 25 Crear versión de material académico*

<p><b>Código: 14</b></p>	<p>Caso de uso involucrado:          Crear versión          de material académico</p>
<p>Descripción: Este caso de prueba busca verificar si el proceso de creación de versión de material académico bajo diferentes configuraciones funciona adecuadamente.</p>	
<p>Inicialización: El usuario ha ingresado como Administrador (ID: 2581; Contraseña: 2581) y se encuentra ubicado en el módulo de Administrador.</p>	
<p>Pasos de ejecución</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ingrese a la sección Crear versión y solicite que se cargue la versión actual para tenerla en cuenta durante el proceso de creación de versión.</li> <li>2. Realice las modificaciones que considere pertinentes para la nueva versión del material académico.</li> <li>3. Cuando termine de realizar las modificaciones oprima el botón <b>Crear versión</b>.</li> <li>4. Seleccione la ubicación donde quiere que se cree el archivo y de clic en <b>Seleccionar</b></li> </ol>	
<p>Resultado esperado: Se ha creado un archivo con una nueva versión del material académico.</p>	

*Tabla 26 Resultados Crear versión de material académico*

<b>CASO DE PRUEBA</b>	<b>DATOS DE ENTRADA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>
Crear versión basado en la versión actual del software, pero elimine la Etapa de profundización II	Versión creada exitosamente.		Correcto
Crear versión basado en la versión actual pero elimine todas las actividades del ambiente dejando únicamente las etapas correspondientes.	Versión creada exitosamente.		Correcto

## Ilustración 72 Modulo de crear versión



## Caso de uso Actualizar versión material académico

Tabla 27 Caso de uso Actualizar versión de material académico

Caso de uso Actualizar versión material académico		
<i>Precondición</i>		
El administrador ingresa sus datos de inicio de sesión y es autenticado por el sistema.		
<i>Flujo</i>	<i>de</i>	<i>sucesos</i>
<i>Camino</i>		<i>básico</i>
1. El administrador solicita ingresar al módulo de actualización de versión de material académico.		
2. El sistema pregunta al administrador si desea exportar la versión actual a un archivo antes de reemplazarla. Si el administrador responde afirmativamente, el sistema guarda la versión actual en un archivo con		

<p>una ubicación dada por el usuario administrador.</p> <p>3. El sistema solicita al administrador la ubicación del archivo con la nueva versión del material académico.</p> <p>4. Una vez dada la ubicación por parte del administrador, el sistema verifica la compatibilidad del archivo dado con la configuración del sistema.</p> <p>5. El sistema reemplaza la versión actual por la versión comprimida en el archivo.</p> <p>6. El caso de uso finaliza.</p> <p><i>Caminos alternativos:</i></p> <p>En el paso 4, si el archivo no es compatible, la instancia de caso de uso finaliza.</p>
<p><i>Postcondición</i></p> <p>La versión del material académico en el computador donde se invoca el caso de uso es actualizada.</p>

*Tabla 28 Actualizar versión de material académico*

<b>Código: 15</b>	Caso de uso involucrado: Actualizar versión de material académico
Descripción: Este caso de prueba busca verificar el comportamiento del proceso de actualización de versión de material académico cuando se intenta realizar con archivos .zip de variada procedencia.	

<p>Inicialización: El usuario ha ingresado como Administrador (ID: 2581; Contraseña: 2581) y se encuentra ubicado en el módulo de Administrador.</p>	
<p>Pasos de ejecución</p> <p>1. Ingrese a la sección Actualizar versión y responda NO cuando se pregunte por realizar una copia de la versión actual.</p>	
<p>2. Busque el archivo con la versión del material académico y oprima el botón <b>Abrir</b>.</p>	
<p>Resultado esperado: Si el archivo seleccionado corresponde a una versión del material académico el sistema realiza el proceso de actualización; de lo contrario notifica al usuario el error encontrado.</p>	

*Ilustración 73 Versión creada en Altesa 1.0*



*Tabla 29 Descripción caso de uso Iniciar sesión*

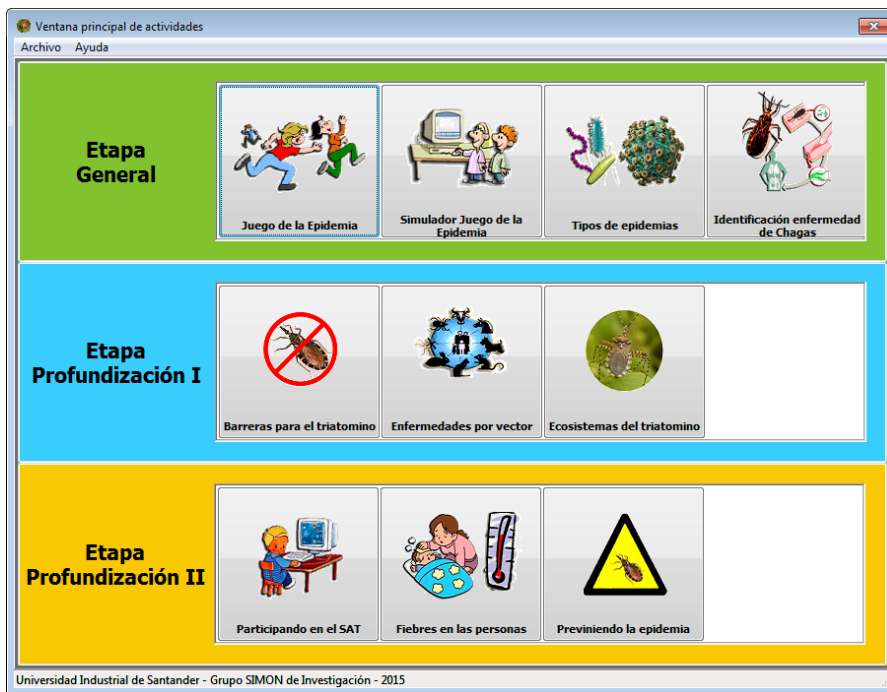
<b>Código: Caso de prueba 2</b>	Caso de uso involucrado: Iniciar sesión
<p>Descripción: Iniciar sesión con usuario tipo Estudiante</p> <p>Este caso de prueba busca verificar si el inicio de sesión de un usuario tipo Estudiante bajo diferentes datos de entrada funciona correctamente.</p>	
<p>Inicialización: El usuario ha abierto el programa haciendo doble clic al ícono de <i>AITeSa</i>.</p>	
<p>Pasos de ejecución</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. En la ventana de inicio de sesión, el usuario selecciona el tipo de usuario Estudiante y en curso selecciona el que corresponda.</li> <li>2. El usuario ingresa el ID y la contraseña que considere correctas en los campos correspondientes.</li> <li>3. El usuario da clic en el botón <b>Ingresar</b>.</li> </ol>	
<p>Resultado esperado: Se permite el ingreso al sistema si la información dada es correcta; de lo contrario se notifica al usuario el error correspondiente y se impide el ingreso al sistema.</p>	

*Tabla 30 Resultados Iniciar sesión*

<b>CASO DE PRUEBA</b>	<b>DATOS DE ENTRADA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>
Iniciar sesión con ID incorrecto	Curso: Quinto ID: 1234 Contraseña: 1234	Mensaje de error: "El usuario con la identificación (ID)	Correcto

		indicado no existe”.	
Iniciar sesión con contraseña incorrecta	Curso: Quinto ID: 8912 Contraseña: 1234	Muestra el siguiente mensaje de error: “La contraseña indicada es incorrecta”.	Correcto
Iniciar sesión con curso incorrecto	Curso: Sexto ID: 8912 Contraseña: 8912	Muestra el siguiente mensaje de error: “El usuario no pertenece al grado escolar indicado”.	Correcto
Iniciar sesión con curso, ID y contraseña correctos.	Curso: Quinto ID: 8912 Contraseña: 8912	Muestra el formulario principal de actividades. Equivalente a ingreso al sistema exitoso.	Correcto

Ilustración 74 Modulo de gestión de actividades



Interfaz de inicio para el rol estudiante de grado quinto, luego de ingresar correctamente sus credenciales de acceso.

## Caso de uso Visualizar actividad

Ilustración 75 Caso de uso visualizar actividad

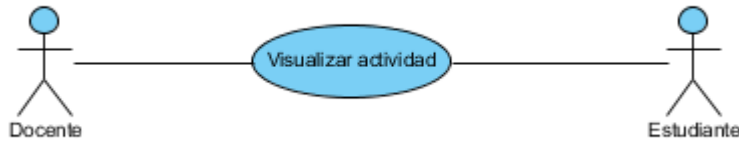


Tabla 31 Caso de uso Visualizar actividad

<b>Caso de uso Visualizar actividad</b>		
<i>Precondición</i>		
Si el usuario es un estudiante perteneciente a un grado entre primero y tercero de primaria debe proporcionar su nombre completo para iniciar sesión. Si el usuario es un docente o estudiante perteneciente a un grado superior a tercero de primaria debe iniciar sesión con un usuario registrado previamente y ser autenticado por el sistema.		
<i>Flujo</i>	<i>de</i>	<i>sucesos</i>
<i>Camino básico</i>		

1. El usuario selecciona de la bitácora de actividades la actividad que desea visualizar.
2. El sistema selecciona los contenidos académicos para la actividad de acuerdo al grado asociado al usuario que inició sesión.
3. Si el usuario es un estudiante, el sistema verifica el grado al que pertenece y dependiendo de esta información habilita/deshabilita la opción de responder la actividad (en caso de que la actividad tenga contenidos académicos por responder). Si el grado del estudiante está

entre primero y tercero, el sistema deshabilita la opción de responder la actividad. Por otra parte, si el grado del estudiante está entre cuarto y undécimo el sistema habilita la opción de responder la actividad. Si el usuario es un docente, el sistema deshabilita la opción de responder la actividad.

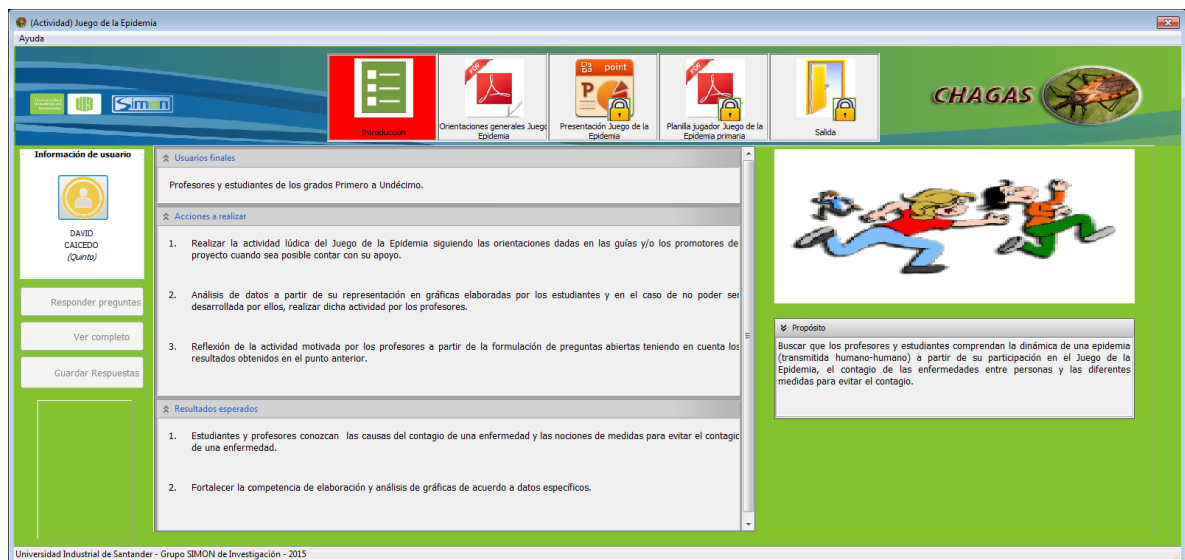
4. El sistema muestra la actividad al usuario.

5. La instancia de caso de uso finaliza.

*Postcondición*

No hay condición posterior a este caso de uso.

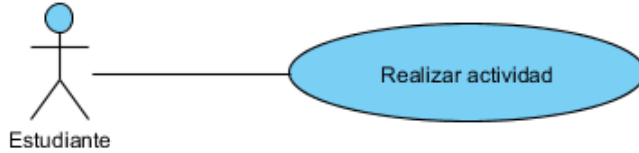
*Ilustración 76 Modulo de juego de la epidemia*



Interfaz resultante de dar clic en la actividad “Etapa General” Juego de la Epidemia, ejemplo de caso de uso visualizar actividad.

**Caso de uso: Realizar actividad**

*Ilustración 77 Caso de uso Realizar actividad*



*Tabla 32 Caso de uso Realizar actividad*

<b>Caso de uso Realizar actividad</b>		
<i>Precondición</i>		
<p>El estudiante debe iniciar sesión con un usuario registrado previamente y pertenecer a un grado superior a tercero de primaria. El caso de uso <i>Visualizar actividad</i> debe invocarse por parte del estudiante que inicia sesión.</p>		
<i>Flujo</i>	<i>de</i>	<i>sucesos</i>
<i>Camino</i>		<i>básico</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El estudiante recorre los contenidos académicos de la actividad y responde aquellos que tengan preguntas asociadas.</li> <li>2. Cuando el estudiante finalice la actividad, el sistema verifica si el docente a cargo de la sala ha establecido una conexión de red con el computador del estudiante. Si hay una conexión establecida, el sistema ofrece dos opciones para transferir sus respuestas al docente a cargo: A través de la red o exportándolas a un archivo. Si no hay una conexión establecida, el sistema sólo ofrece la opción de exportar las respuestas a un archivo.</li> <li>3. El estudiante selecciona la forma de transferir sus respuestas al docente.</li> <li>4. La instancia de caso de uso finaliza.</li> </ol>		
<i>Postcondición</i>		
<p>El estudiante realiza la actividad por medio del software y la finaliza.</p>		

Tabla 33 Descripción Realizar actividad

<b>Código: 4</b>	Caso de uso involucrado: Realizar actividad
<p>Descripción: Este caso de prueba busca verificar si el proceso de desarrollo de una actividad cuyos contenidos académicos tienen preguntas asociadas es exitoso bajo diferentes condiciones de entrada.</p>	
<p>Inicialización: El usuario ha iniciado sesión como Estudiante (Curso: Quinto; ID: 8912; Contraseña: 8912) en A/TeSa y se encuentra ubicado en la ventana principal de actividades.</p>	
<p>Pasos de ejecución</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El estudiante selecciona la actividad que desea realizar desde la ventana principal de actividades.</li> <li>2. El estudiante recorre todos los contenidos académicos disponibles para la actividad.</li> <li>3. Cuando encuentre un contenido académico con preguntas el sistema no lo dejará continuar avanzando en la actividad. El estudiante oprime el botón <b>Responder preguntas</b> ubicado en la sección izquierda de la ventana y se presentan las diferentes secciones de preguntas habilitadas para el contenido académico.</li> <li>4. El estudiante selecciona las secciones para visualizar las preguntas asociadas y responde todas las preguntas planteadas.</li> <li>5. Cuando termine de contestar todas las preguntas, el estudiante da clic en el botón <b>Guardar respuestas</b>. Si todas las preguntas fueron contestadas, el sistema le permite avanzar al siguiente contenido académico. De lo contrario, el sistema le impide continuar.</li> <li>6. Cuando llegue al botón de <b>Salida</b> aparece un cuadro de dialogo donde el estudiante debe seleccionar la opción <b>Exportar a archivo</b> para exportar las respuestas a un archivo compatible con el sistema.</li> </ol>	

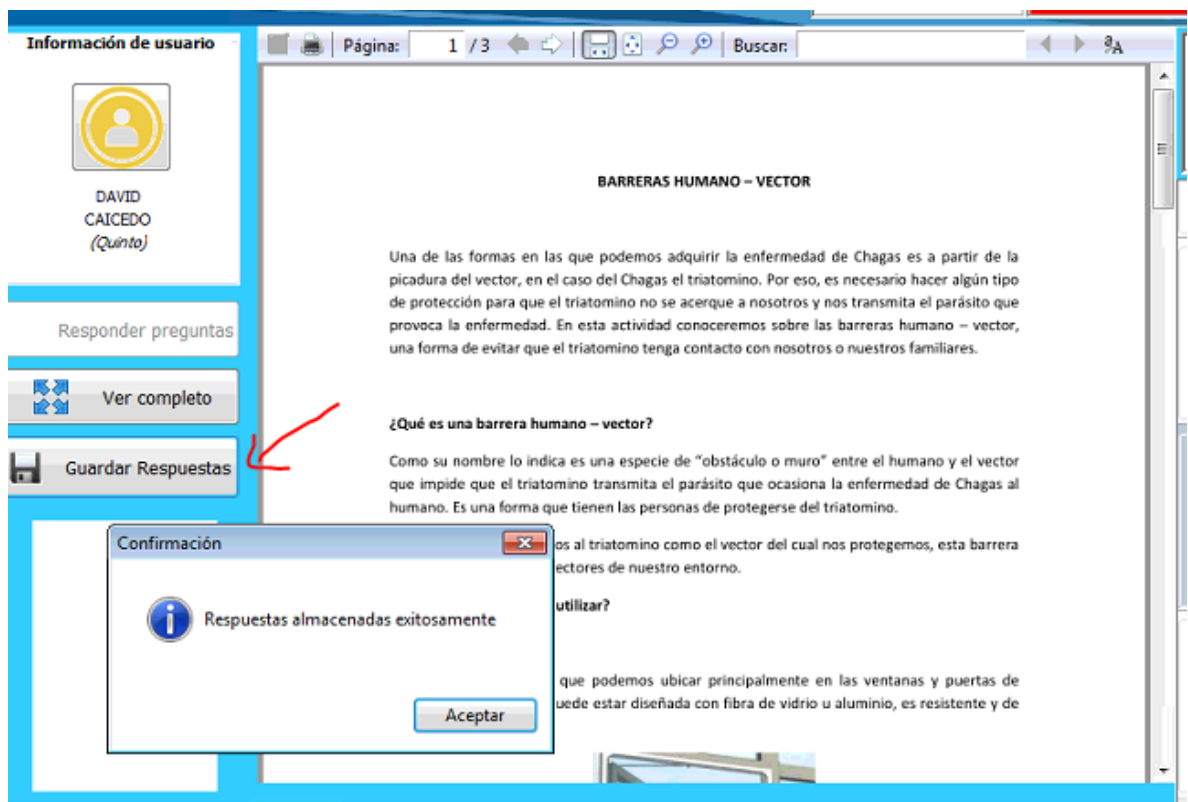
Flujo Alternativo:

Resultado esperado: El sistema genera un archivo que contiene todas las respuestas dadas por el estudiante y lo almacena en el directorio ./AITeSa/TemporalRespuestas/.

*Ilustración 78 Modulo de respuestas del estudiante*

The screenshot displays a web-based interface for a student response module. At the top, there is a title bar that reads "Preguntas barreras humano - vector". Below this, a horizontal navigation bar contains six red buttons, each labeled "Pregunta 1" through "Pregunta 6" with a question mark icon. The main content area is divided into sections for each question. The first section, "Pregunta 1", contains the question "¿Conoces algún otro tipo de elemento que sirva como barrera humano - vector?" followed by two empty text input fields. The second section, "Pregunta 2", contains the question "¿Has visto en algún lugar este tipo de barreras? ¿Dónde?" followed by two empty text input fields. The third section, "Pregunta 3", contains the question "¿Tienes barreras humano - vector en tu casa?" followed by two empty text input fields. The fourth section, "Pregunta 4", contains the question "¿Qué otras medidas podemos utilizar para evitar la transmisión de la enfermedad?" followed by one empty text input field. The interface includes a vertical scrollbar on the right side and a horizontal scrollbar at the bottom.

Ilustración 79 Guardar respuestas en Altesa 1.0



Se verifica documento de texto generado en formato .txt con las respuestas guardadas, en la ruta:

C:\Program Files\AITeSa\TemporalRespuestas\rta8912Barrerasparaeltriatomino – RESPUESTAS

Tabla 34 Prueba de casos de uso

CASO DE PRUEBA	DE	DATOS DE ENTRADA	DE RESULTADO	FUNCIONAMIENTO
----------------	----	------------------	--------------	----------------

<p>Realizar actividad Identificación de enfermedad de Chagas.</p>	<p>El estudiante responde las preguntas de forma extensa (detallada).</p>	<p>En el instante de guardar respuestas apareció un error durante el almacenamiento de las preguntas. Algunas de estas son muy extensas y aparece un error en la base de datos con el siguiente mensaje: <i>"Data too long for column 'descripcionRespuesta' at row 1"</i>. No deja continuar realizando la actividad.</p>	<p>Incorrecto</p>
<p>Realizar actividad Enfermedades por vector.</p>	<p>El estudiante responde las preguntas con una longitud normal en su descripción.</p>	<p>El sistema genera un archivo con las respuestas en la ubicación por defecto.</p>	<p>Correcto</p>
<p>Realizar actividad Barreras para el triatomino.</p>	<p>El estudiante responde las preguntas con una longitud normal en su descripción.</p>	<p>En el instante de guardar las respuestas el sistema arroja el siguiente error: "El carácter – no está permitido. Debe quitarlo de la (s)</p>	<p>Incorrecto. Los enunciados de algunas preguntas de la actividad tienen ese carácter</p>

		respuesta (s) donde se encuentre”.	pero ninguna respuesta lo contiene.
--	--	------------------------------------	-------------------------------------

### Caso de uso Establecer conexión

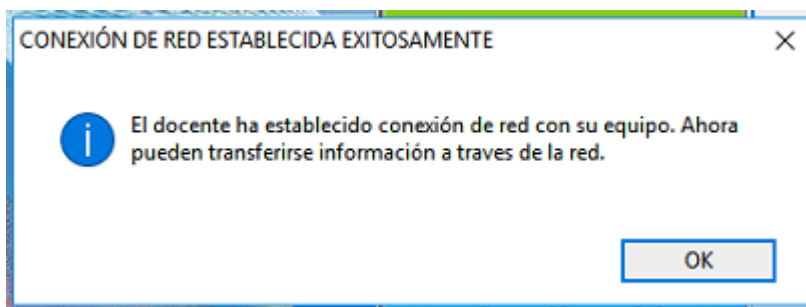
*Tabla 35 Caso de uso establecer conexión*

<b>Caso de uso Establecer conexión</b>
<i>Precondición</i> Los equipos en los cuales está instalado ALTESA deben estar en red.  El Docente debe haber iniciado sesión exitosamente.
<i>Flujo de sucesos</i>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente elige la opción “enviar IP a sala.” En la barra del menú.</li> <li>2. EL sistema envía un paquete TCP/IP a todos los equipos de la red.</li> <li>3. Los equipos de la red de los estudiantes reciben paquete y muestran mensaje “conexión de red establecida”</li> <li>4. El sistema notifica al docente si la conexión fue exitosa</li> </ol>
<i>Postcondición</i> No hay condición posterior para este caso de uso.

<b>Código: 4</b>	Caso de uso involucrado: Establecer conexión
Descripción: El objetivo del caso de prueba es verificar el funcionamiento correcto del caso de uso establecer conexión.	

Inicialización: El usuario ha ingresado como Docente (ID: 8917; Contraseña: 8917) y se encuentra en la pantalla inicial de su rol, uno o varios estudiantes se han autenticado en el sistema.		
Pasos	de	ejecución
1. El docente elige la opción “enviar IP a la sala”		
Resultado Esperado: Mensaje de confirmación de conexión		

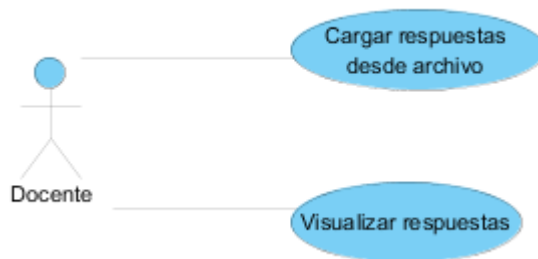
*Ilustración 80 Conexión de red entre docente y estudiantes*



Mensaje esperado conexión de red.

### **Caso de uso: Visualizar respuestas**

*Ilustración 81 Caso de uso Visualizar respuestas*



*Tabla 36 Caso de uso Visualizar respuestas*

<b>Caso de uso Visualizar respuestas</b>
--

### *Precondición*

El docente ingresa sus datos de inicio de sesión y es autenticado por el sistema.

### *Flujo de sucesos Camino básico*

1. El docente solicita visualizar el módulo de gestión de respuestas.
2. A partir de la información de sesión del usuario docente, el sistema verifica si hay respuestas que estén dirigidas a los grados que tiene a cargo.
3. El sistema muestra el módulo de gestión de respuestas con las respuestas obtenidas en el paso anterior.
4. La instancia de caso de uso finaliza.

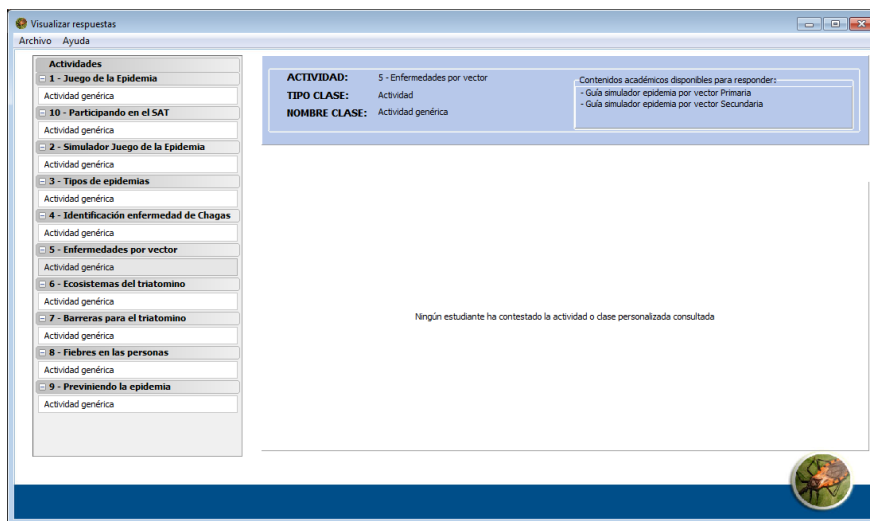
### *Caminos alternativos*

En el paso 2, en caso de que el docente no cuente con respuestas de estudiantes pertenecientes a su(s) grado(s) asociado(s), el caso de uso finaliza.

### *Postcondición*

No hay condición posterior para este caso de uso.

*Ilustración 82 Modulo de visualizar respuestas del docente*



## Cargar respuestas desde archivo

Tabla 37 Caso de uso cargar respuestas desde archivo

<b>Caso de uso Cargar respuestas desde archivo</b>		
<i>Precondición</i>		
El docente ingresa sus datos de inicio de sesión y es autenticado por el sistema.		
<i>Flujo</i>	<i>de</i>	<i>sucesos</i>
<i>Camino</i>		<i>básico</i>
1. El docente solicita cargar un archivo del sistema con respuestas de un estudiante.		
2. El sistema solicita al docente la ubicación del archivo con las respuestas.		
3. Una vez el docente indica la ubicación del archivo, el sistema verifica la compatibilidad del mismo.		
4. El sistema lee el archivo y carga las respuestas en la base de datos del sistema del docente.		
5. La instancia de caso de uso finaliza		
<i>Caminos</i>		<i>alternativos</i>
En el paso 3, en caso de que el archivo no sea compatible con el sistema, el caso de uso finaliza.		
<i>Postcondición</i>		
No hay condición posterior para este caso de uso.		

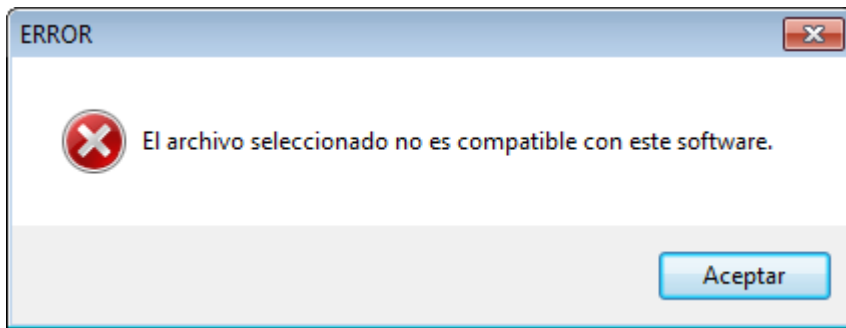
*Tabla 38 Descripción de cargar respuestas desde archivo*

<b>Código: 5</b>	Caso de uso involucrado: Cargar respuestas desde archivo
Descripción: Este caso de prueba busca verificar el comportamiento del sistema durante el proceso de carga de respuestas desde un archivo cuando se intenta realizar con archivos .zip de variada procedencia.	
Inicialización: El usuario ha iniciado sesión como Docente (ID: 8917; Contraseña: 8917) en <i>AITeSa</i> y se encuentra ubicado en la ventana principal del módulo docente.	
<p>Pasos de ejecución</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ingrese a la sección Visualizar respuestas.</li> <li>2. Una vez abierta la sección seleccione el menú <b>Opciones</b> y luego dé clic en <b>Cargar respuestas estudiantes</b> ...</li> <li>3. Busque el archivo que contiene las respuestas y dé clic en el botón <b>Seleccionar</b>.</li> </ol>	
<p>Resultado esperado: Si el archivo es compatible y contiene respuestas el sistema carga las respuestas; de lo contrario notifica al usuario el error presentado.</p> <p>Visualizar las respuestas cargadas</p>	

*Tabla 39 Resultados de enviar respuestas por archivo*

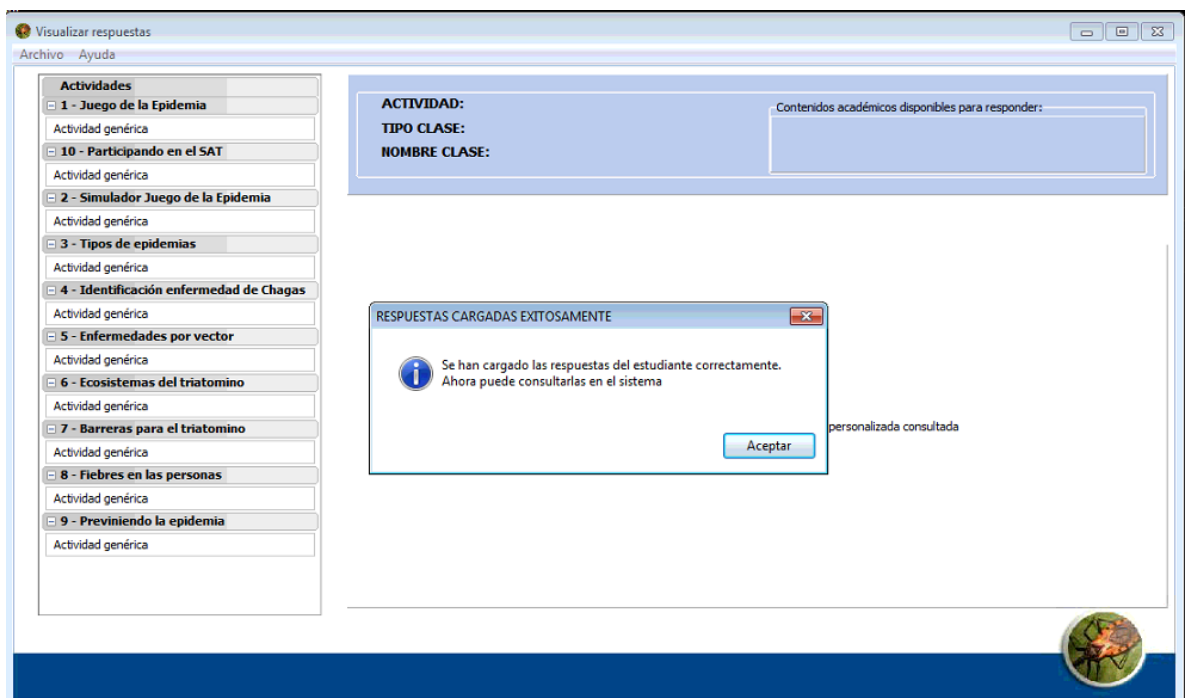
<b>CASO DE PRUEBA</b>	<b>DATOS DE ENTRADA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>
-----------------------	-------------------------	------------------	-----------------------

<p>Cargar respuestas desde archivo del sistema tipo respuestas.</p>		<p>Mensaje de notificación en el cual se indica que las respuestas han sido cargadas exitosamente.</p>	<p>Correcto</p>
<p>Cargar respuestas desde archivo del sistema que no sea tipo respuesta.</p>		<p>Mensaje de error: "El archivo seleccionado no corresponde a respuestas de estudiantes o está dañado".</p>	<p>Correcto</p>
<p>Cargar respuestas desde archivo .zip no compatible</p>		<p>Mensaje de error: "El archivo seleccionado no es compatible con este software"</p>	<p>Correcto</p>



Cargar archivo Zip no compatible.

*Ilustración 83 Carga exitosa de respuestas*



Carga exitosa

Ilustración 84 Vista de las respuestas

The screenshot shows a window titled 'FrmVisualizarRtas'. At the top, it displays the activity name 'Guía simulador sin vistas' and student information: 'Código: 8912', 'Estudiante: David Caicedo', and 'Curso: Quinto'. Below this, there are three sections: 'Sección - 1: ¡Aprendamos a simular y entender los resultados!', 'Sección - 2: ¡Hagamos un experimento de simulación!', and 'Sección - 3: Sugerencias'. Under 'Sección - 3', there are two questions with their respective answers:

**Pregunta 1**  
¿Fue de su agrado trabajar con el simulador? ¿Qué conocimientos adquirió o reforzó?  
**Respuesta:** nada todo claro

**Pregunta 2**  
¿Cuáles dificultades se le presentaron al trabajar con el simulador?  
**Respuesta:** Ninguna

Ilustración 85 Vistas de respuestas 2

The screenshot shows a window titled 'Visualizar respuestas'. On the left is a sidebar with a list of activities, including '1 - Juego de la Epidemia', '10 - Participando en el SAT', '2 - Simulador Juego de la Epidemia', '3 - Tipos de epidemias', '4 - Identificación enfermedad de Chagas', '5 - Enfermedades por vector', '6 - Ecosistemas del triatomino', '7 - Barreras para el triatomino', '8 - Fiebres en las personas', and '9 - Previendo la epidemia'. The main area displays the following information:

**ACTIVIDAD:** 2 - Simulador Juego de la Epidemia  
**TIPO CLASE:** Actividad  
**NOMBRE CLASE:** Actividad genérica

Contenidos académicos disponibles para responder:  
- Guía simulador con vistas  
- Guía simulador juego de la epidemia HOMOS  
- Guía simulador sin vistas

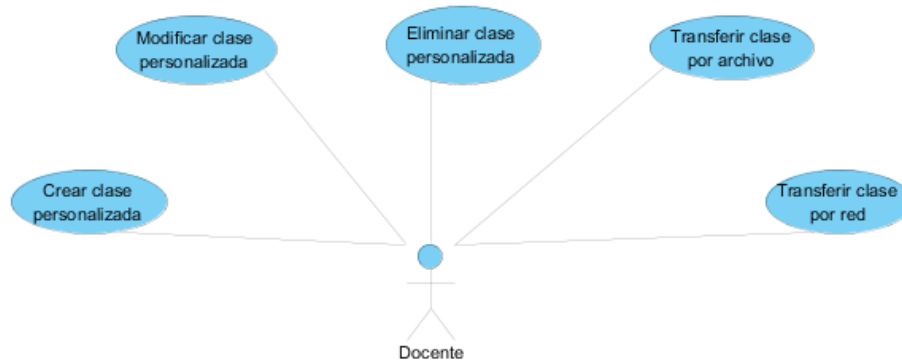
El estudiante ha contestado todos los contenidos académicos de la clase seleccionada.

**Código Usuario:** 8912  
**Nombre usuario:** David Caicedo  
**Contenidos académicos contestados:** Guía simulador sin vistas (dropdown menu) [Ver respuestas]

Visualización de las respuestas cargadas.

### Caso de uso: Gestionar clase personalizada

*Ilustración 86 Caso de uso gestionar clase personalizada*



### Caso de uso Crear clase personalizada

*Tabla 40 Caso de uso Gestionar clase personalizada*

<b>Caso de uso Crear clase personalizada</b>		
<i>Precondición</i>		
El docente ingresa sus datos de inicio de sesión y es autenticado por el sistema.		
El docente ingresa al módulo de gestión de clase y selecciona la actividad de _____ la cual quiere crear la clase personalizada.		
<i>Flujo</i>	<i>de</i>	<i>sucesos</i>
<i>Camino</i>		<i>básico</i>
1. El docente solicita la creación de una clase personalizada para la actividad _____ seleccionada.		
2. El sistema presenta el formulario de creación de clase personalizada. El		

<p>docente ingresa los datos necesarios para la creación de la clase personalizada.</p> <p>3. El docente solicita guardar la configuración propuesta de clase personalizada.</p>
<p>4. El sistema valida la configuración propuesta por el docente y en caso de que sea correcta crea la clase personalizada.</p> <p>5. La instancia de caso de uso finaliza.</p>
<p><i>Postcondición</i></p> <p>El docente que invoca al caso de uso crea una clase personalizada en el sistema.</p>

*Tabla 41 Descripción Crear clase personalizada*

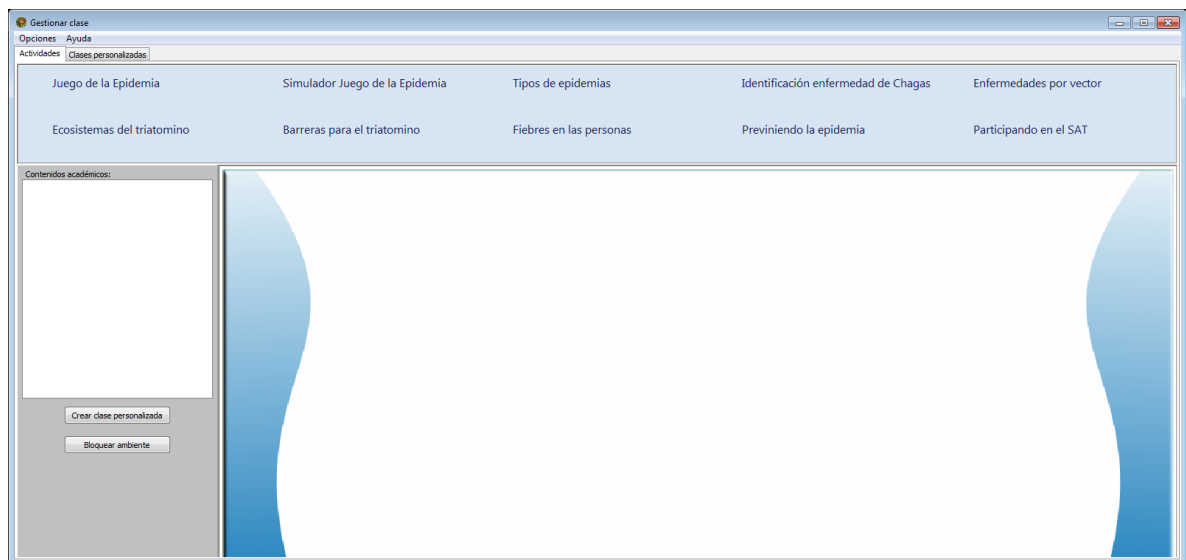
<b>Código: 6</b>	Caso de uso involucrado: Crear clase personalizada
Descripción: Este caso de prueba busca verificar si el proceso de creación de una clase personalizada bajo diferentes datos de entrada funciona correctamente.	
Inicialización: El usuario ha iniciado sesión como Docente (ID: 8917; Contraseña: 8917) en AITeSa y se encuentra ubicado en la ventana principal del módulo docente.	
Pasos de ejecución	
1. Ingrese a la sección Gestionar clase y ubíquese en la pestaña Actividades.	
2. Seleccione una actividad de la bitácora disponible ubicada en la parte superior de la ventana.	
3. Oprima el botón <b>Crear clase personalizada</b> ubicado en la sección izquierda de la ventana.	
4. Una vez abierta la ventana para el proceso de creación, diligencie los datos	

requeridos.

5. Oprima el botón **Crear**.

Resultado esperado: Si los datos ingresados por el usuario son correctos (dentro de los parámetros definidos para crear una clase personalizada) se permite la creación de una clase personalizada; de lo contrario informa al usuario el problema presentado.

*Ilustración 87 Gestionar clase docente*



*Tabla 42 Resultados Crear una clase personalizada*

<b>CASO DE PRUEBA</b>	<b>DATOS DE ENTRADA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>
Crear clase personalizada para actividad	Nombre clase: Clase ejemplo.	Mensaje de notificación: "Clase	Correcto

<p>“Ecosistemas del triatomino”</p>	<p>Modo interacción: Acción.</p> <p><b>Grupo escolar:</b></p> <p>Secundaria.</p> <p>Grados asociados: 6,7,8,9,10,11</p> <p>Contenidos académicos: Presentación vector transmisor, Simulador ciclo de vida EVOLUCION. Lectura secundaria, Guía simulador ciclo de</p>	<p>personalizada creada exitosamente”.</p>	
-------------------------------------	--	--	--

	<p>vida triatomino,</p> <p>Lectura ciclo vida triatomino,</p>		
<p>Crear clase personalizada para actividad "Tipos de epidemias".</p>	<p>Nombre clase:</p> <p>Clase tipos de epidemias.</p> <p>Modo interacción:</p> <p>Visual.</p> <p>Grupo escolar:</p> <p>Primaria.</p> <p>Grados asociados: 4,5</p> <p>Contenidos académicos:</p> <p>Tipos de epidemias,</p> <p>Preguntas tipos de epidemias,</p>	<p>Mensaje de notificación:</p> <p>"Clase personalizada creada exitosamente.</p>	<p>Correcto</p>

	Collage		
--	---------	--	--

*Ilustración 88 Creación de clase personalizada*

Crear clase personalizada

Nombre Clase: Clase ejemplo

Actividad asociada: Ecosistemas del triatomino

Modo Interacción: ACCION

Grupo Escolar: SECUNDARIA

Grados asociados:






Sexto     Octavo     Décimo  
 Séptimo     Noveno     Undécimo

Contenidos académicos:

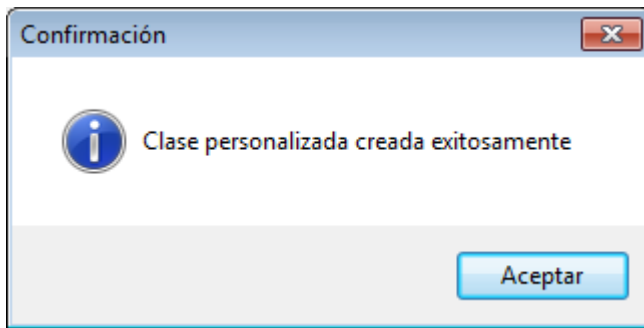
Disponible	Contenido Académico	Tipo
<input checked="" type="checkbox"/>	Presentación vector transmisor	TCA2
<input checked="" type="checkbox"/>	Lectura secundaria	TCA1
<input checked="" type="checkbox"/>	Guía simulador ciclo vida triatomino	TCA1
<input checked="" type="checkbox"/>	Video Ciclo de vida triatomino	TCA1
<input checked="" type="checkbox"/>	Simulador ciclo de vida EVOLUCION	TCA6

Mas contenidos ...

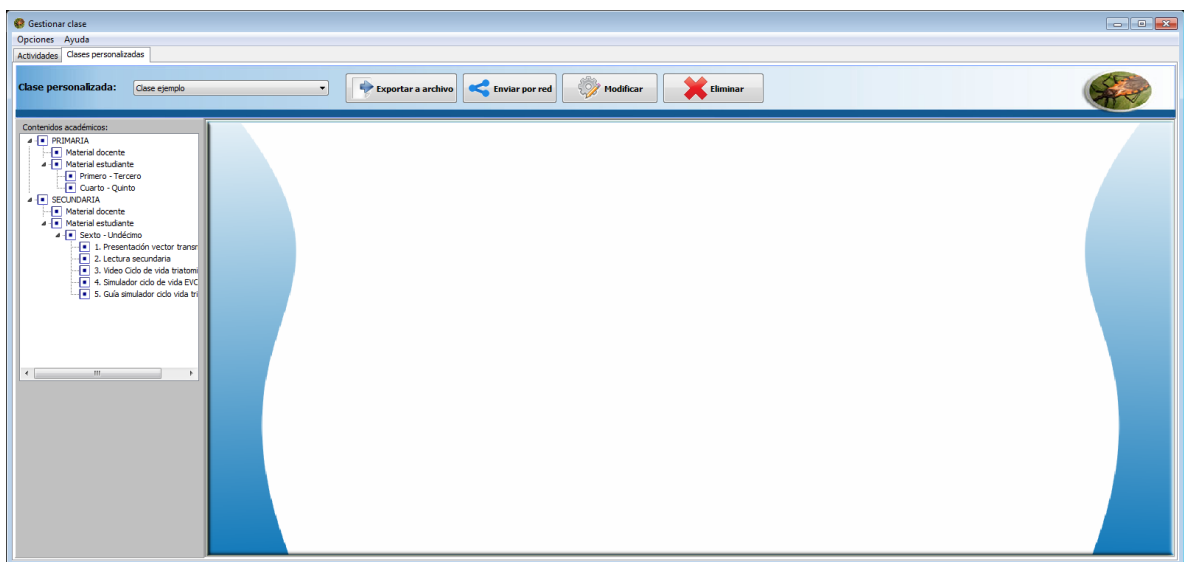
Orden de presentación (Arrastre los contenidos para definir el orden):

Crear      Cancelar



*Ilustración 89 Modulo de gestión de clases*



## **Caso de uso Modificar clase personalizada**

*Tabla 43 Descripción Modificar clase personalizada*

<b>Caso de uso Modificar clase personalizada</b>
<p><i>Precondición</i></p> <p>El docente ingresa sus datos de inicio de sesión y es autenticado por el sistema.</p> <p>El docente tiene al menos una clase personalizada guardada en el sistema.</p>

<i>Flujo</i>	<i>de</i>	<i>sucesos</i>
<i>Camino</i>		<i>básico</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente ingresa al módulo de gestión de clase.</li> <li>2. El sistema muestra una lista de las clases personalizadas guardadas en el sistema.</li> <li>3. El docente selecciona una clase personalizada de la lista y escoge la opción de modificar.</li> <li>4. El sistema carga la información de la clase personalizada seleccionada y muestra su configuración en un formulario habilitado para que el docente cambie cualquier atributo de la clase personalizada.</li> <li>5. El docente solicita guardar los cambios realizados a la clase personalizada.</li> <li>6. El sistema valida la configuración propuesta por el docente y en caso de que sea correcta actualiza la configuración de la clase personalizada.</li> <li>7. La instancia de caso de uso finaliza.</li> </ol>		
<i>Postcondición</i>		
La clase personalizada seleccionada ha sido actualizada.		

Ilustración 90 Modulo de edición de clase

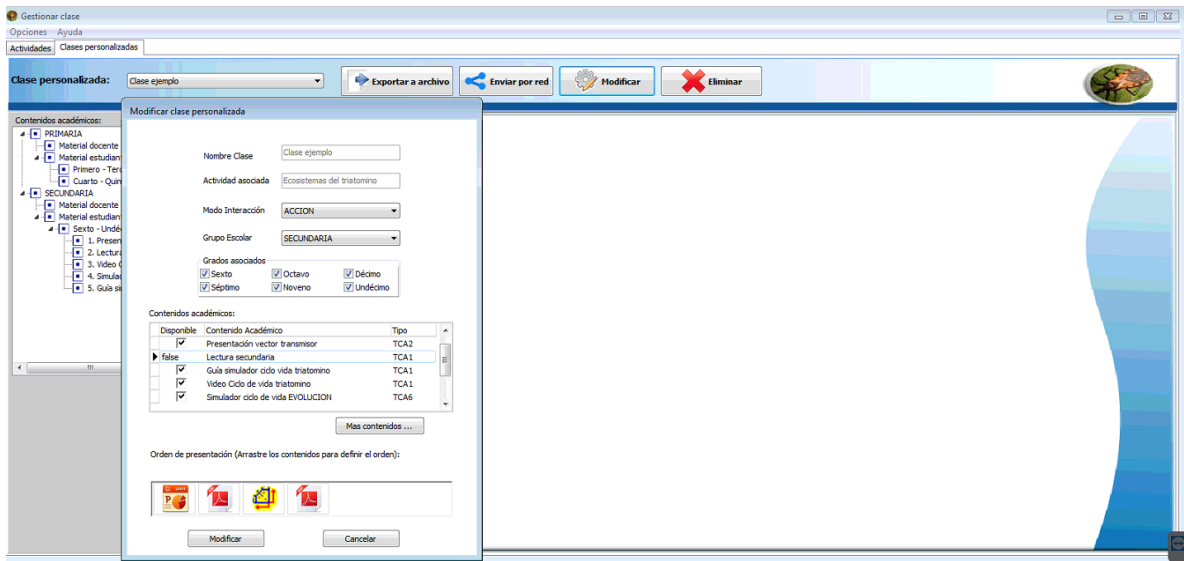


Tabla 44 Modificar clase personalizada

<p><b>Código: 7</b></p>	<p>Caso de uso involucrado:                  Modificar clase personalizada</p>
<p>Descripción: Este caso de prueba busca verificar si el proceso de modificación de una clase personalizada bajo diferentes datos de entrada funciona correctamente.</p>	
<p>Inicialización: El usuario ha iniciado sesión como Docente (ID: 8917; Contraseña: 8917) en AITeSa y se encuentra ubicado en la ventana principal del módulo docente.</p>	
<p>Pasos de ejecución</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ingrese a la sección Gestionar clase y ubíquese en la pestaña Clases personalizadas.</li> <li>2. Seleccione del listado de clases personalizadas (COMBOBOX de la parte superior) aquella que desea modificar.</li> <li>3. Oprima el botón <b>Modificar</b>.</li> <li>4. Una vez abierta la ventana para el proceso de modificación, realice los</li> </ol>	

cambios que considere pertinentes. 5. Oprima el botón <b>Modificar</b> ubicado en la ventana donde realizó los cambios.
Resultado esperado: Si los datos ingresados por el usuario son correctos se permite la modificación de la clase personalizada seleccionada; de lo contrario informa al usuario el problema presentado.
Condiciones: Debe haber creada al menos una clase personalizada por parte del docente que inició sesión.

206

*Tabla 45 Resultados Modificar clase personalizada*

CASO DE PRUEBA	DATOS DE ENTRADA	RESULTADO	FUNCIONAMIENTO
Modificar clase personalizada con nombre: Clase tipos de epidemias	Disminuya el número de contenidos académicos asociados a la clase personalizada a uno.	Mensaje de notificación: "Clase personalizada modificada exitosamente".	Correcto
Modificar clase personalizada con nombre: Clase ejemplo	Altere el grupo escolar, es decir en lugar de Secundaria cámbielo a	Al cambiar el grupo escolar aparece un error de sintaxis en la consulta de SQL.	Incorrecto

	primaria y seleccione todos los grados correspondientes (1, 2, 3, 4, 5).		
--	--	--	--

### Caso de uso Eliminar clase personalizada

<b>Caso de uso Eliminar clase personalizada</b>		
<i>Precondición</i>		
<p>El docente ingresa sus datos de inicio de sesión y es autenticado por el sistema.</p> <p>El docente tiene al menos una clase personalizada guardada en el sistema.</p>		
<i>Flujo</i>	<i>de</i>	<i>sucesos</i>
<i>Camino</i>		<i>básico</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente ingresa al módulo de gestión de clase.</li> <li>2. El sistema muestra una lista de las clases personalizadas guardadas en el sistema.</li> <li>3. El docente selecciona una clase personalizada de la lista y escoge la opción de eliminar.</li> <li>4. El sistema elimina la clase personalizada del sistema.</li> <li>5. La instancia de caso de uso finaliza.</li> </ol>		
<i>Postcondición</i>		
<p>El docente que invoca al caso de uso elimina una clase personalizada en el sistema.</p>		

Tabla 46 Caso de uso Eliminar clase personalizada

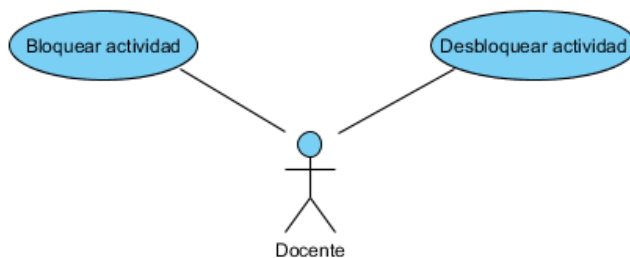
<p><b>TCódigo: 8</b></p>	<p>Caso de uso involucrado: Eliminar clase personalizada</p>
<p>Descripción: Este caso de prueba busca verificar si el proceso de eliminación de una clase personalizada funciona correctamente.</p>	
<p>Inicialización: El usuario ha iniciado sesión como Docente (ID: 8917; Contraseña: 8917) en AITeSa y se encuentra ubicado en la ventana principal del módulo docente.</p>	
<p>Pasos de ejecución</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ingrese a la sección Gestionar clase y ubíquese en la pestaña Clases personalizadas.</li> <li>2. Seleccione del listado de clases personalizadas (COMBOBOX de la parte superior) aquella que desea modificar.</li> <li>3. Oprima el botón <b>Eliminar</b>.</li> </ol>	
<p>Resultado esperado: La clase personalizada seleccionada es eliminada del sistema.</p>	
<p>Condiciones: Debe haber creada al menos una clase personalizada por parte del docente que inició sesión.</p>	

*Tabla 47 Resultados Eliminar clase personalizada*

<b>CASO DE PRUEBA</b>	<b>ENTRADA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>
Eliminar clase personalizada con nombre: Clase tipos de epidemias		Mensaje de notificación: "Clase personalizada eliminada exitosamente".	Correcto
Eliminar clase personalizada con nombre: Clase ejemplo		Mensaje de notificación: "Clase personalizada eliminada exitosamente".	Correcto

**Caso de uso: Gestionar actividad**

*Ilustración 91 Caso de uso gestionar actividad*



**Caso de uso Bloquear actividad**

*Tabla 48 Caso de uso Bloquear actividad*

<b>Caso de uso Bloquear actividad</b>		
<i>Precondición</i>		
<p>El docente ingresa sus datos de inicio de sesión y es autenticado por el sistema.</p> <p>El docente ha seleccionado una actividad para gestionar.</p> <p>El docente ha establecido una conexión de red con los estudiantes de la sala.</p>		
<i>Flujo</i>	<i>de</i>	<i>sucesos</i>
<i>Camino</i>		<i>básico</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente solicita bloquear la sesión de los estudiantes conectados en red.</li> <li>2. El sistema envía una petición de bloqueo a todas las sesiones de los estudiantes que se encuentran conectados en red. Las sesiones de los estudiantes son bloqueadas mostrando la actividad solicitada por el docente.</li> <li>3. El estudiante no podrá salir de la actividad bloqueada a menos que la termine o que el docente desbloquee la actividad.</li> <li>4. El caso de uso finaliza.</li> </ol>		
<i>Postcondición</i>		
<p>La sesión de los estudiantes conectados en red con el docente es bloqueada.</p>		

Tabla 49 Bloquear actividad

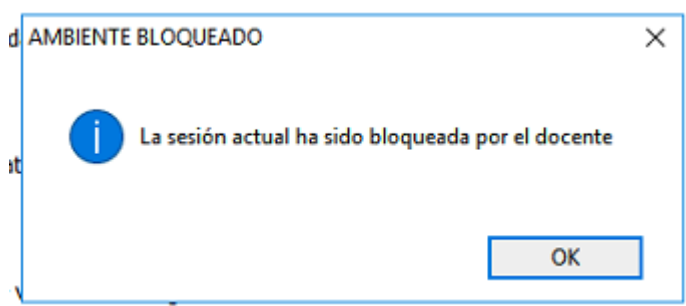
<b>Código: 9</b>	Caso de uso involucrado: Bloquear ambiente
Nombre: Bloquear ambiente	
Descripción: Este caso de prueba busca verificar si el proceso de bloqueo de sesión realizado por el docente de forma remota funciona adecuadamente en los equipos de los estudiantes.	
Inicialización: El usuario ha iniciado sesión como Docente (ID: 8917; Contraseña: 8917) en <i>AITeSa</i> y se encuentra ubicado en la ventana principal del módulo docente.	
<p>Pasos de ejecución</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ingrese a la sección Gestionar clase y ubíquese en la pestaña Actividad.</li> <li>2. Seleccione una actividad de la bitácora disponible ubicada en la parte superior de la ventana.</li> <li>3. Oprima el botón <b>Bloquear ambiente</b> ubicado en la sección izquierda de la ventana.</li> </ol>	
Resultado esperado: La sesión de los estudiantes que han iniciado sesión presenta un mensaje de notificación de bloqueo. Cuando den clic en Aceptar, su sesión muestra la actividad solicitada por el docente.	
Condiciones: Previamente debe establecerse una conexión de red entre los equipos de los estudiantes y el equipo del docente.	

Nota: Para verificar el funcionamiento del caso de uso *Bloquear actividad*, este caso

de prueba fue aplicado utilizando máquinas virtuales Oracle VirtualBox conectadas en red con el equipo host.

*Tabla 50 Resultados bloquear actividad*

<b>CASO DE PRUEBA</b>	<b>ENTRADA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>
Bloquear sesión de estudiantes conectados con la actividad Simulador juego de la epidemia	Dé clic en el botón Bloquear ambiente.	La sesión de los estudiantes ha sido bloqueada con la actividad elegida por el docente.	Correcto
Bloquear sesión de estudiantes conectados con la actividad Ecosistemas del triatomino.	Dé clic en el botón Bloquear ambiente.	La sesión de los estudiantes ha sido bloqueada con la actividad elegida por el docente.	Correcto



Mensaje esperado para caso de uso.

### **Caso de uso Desbloquear actividad**

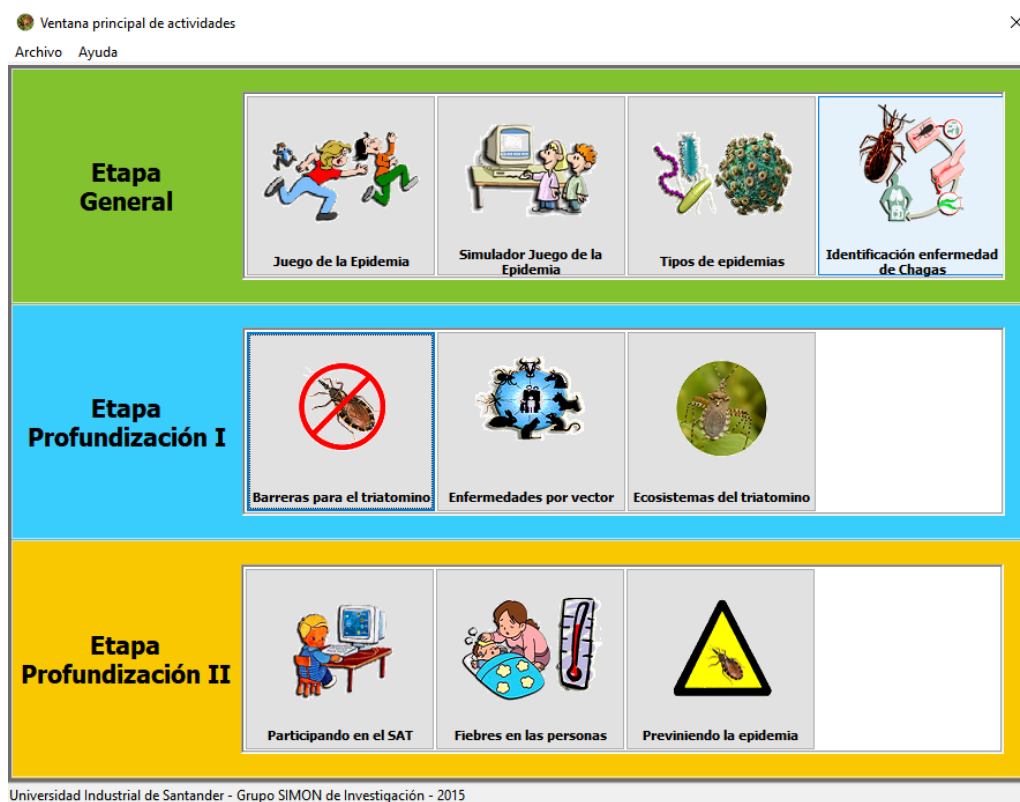
*Tabla 51 Caso de uso Desbloquear actividad*

<b>Caso de uso Desbloquear actividad</b>		
<i>Precondición</i>		
Existe al menos una sesión de estudiante bloqueada por el docente que invoca este caso de uso.		
<i>Flujo</i>	<i>de</i>	<i>sucesos</i>
<i>Camino</i>		<i>básico</i>
1. El docente solicita desbloquear la sesión de los estudiantes conectados en red.		
2. El sistema envía una petición de desbloqueo a todas las sesiones de los estudiantes que se encuentran conectados en red. Las sesiones de los estudiantes son desbloqueadas.		
3. El estudiante queda libre para elegir la actividad que desee.		
4. El caso de uso finaliza.		
<i>Postcondición</i>		
No hay ningún estudiante con sesión bloqueada por el docente que invoca este caso de uso.		

*Tabla 52 Resultados Desbloquear actividad*

<b>CASO DE PRUEBA</b>	<b>DATOS DE ENTRADA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>
Desbloquear sesión de estudiantes conectados con la actividad Simulador juego de la epidemia		La sesión bloqueada de los estudiantes se desbloquea.	Correcto
Desbloquear sesión de estudiantes conectados con la actividad Ecosistemas del triatomino.		La sesión bloqueada de los estudiantes se desbloquea.	Correcto

*Ilustración 92 Modulo principal de actividades*



Pantalla luego de que el docente desbloquea determinada actividad.

Nota: Para verificar el funcionamiento del caso de uso *Desbloquear actividad*, este caso de prueba fue aplicado utilizando máquinas virtuales Oracle VirtualBox conectadas en red con el equipo host.

**Caso de uso Transferir clase por archivo**

*Tabla 53 Caso de uso Transferir clase por archivo*

**Caso de uso Transferir clase por archivo**

<i>Precondición</i>		
El docente ingresa sus datos de inicio de sesión y es autenticado por el sistema.		
El docente tiene al menos una clase personalizada guardada en el sistema.		
<i>Flujo</i>	<i>de</i>	<i>sucesos</i>
<i>Camino</i>		<i>básico</i>
1. El docente ingresa al módulo de gestión de clase.		
2. El sistema muestra una lista de las clases personalizadas guardadas en el sistema.		
3. El docente selecciona una clase personalizada de la lista y escoge la opción de enviar por archivo.		
4. El sistema solicita al docente la ubicación de destino donde desea guardar el archivo.		
5. Una vez dada, la ubicación del archivo por parte del docente el sistema crea el archivo del sistema con la clase comprimida.		
6. La instancia de caso de uso finaliza.		
<i>Postcondición</i>		
El sistema crea un archivo con la clase personalizada indicada por el docente.		

*Tabla 54 Caso de uso Transferir clase por red*

<b>Caso de uso Transferir clase por red</b>
<i>Precondición</i>
El docente ingresa sus datos de inicio de sesión y es autenticado por el sistema.
El docente tiene al menos una clase personalizada guardada en el sistema.

<i>Flujo</i>	<i>de</i>	<i>sucesos</i>
<i>Camino</i>		<i>básico</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente ingresa al módulo de gestión de clase.</li> <li>2. El sistema muestra una lista de las clases personalizadas guardadas en el sistema.</li> <li>3. El docente selecciona una clase personalizada de la lista y escoge la opción de enviar por red.</li> <li>4. El sistema lista los usuarios tipo estudiante a los que será enviada la clase personalizada.</li> <li>5. El sistema envía la clase personalizada a los estudiantes conectados a través de la red.</li> <li>6. La clase enviada se abre en los equipos de los estudiantes que la reciben.</li> <li>7. La instancia de caso de uso finaliza.</li> </ol>		
<i>Caminos</i>		<i>alternativos</i>
<p>En el paso 4, si no hay ningún usuario conectado la instancia de caso de uso finaliza.</p>		
<i>Postcondición</i>		
El sistema crea un archivo con la clase personalizada comprimida.		

*Ilustración 93 Transferencia de clase personalizada*

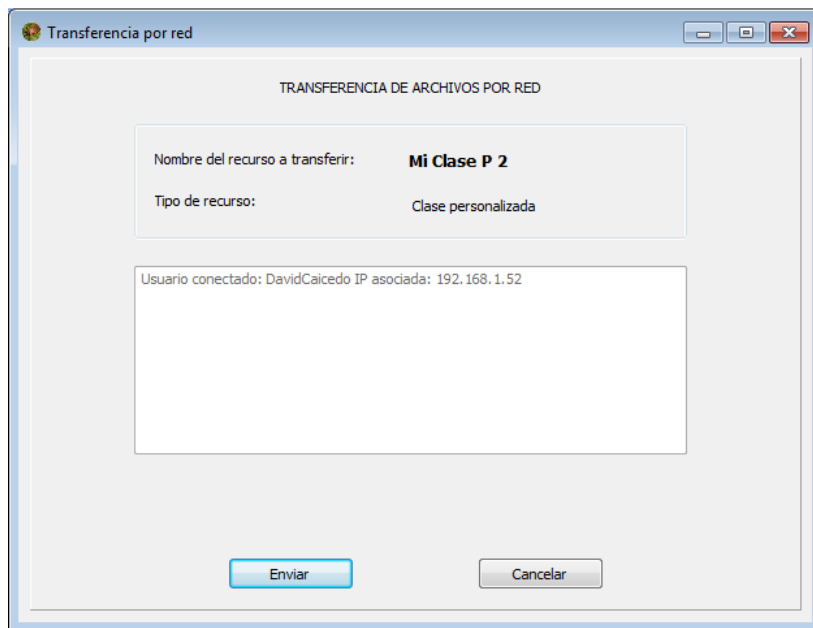
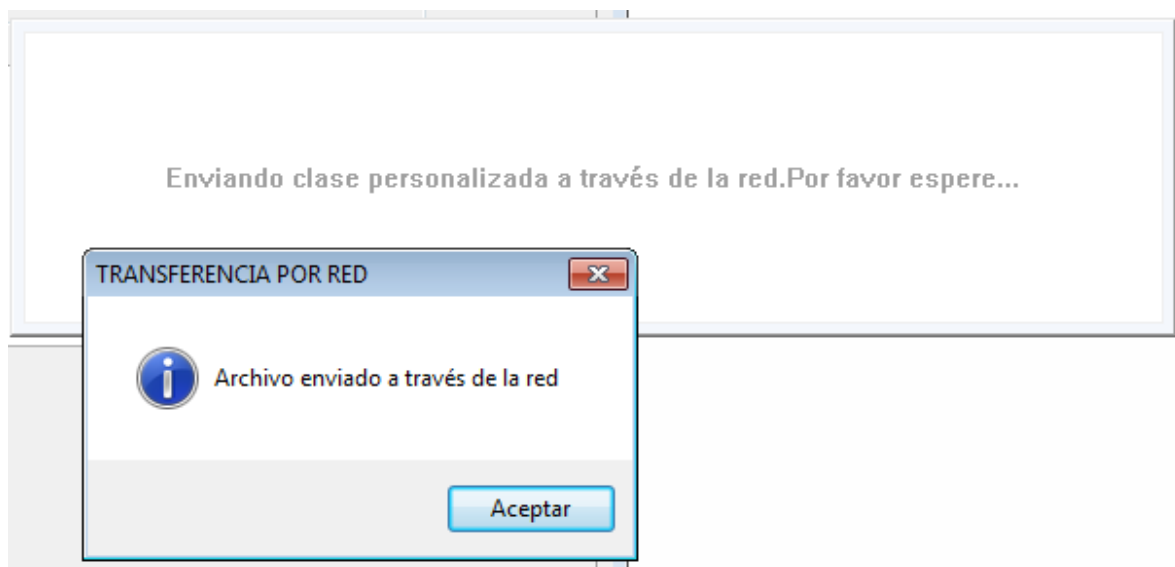
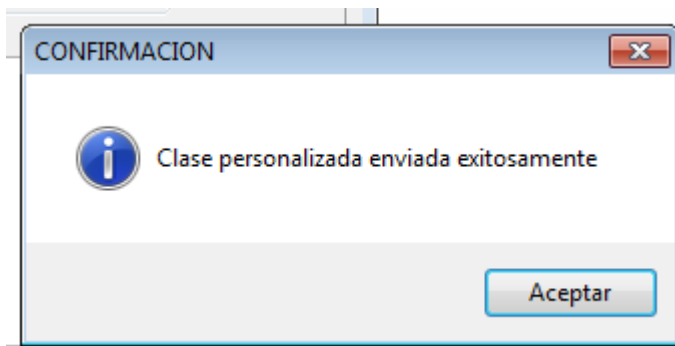


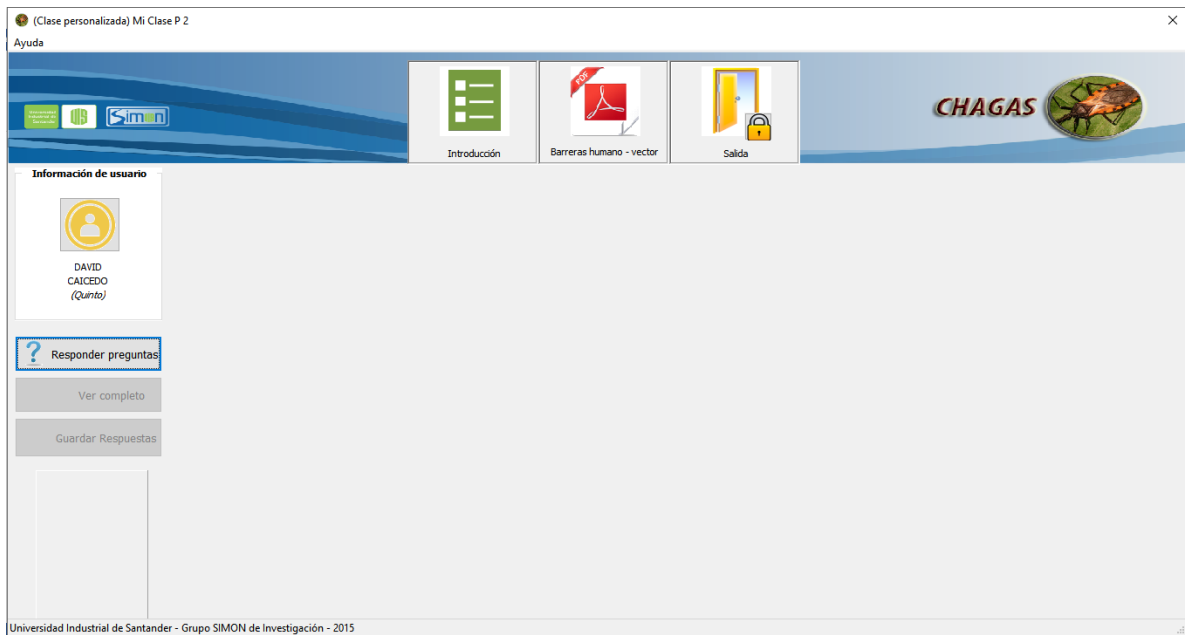
Figura ##. El sistema lista los usuarios tipo estudiante a los que será enviada la clase personalizada.

*Ilustración 94 Mensaje para el docente en enviar clase personalizada*





*Ilustración 95 Clase personalizada enviada*



## Caso de uso: Obtener ayuda

Ilustración 96 Caso de uso Obtener ayuda

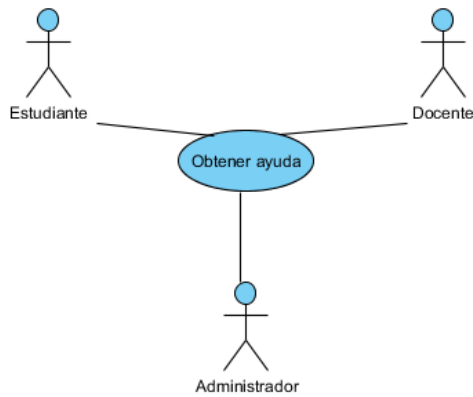
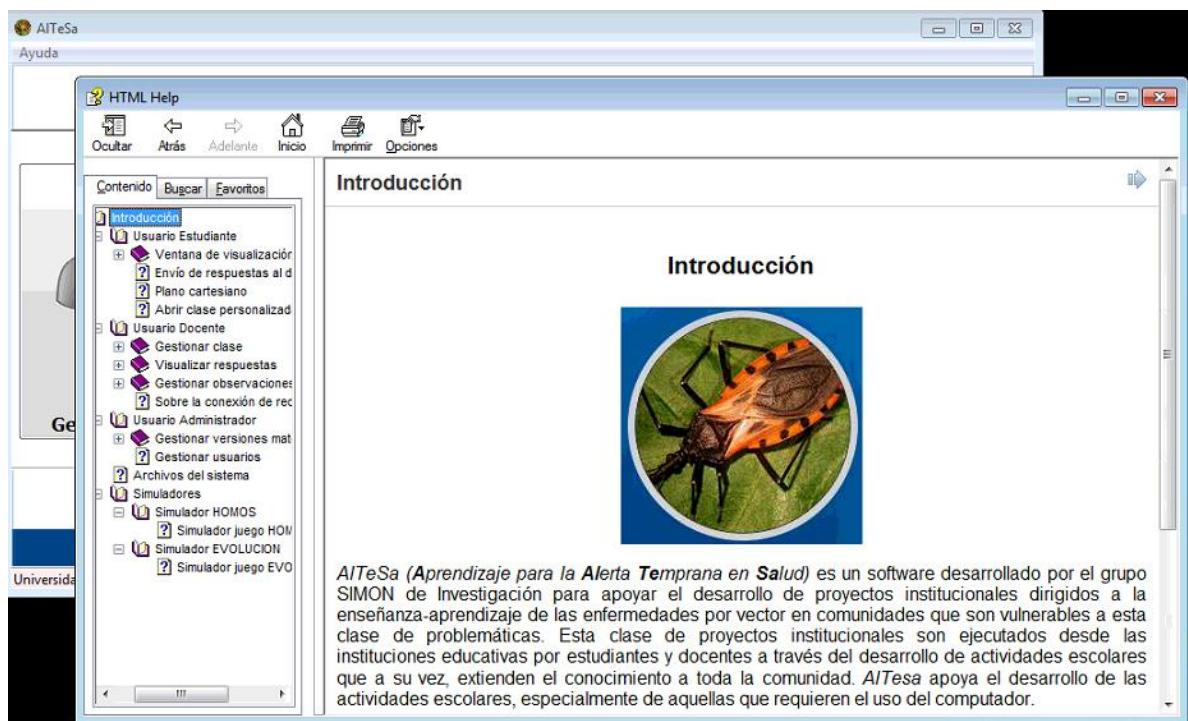


Tabla 55 Caso de uso Obtener ayuda

<b>Caso de uso Obtener ayuda</b>	
<i>Precondición</i>	
El usuario que invoca el caso de uso debe iniciar sesión	
<i>Flujo</i>	<i>de sucesos</i>
<i>Camino</i>	<i>básico</i>
1. El usuario solicita el módulo de ayuda dirigiéndose al respectivo sector.	
2. El sistema muestra la ayuda dependiendo de la sección desde donde se invoca el caso de uso.	
3. La instancia de caso de uso finaliza	
<i>Caminos alternativos</i>	
<i>Postcondición</i>	
No hay condición posterior a este caso de uso.	

Ilustración 97 Ayuda de Altesa 1.0



## Gestionar Observaciones

Tabla 56 Caso de uso Gestionar observaciones

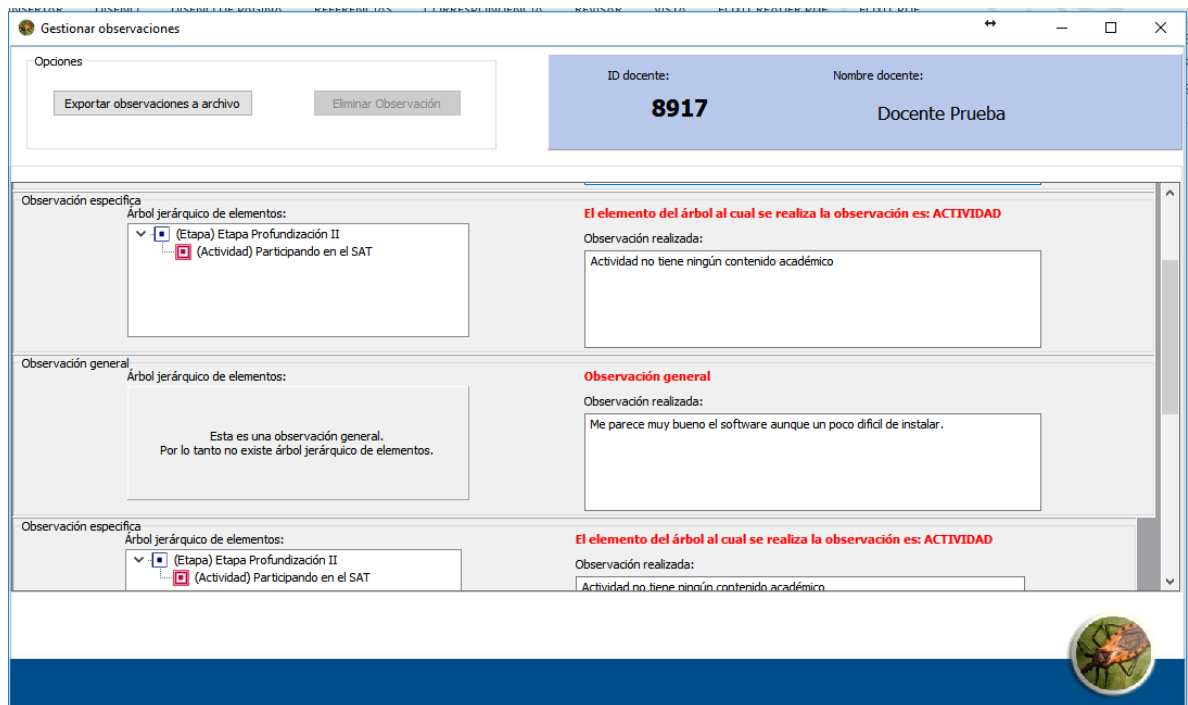
<b>Gestionar Observaciones</b>
<i>Precondición</i> El usuario debe ingresar al sistema con el rol Docente exitosamente.
<i>Flujo de sucesos</i>  1. En la pantalla principal el usuario debe seleccionar la opción "Gestionar Observaciones"

2. El sistema muestra al usuario las observaciones de forma individual, para cada observación registrada muestra el árbol jerárquico de elementos, y los detalles de la observación.
<i>Postcondición</i> No hay condición posterior a este caso de uso.

**Caso de prueba:**

<b>Código:</b>	Caso de uso involucrado: Gestionar Observaciones
Descripción: El caso de prueba tiene por objetivo verificar el comportamiento del caso de uso gestionar observaciones	
Inicialización: El docente ha ingresado exitosamente al sistema	
Pasos	de ejecución
1. Clic en la opción "Gestionar Observación"	
Resultado Esperado: visualizar las observaciones registradas en el sistema	

## Ilustración 98 Gestión de observaciones



Interfaz gestionar observaciones.

### Exportar Observaciones a archivo

Tabla 57 Caso de uso Exportar observaciones a archivo

<b>Exportar Observaciones a archivo</b>
<i>Precondición</i> El usuario debe ingresar al sistema con el rol Docente exitosamente.  El usuario debe estar ubicado en la pantalla “Gestionar Observación”
<i>Flujo de sucesos</i>

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario debe hacer Clic en la opción “<b>Exportar Observaciones a archivo</b>”</li> <li>2. El sistema solicita la ubicación donde desea guardar el archivo</li> <li>3. El sistema debe generar el archivo e informarle al usuario</li> </ol>
<p><i>Postcondición</i></p> <p>Se debe crear carpeta comprimida en .zip con contraseña con las observaciones del docente</p>

**Caso de prueba:**

*Tabla 58 Descripción Exportar observaciones a archivo*

<b>Código:</b>	Caso de uso involucrado: Exportar Observaciones a archivo
Descripción: El caso de prueba tiene por objetivo verificar el comportamiento del caso de uso Exportar Observaciones a archivo	
Inicialización: El docente ha ingresado exitosamente al sistema	
Pasos de ejecución	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clic en la opción <b>Exportar Observaciones a archivo</b></li> <li>2. El sistema solicita la ubicación donde desea guardar el archivo</li> </ol>	
Resultado Esperado:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se debe crear carpeta comprimida en .zip con contraseña con las observaciones del docente</li> </ol>	

*Tabla 59 Resultados Exportar observaciones a archivo*

<b>CASO DE PRUEBA</b>	<b>DATOS DE ENTRADA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>
Exportar observaciones a archivo	Observaciones que trae el sistema por defecto	Se genera archivo comprimido con las observaciones y se muestra mensaje de éxito.	Correcto

### **Eliminar observación**

*Tabla 60 Caso de uso Eliminar observaciones*

<b>Eliminar Observaciones</b>
<p><i>Precondición</i></p> <p>El usuario debe ingresar al sistema con el rol Docente exitosamente.</p> <p>El usuario debe estar ubicado en la pantalla “Gestionar Observación”</p>
<p><i>Flujo de sucesos</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario debe seleccionar observación</li> <li>2. El usuario debe dar Clic en botón eliminar observación</li> <li>3. El sistema elimina observación e informa al usuario que se ha eliminado la observación</li> </ol>
<p><i>Postcondición</i></p> <p>No hay condición posterior a este caso de uso.</p>

**Caso de prueba:**

<b>Código:</b>	Caso de uso involucrado: Eliminar Observación
Descripción: El caso de prueba tiene por objetivo verificar el comportamiento del caso de uso eliminar observación	
Inicialización: El docente ha ingresado exitosamente al sistema	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pasos de ejecución El usuario debe seleccionar observación</li> <li>2. El usuario debe dar Clic en botón eliminar observación</li> <li>3. El sistema elimina observación e informa al usuario que se ha eliminado la observación</li> </ol>	
Resultado Esperado: Mensaje de observación eliminada correctamente.	

Resultados casos de prueba.

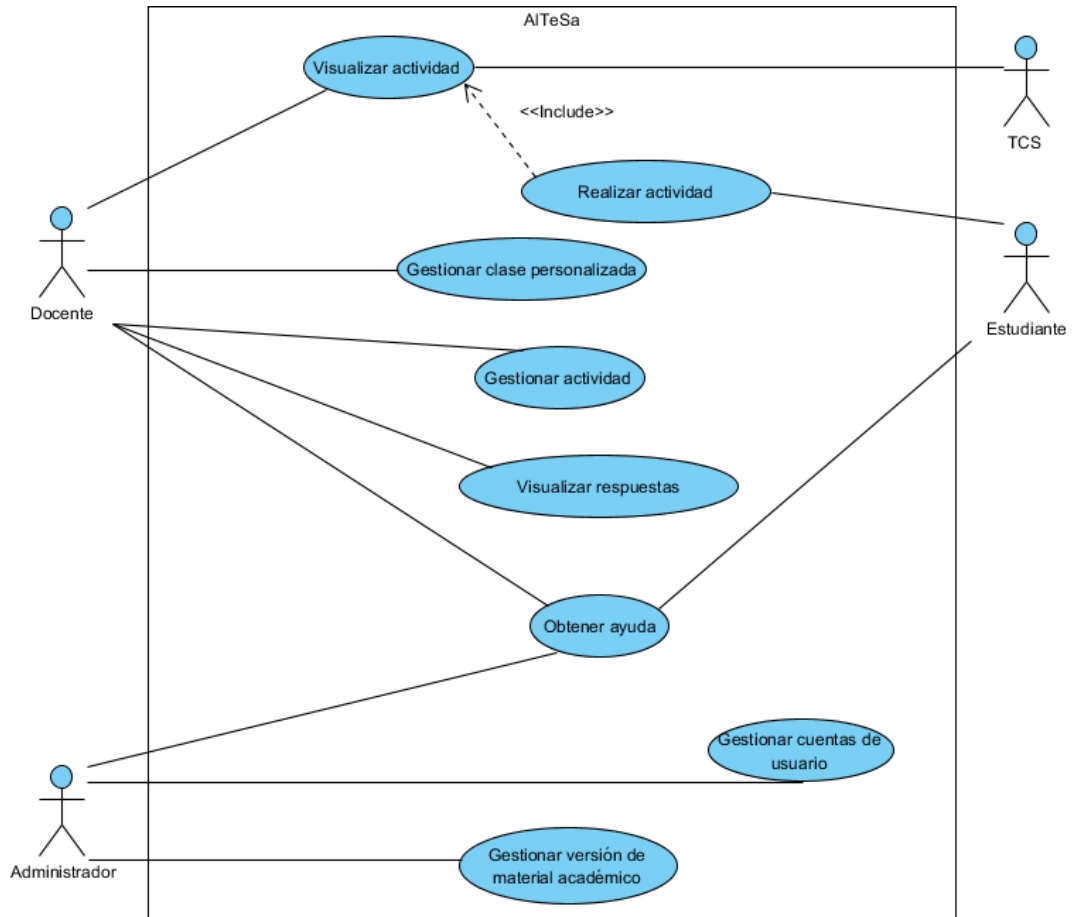
*Tabla 61 Resultados Eliminar observaciones*

<b>CASO DE PRUEBA</b>	<b>DATOS DE ENTRADA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>
Eliminar observación.	Selección de observación	Mensaje de observación eliminada correctamente.	Correcto

- Ver Observaciones: Estudiante

Diagrama general de los casos de uso expuestos.

*Ilustración 99 Casos de uso en general*



### Descripción del modelo general de casos de uso

El caso de uso *Visualizar actividad* es utilizado por los actores docente, estudiante y TCS para revisar cualquier actividad disponible en el software. Previamente es

necesario que el actor correspondiente indique implícita o explícitamente el (los) grado (s) asociado (s) con el fin de que el sistema prepare la visualización de la actividad de acuerdo a esta información.

El caso de uso *Realizar actividad* es utilizado por el actor estudiante en actividades que deben responderse con el apoyo del sistema. Sin embargo, dependiendo del grado escolar asociado al actor estudiante se permite la realización de este caso de uso: únicamente los estudiantes pertenecientes a un grado escolar superior a segundo de primaria pueden utilizar este caso de uso. Los estudiantes de primero y segundo de primaria no pueden hacerlo porque asumimos que no cuentan con las habilidades computacionales para utilizar este recurso del sistema.

El caso de uso *Gestionar clase personalizada* es utilizado por el actor docente para crear, modificar y eliminar clases personalizadas que ha creado previamente. Adicionalmente, el docente podrá consultar en detalle cada una de las clases personalizadas que ha creado y transferir alguna por un medio disponible (a través de la red o en un archivo) a las sesiones abiertas por los estudiantes en sus respectivos equipos para que estos puedan utilizarlas.

El caso de uso *Gestionar actividad* es utilizado por el actor docente para bloquear las sesiones de los estudiantes conectados en red, forzando a la sesión de cada uno a mostrar la actividad exigida remotamente por el docente. También se aplica para realizar la operación inversa, es decir desbloquear las sesiones de los estudiantes cuando han sido previamente bloqueadas por el docente que utiliza el caso de uso.

El caso de uso *Visualizar respuestas* es utilizado por el actor docente para consultar

las respuestas dadas por los estudiantes a cuestionamientos propuestos durante el desarrollo de cada actividad. Adicionalmente, el actor docente puede cargar las respuestas de un estudiante desde un archivo cuando el estudiante seleccione ese medio de transferencia de información.

El caso de uso *Obtener ayuda* es utilizado por los actores estudiante, docente y administrador para consultar la ayuda disponible en el sistema con respecto a cualquier aspecto relativo a este.

El caso de uso *Gestionar cuentas de usuario* es utilizado por el actor administrador para crear, modificar y eliminar las cuentas de usuario tipo estudiante, docente y administradores disponibles en el sistema. Asimismo, puede consultar información referente a las cuentas de usuario existentes en el sistema.

El caso de uso *Gestionar versión de material académico* es utilizado por el actor administrador para crear y actualizar la versión del material académico que está ejecutándose en el sistema. Para el proceso de creación, el actor administrador puede valerse de la versión actual para crear la nueva versión o puede crear la nueva versión del ambiente sin considerar la versión actual. Para el proceso de actualización, el actor administrador debe disponer previamente de un archivo con la versión actualizada que reemplazará a la actual.

El caso de uso *Iniciar sesión* es utilizado por todos los actores del sistema para poder acceder a él. Todos los actores requieren tener un usuario previamente registrado en el sistema para iniciar sesión, excepto el actor estudiante si pertenece a primero o segundo de primaria ya que es suficiente que indique su

nombre completo.

## **Anexo C. Pruebas a modelos de dinámica de sistemas**

### **PRUEBA MODELO SIMULADOR JUEGO DE LA EPIDEMIA - PRIMARIA**

#### **Análisis de Sensibilidad**

Debido a que todos los modelos son aproximados se debe probar la robustez de sus conclusiones hasta la ambigüedad de los supuestos asumidos. Esta prueba permite al creador del modelo plantearse la pregunta de si sus conclusiones cambian de forma relevante respecto al propósito cuando los supuestos varían en un cierto rango plausible de incertidumbre. De esta forma la robustez en las conclusiones que el modelo presenta será probada utilizando el análisis de sensibilidad por variación de parámetros que ofrece la herramienta evolución 4.5.

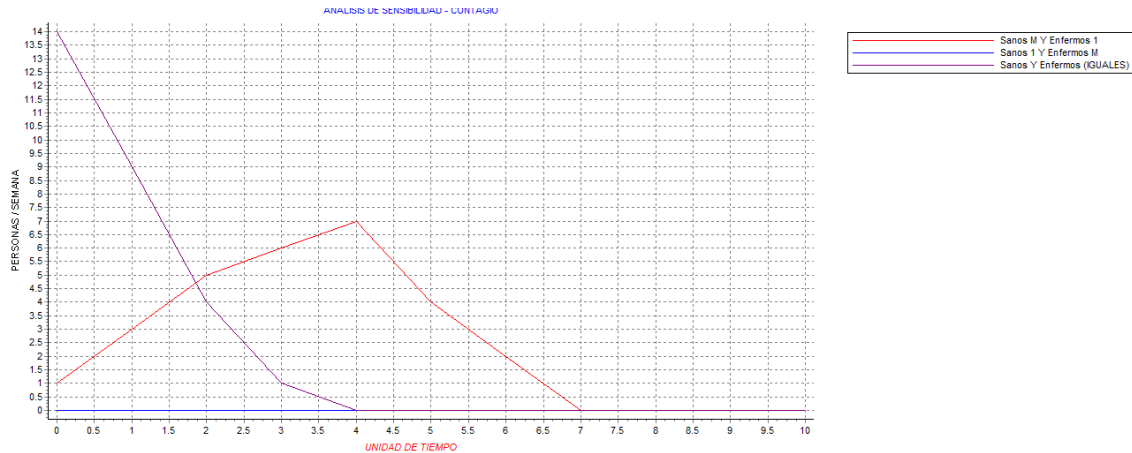
Para este análisis se contó con 3 escenarios diferentes los cuales se cambiaron los valores de los niveles Sanos y enfermos:

El flujo CONTAGIO es cero cuando la mayoría de las personas están contagiadas (SANOS 1 ENFERMOS M-MUCHOS).

Presenta el periodo más prolongado de contagio cuando la mayoría de personas están sanas (SANOS M-MUCHOS Y ENFERMOS 1) y presenta el contagio.

Se desarrolla en menor tiempo cuando la cantidad de personas sanas es equivalente a la cantidad de personas enfermas (**SANOS Y ENFERMOS IGUALES**).

Ilustración 100 Análisis de Sensibilidad

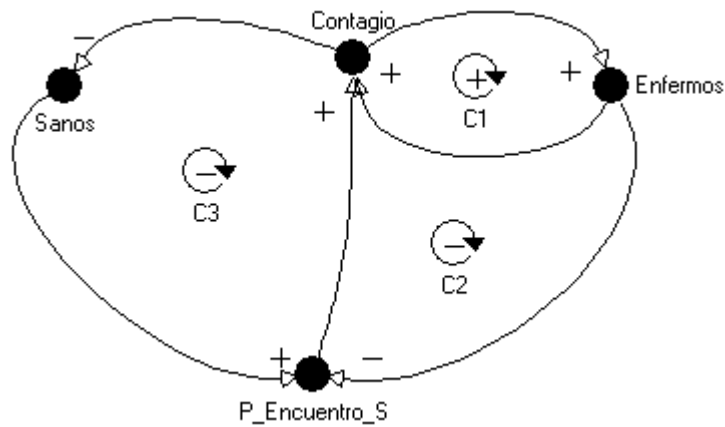


### PRUEBA MODELO SIMULADOR DE JUEGO EPIDEMIA – SECUNDARIA

Las pruebas que se realizan a continuación constan de una serie de test de evaluación sugeridos por John Sterman en su libro Business Dynamics, Capítulo 21 TRUTH AND BEAUTY: VALIDATION AND MODEL TESTING. Este es uno de los modelos utilizados para introducir a los estudiantes en la enfermedad de Chagas. El documento busca brindar las herramientas necesarias para que el usuario final comprenda y utilice adecuadamente el modelo.

El modelo busca recrear la vivencia del juego de la epidemia. En el cual una persona enferma da inicio a una dinámica de contagio en una población inicialmente sana, para que haya contagio debe existir al menos una persona enferma dentro de la población. Es necesario tener en cuenta que después de que una persona haya adquirido la enfermedad o se haya contagiado, permanecerá en ese estado.

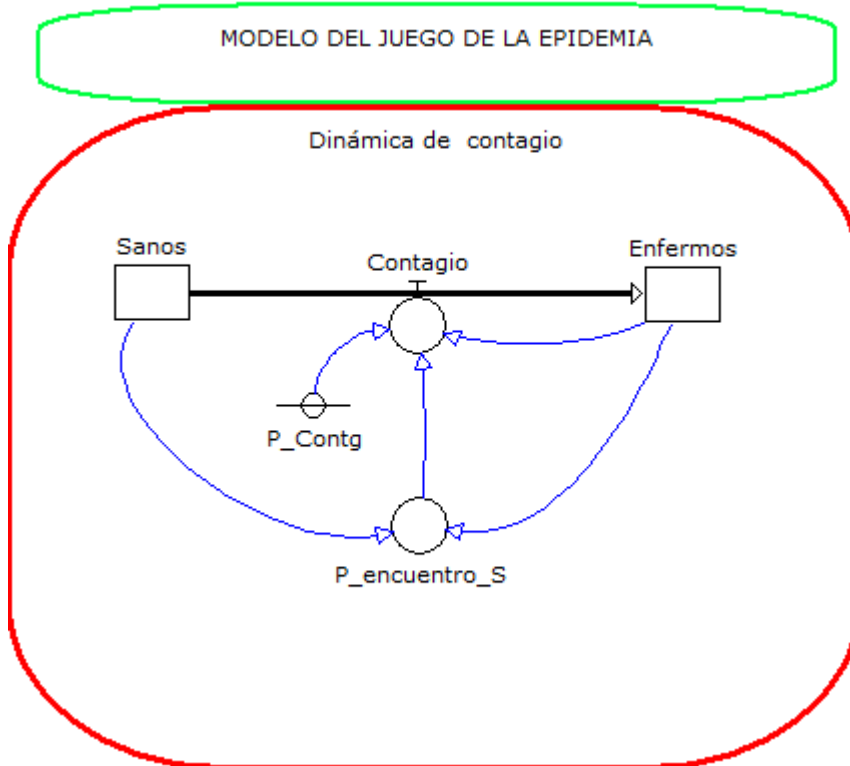
Ilustración 101 Diagrama de flujo – Modelo SECUNDARIA



Este diagrama presenta las variables y relaciones causales esenciales para representar el modelo de Juego de la Epidemia. Consta de dos ciclos de realimentación negativos y uno positivo. El ciclo de realimentación positivo se da porque el contagio y la población de enfermos crecen en el mismo sentido: más contagio implica más enfermos y más enfermos implica más contagio.

Por otro lado, el contagio se ve afectado negativamente de forma indirecta por un aumento en el número de enfermos gracias a la presencia de la variable P\_Encuentro\_S: más contagio implica más enfermos, pero más enfermos implica una reducción en la probabilidad de encontrar sanos y esto produce una reducción del contagio. El otro ciclo de realimentación negativa establece la relación entre sanos y contagio: el aumento del contagio reduce los sanos que a su vez reducen el contagio por la disminución de posibilidades de contagiar a alguien. [1]

Ilustración 102 Diagramas de Flujo de Nivel – Modelo SECUNDARIA



El diagrama consta de dos niveles (SANOS y ENFERMOS) que cuantifican el número de sanos y enfermos presentes en el entorno en cualquier instante de tiempo. La relación entre estos es facilitada por la presencia del flujo CONTAGIO, el cual por la orientación que tiene disminuye el nivel SANOS y aumenta el nivel ENFERMOS progresivamente. El flujo CONTAGIO se ve influenciado de manera explícita por tres variables (P\_Contg, P\_Encuentro\_S y Enfermos) y de manera implícita por el nivel SANOS. El valor adoptado por estas variables determina el valor del flujo CONTAGIO en cada instante de tiempo. [2]

### Prueba de Suficiencia de los Limites

El objetivo de esta evaluación es clasificar las variables del modelo en dos grupos: Variables endógenas y Exógenas. Las variables endógenas se explican dentro de un modelo a partir de sus relaciones con otras variables, las variables exógenas están determinadas fuera del modelo, están predeterminadas y no dependen de ninguna relación con las demás variables.

*Tabla 62 Suficiencia de los Límites del modelo - SECUNDARIA*

Variable	Endógeno	Exógeno
Sanos	X	
Enfermos	X	
P_Contg		X
Contagio	X	
P_encuentro_S	X	

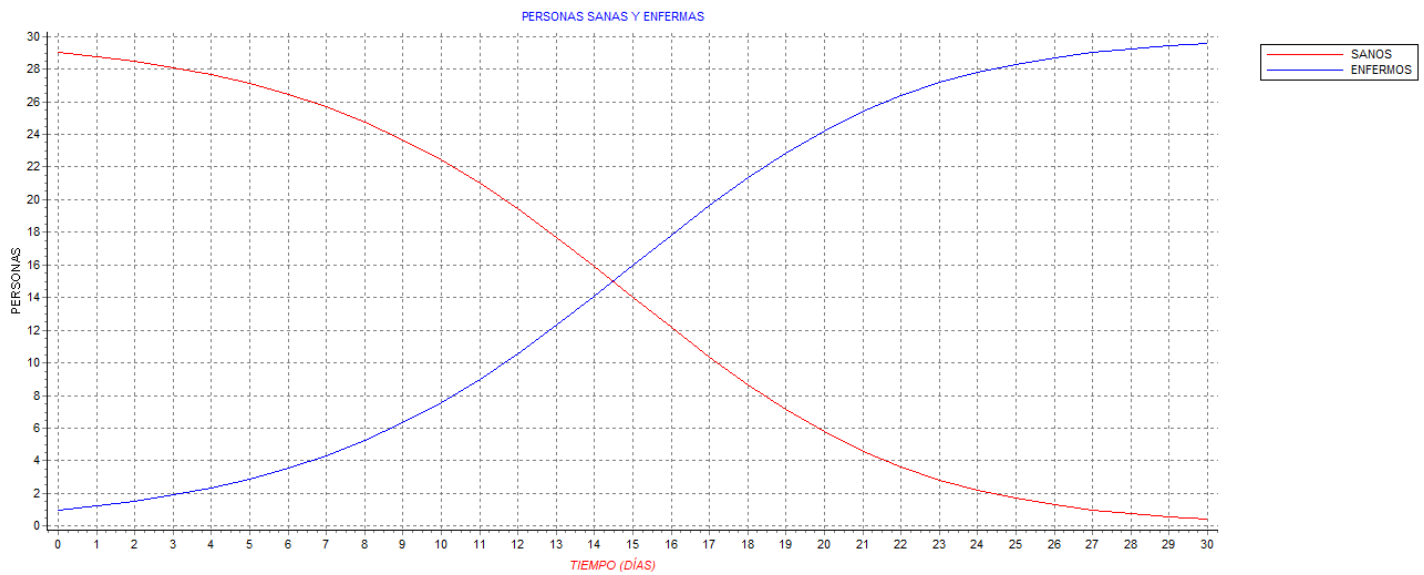
Solo hay una variable exógena la cual es la probabilidad de que una persona sana salude a una enferma, es un valor numérico fijo que se estipula basado en estudios realizados. Las variables anteriormente descritas y su interacción, simulan adecuadamente el comportamiento del juego de la epidemia y cumple con las condiciones básicas planteadas en el modelo.

### **Prueba de Evaluación de la Estructura**

Este test analiza si el modelo es consistente o no con el conocimiento del sistema real relevante para el propósito requerido. Esta evaluación se enfoca en el nivel de agregación, la conformidad del modelo a las realidades físicas básicas como las leyes de la conservación y el realismo de las reglas de decisión para los agentes.

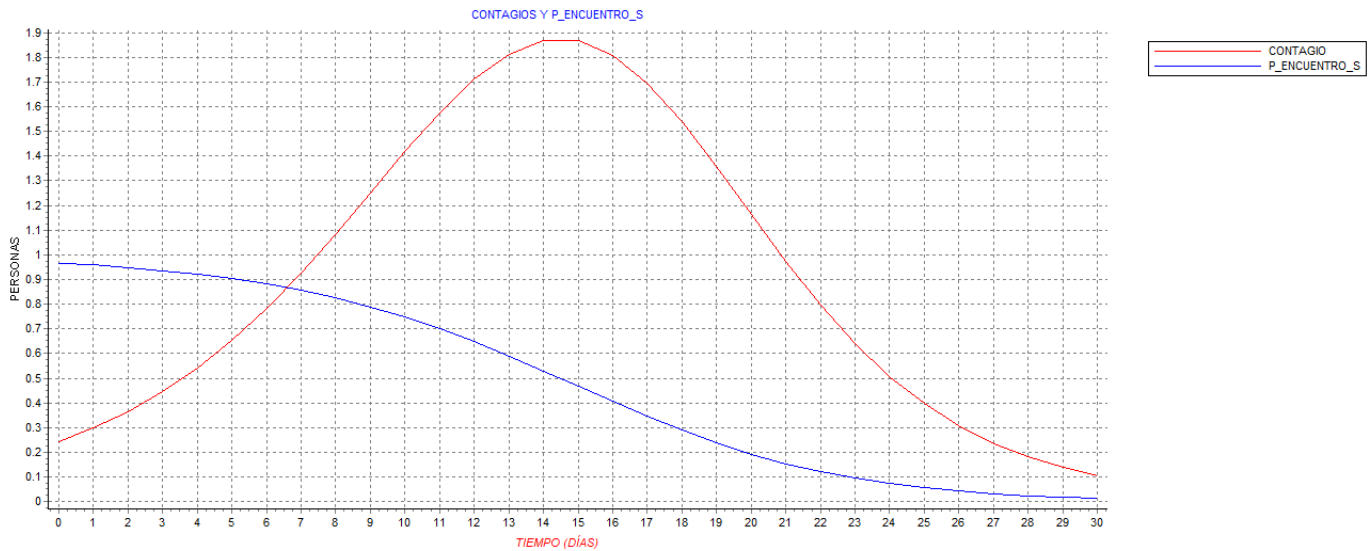
El propósito de esta prueba consiste en aislar los subsistemas existentes en el modelo para determinar si su comportamiento individual es el adecuado. Sin embargo, el modelo en cuestión solo posee un sistema sin subsistemas que lo compongan, por lo tanto, no es necesario hacer esta prueba para este modelo ya que no contiene subsistemas, sin embargo, se realiza la evaluación.

Ilustración 103 Evaluación de los Niveles Poblacionales (Sanos y Enfermos)



Como era de esperarse el comportamiento que se muestra en la simulación del modelo se ajusta a la realidad ya que en un tiempo determinado todas las personas sanas pasan a estar enfermas.

Ilustración 104 Evaluación de Variables (CONTAGIO Y P\_ENCUESTRO\_S)








Se nota que ninguna de las variables anteriores es menor a cero, pues no hay contagios negativos y tampoco número de personas negativa, el comportamiento que se presenta concuerda con la realidad, por ende, el modelo es consistente con las leyes físicas básicas.

### Prueba de consistencia Adimensional

Este test consiste en asignar unidades a cada una de las variables del modelo a medida que éste se construye, con el propósito de identificar fallas importantes en la comprensión de la estructura o en el proceso de decisión que se está tratando de modelar.

Tabla 63 Consistencia Adimensional – Modelo SECUNDARIA

Icono	Nombre	Tipo	Descripción	Unidad
-------	--------	------	-------------	--------

	Sanos	Nivel	Personas sanas: es el número de personas sanas, no infectadas que hay en el juego en cada instante t	Personas
	Enfermos	Nivel	Personas Enfermas: es el número de personas enfermas, infectadas que hay en el juego en cada instante t	Personas
	P_Contg	Parámetro	Probabilidad de que el contacto entre el enfermo y el sano genere contagio.	1/unidad de tiempo
	Contagio	Flujo	Es el número de personas que se contagian en un instante de tiempo determinado. Este es determinado por la multiplicación entre el número de enfermos, la probabilidad de encontrar un sano y la probabilidad de que el contacto entre sanos y enfermos genere contagio.	Personas / Unidad de Tiempo
	P_encuentro_S	Variable	Es el porcentaje que se calcula a partir del número de personas enfermas sobre el número total de personas.	Adimensional

Esta evaluación permite verificar que el modelo es consistente dimensionalmente garantizando la integridad desde el punto de vista de las unidades de medida utilizadas.

### Prueba de Evaluación de Parámetros

Se define parámetro a un elemento (en este caso un elemento exógeno) el cual afecta el sistema sin verse afectado por este. Un parámetro puede tomar distintos valores para afectar el modelo a la hora de la simulación y así poder identificar errores.

*Tabla 64 Evaluación de Parámetros – Modelo SECUNDARIA*

Elemento	Valores Posibles	Valores de Referencia	Ecuación	Unidades
Sanos	0 < Valor	0 < Valor < =29		Personas
Enfermos	0 < Valor	1 < Valor < =30		Personas
P_Contg	0 < Valor	1 < Valor < = 0.25		1/unidad de tiempo
Contagio	0 < Valor	0 < Valor < 7	(Enfermos*P_encuentro_S)*P_Contg	Personas / unidad de tiempo
P_encuentro_S	0 < Valor	0 < Valor	Sanos/(Sanos+Enfermos)	Adimensional

Esta prueba consiste en evaluar cada parámetro presente en el modelo tanto en su significado en la vida real como en el valor que adopta el parámetro durante la simulación. El único parámetro denominado P\_Contg no tiene un valor consistente con la realidad. Este parámetro no ha sido previamente documentado para determinar el origen de su valor y además no corresponde con las instrucciones dadas para el Juego de la Epidemia.

P\_Contg (Probabilidad de Contagio)

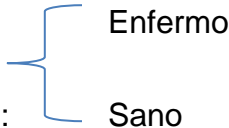
Corresponde a la probabilidad de que el contacto entre un sano y un enfermo genere contagio en el sano. Teniendo en cuenta las orientaciones del Juego de la epidemia para que exista contagio al haber contacto entre un sano y un enfermo debe cumplirse las siguientes condiciones:

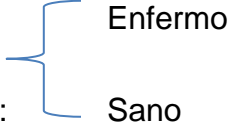
Se debe cumplir que los números de la columna “Jugador” y “Señal del árbitro” sean iguales y que además que la persona a la cual saludo le hizo la seña que le indico que estaba enfermo. Como se muestra en la tabla:

*Tabla 65 Reglas de Juego – Modelo SECUNDARIA*

<b>Jugador 1o2</b>	<b>Señal del árbitro 1o2</b>	<b>¿Saludo a un enfermo?</b>	<b>Estado Actual</b>
1	1	Si	Enfermo
2	2	Si	Enfermo

La información anterior permite calcular la probabilidad de contagio en el sistema:

Número del Jugador y Señal del árbitro Iguales: 

Número del Jugador y Señal del árbitro Diferentes: 

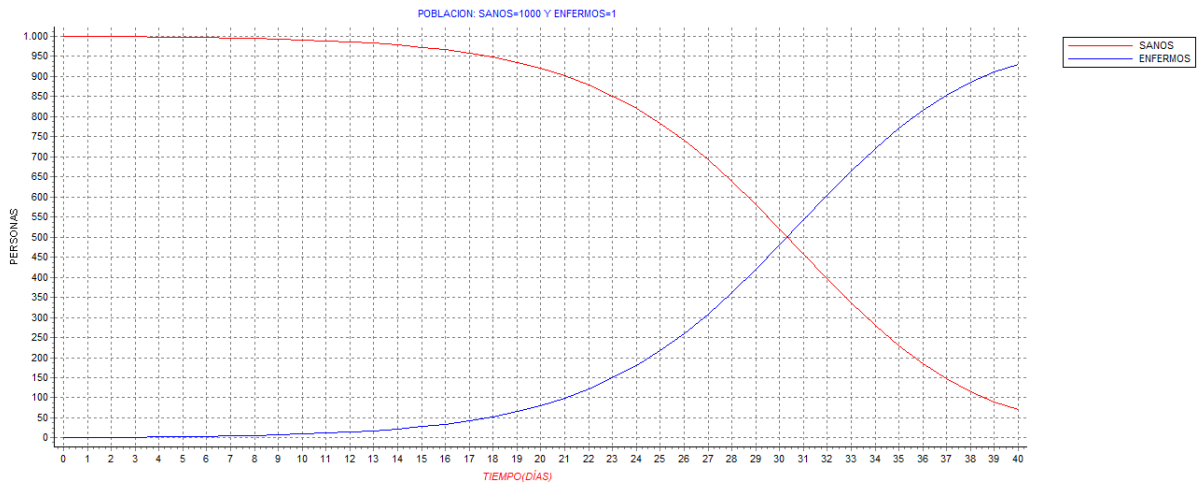
$$P(\text{Números Iguales y Jugador Enfermo}) = P(\text{Números Iguales}) * P(\text{Jugador Enfermo}) = 0.5 * 0.5 = 0.25$$

Por lo tanto, según el criterio anterior la probabilidad de contagio del modelo inicial ( $P_{\text{Contg}} = 0.5$ ) no es consistente con el Juego de la epidemia ya que esta solo considera la probabilidad de que el jugador saludado sea enfermo. La probabilidad del contagio con las condiciones anteriores es **0.25**. [4]

### Prueba de Condiciones Extremas

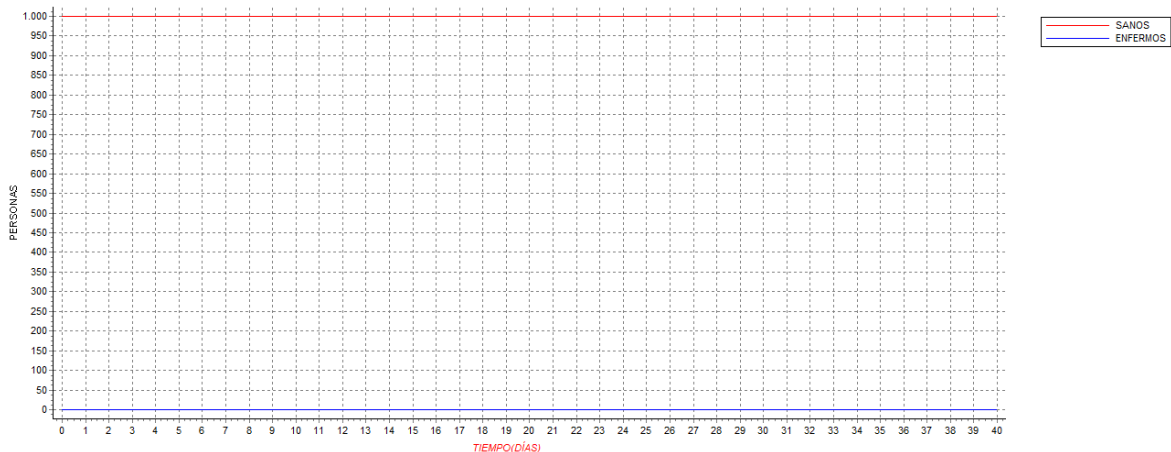
Esta prueba consiste en determinar cuál es el comportamiento adoptado por el modelo si sus variables más importantes tienen valores extremos como condición inicial. La prueba que aplicaremos para analizar el comportamiento es la prueba por simulación, en la cual tomaremos valores mínimos y máximos para los niveles de Sanos y Enfermos y analizar si el comportamiento es el adecuado.

Ilustración 106 Simulación con una Población de Sanos = 1000 y Enfermos = 1



La población de sanos independientemente de lo grande que sea termina por contagiarse en su totalidad en algún tiempo determinado de la simulación bajo la presencia de al menos un enfermo. Este comportamiento es adecuado a la dinámica del Juego de la Epidemia modelada.

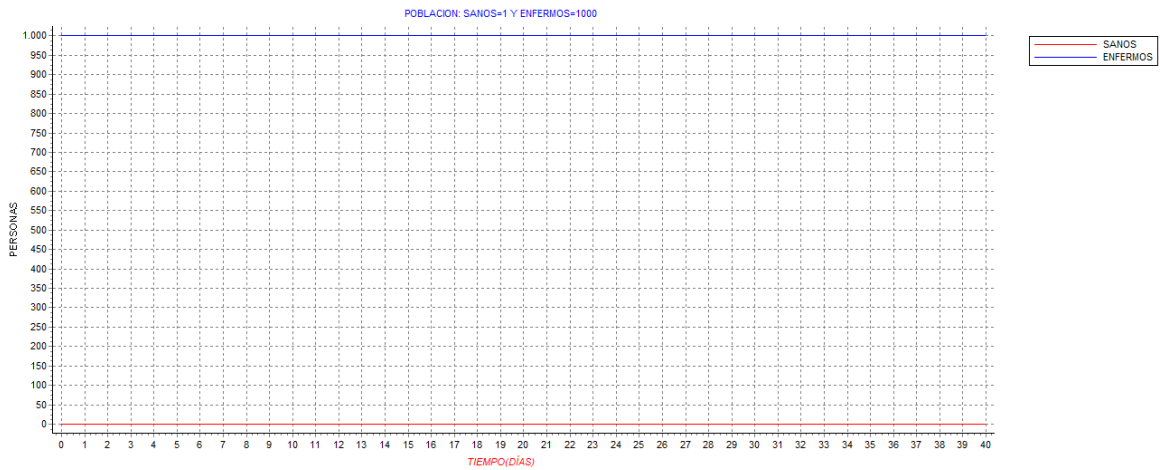
Ilustración 105 Simulación con una Población de Sanos = 1000 y Enfermos = 0



Si no existe ningún enfermo en el entorno es imposible que llegue a desarrollarse el contagio. Por lo tanto, la población de sanos y enfermos permanece con los mismos valores desde el principio hasta el final de la simulación. Este comportamiento es adecuado según el propósito del modelo.

La cantidad de sanos pasa de uno a cero, pero no se nota el cambio por el rango tan grande del eje Y. Sin embargo, al final todos terminan enfermos y la simulación permanece constante desde entonces. El comportamiento del modelo es el adecuado durante toda la simulación. Para una mejor apreciación, se muestra a continuación la simulación de personas sanas y enfermas por separado:

*Ilustración 107 Simulación con Población de Sanos = 1 y Enfermos = 1000*



*Ilustración 108 Simulación con Población de S = 1 y E = 1000*

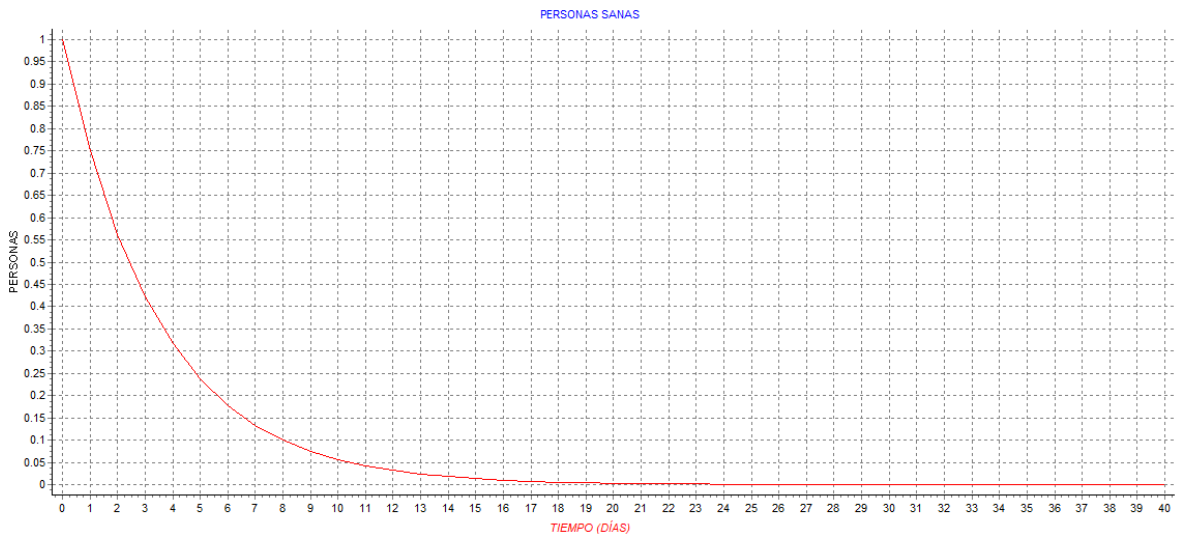


Ilustración 110 Simulación con Población de Sanos = 0 y Enfermos = 1000

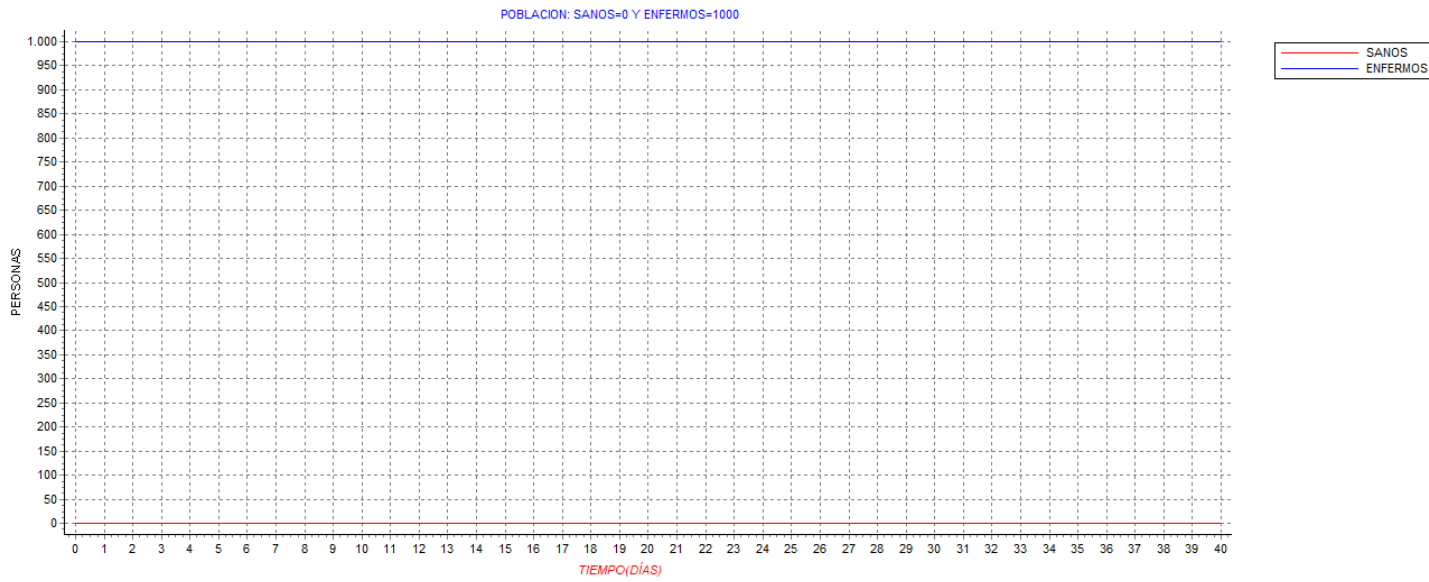
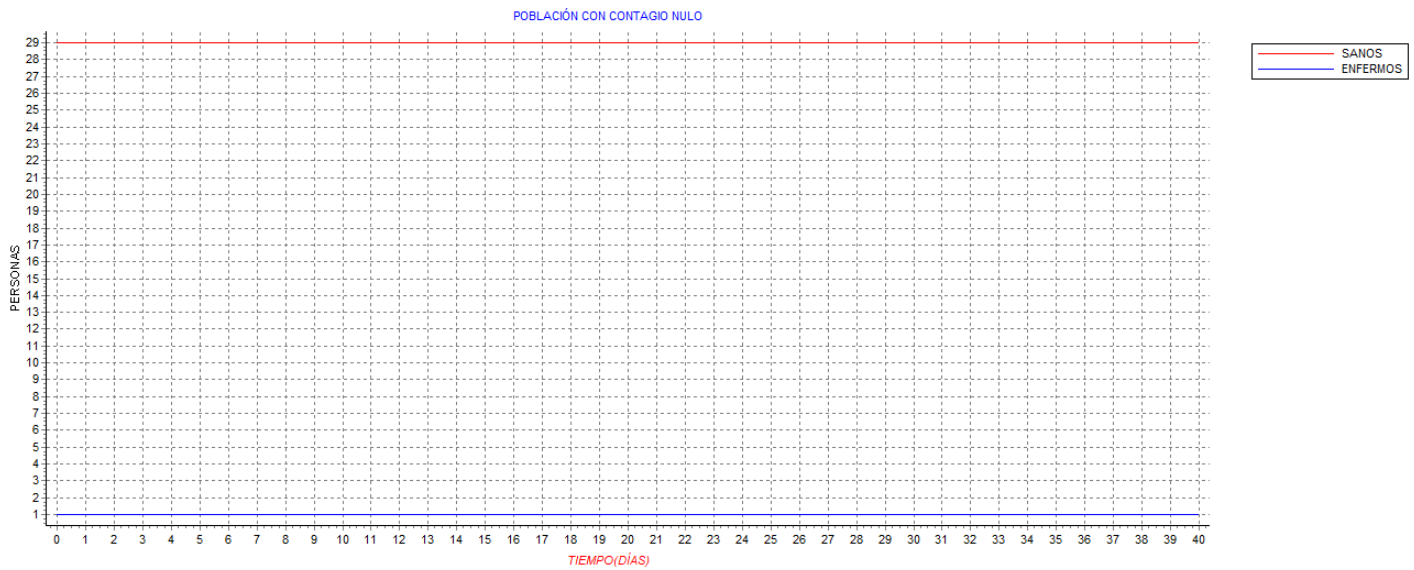


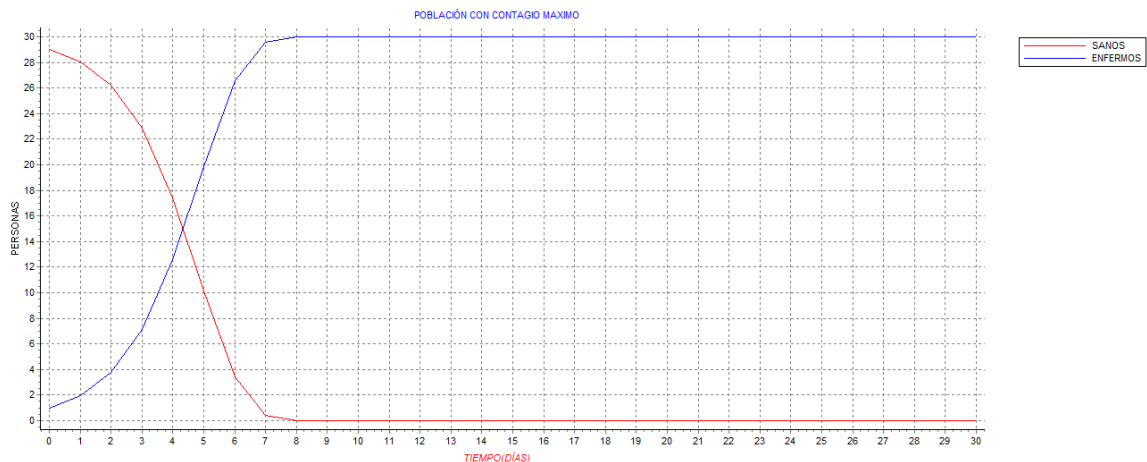
Ilustración 109 Simulación con el parámetro  $P\_Contg = 0$



El comportamiento a pesar de ser similar al anterior es adecuado, porque no hay ningún sano a quien contagiar y por lo tanto el modelo permanecerá estable durante toda la simulación.

Bajo esta condición se supone que el modelo no presenta ningún tipo de contagio ni debe haber transición de sanos y enfermos porque la probabilidad de contagiarse será cero. Como se puede ver no hay ningún tipo de contagio durante la simulación porque al haber contacto entre sanos y enfermos no se presenta contagio ( $P\_Contg = 0$ ). Por lo tanto, el modelo llega a ser adecuado en su comportamiento bajo estas condiciones.

*Ilustración 111 Simulación con el parámetro  $P\_Contg = 1$*



Bajo esta condición, la epidemia o el contagio debe propagarse en un tiempo inferior al que normalmente se desarrolla porque la probabilidad de que exista contagio al haber contacto entre un sano y un enfermo es alta ( $P\_Contg = 1$ ). Como se puede ver, el contagio se realiza en un tiempo más corto al normal porque el contagio está condicionado únicamente por la variable  $P\_Encuentro\_S$ .

Revisando cada uno de los comportamientos presentados por el modelo bajo condiciones extremas, nos damos cuenta que presenta resultados coherentes y supera la prueba sin inconvenientes.

### Prueba de Pasos de Integración

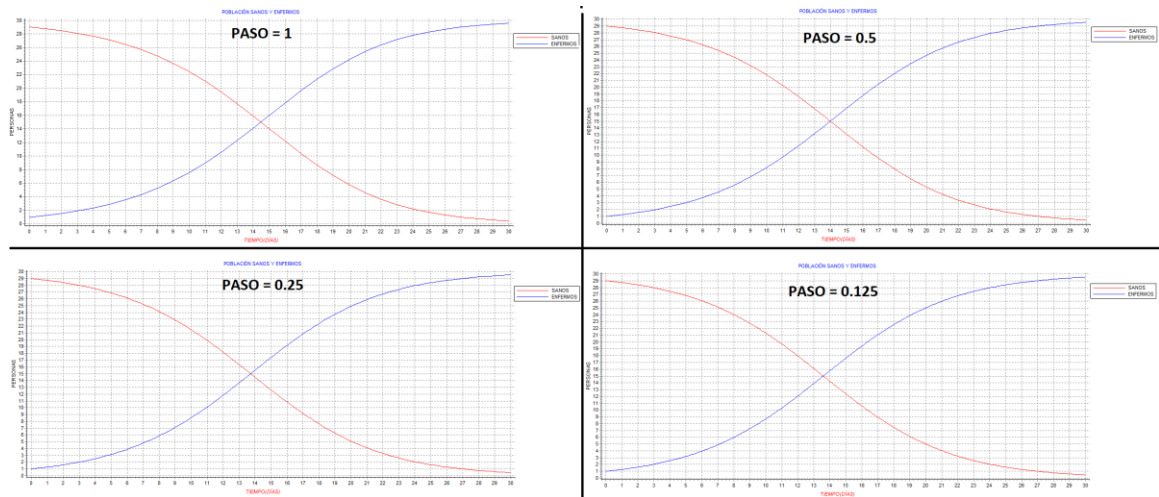
Los modelos construidos con dinámica de sistemas son usualmente formulados en condiciones de tiempo continuo y resueltos utilizando métodos de integración numérica. Al realizar un modelo, se debe elegir un método de integración y un tiempo de paso para generar una aproximación lo suficientemente precisa con respecto a los valores reales. Los resultados de la simulación no deben ser sensibles al tiempo de paso y método de integración.

La prueba consiste en ir recortando el paso de tiempo e ir corriendo el modelo de nuevo. Si los resultados cambian de forma que estos importen, entonces el paso de tiempo no es el apropiado y se tendrá que proceder a buscar un paso que se ajuste a las exigencias del modelo. Cabe recalcar que si las variaciones del paso son pequeñas se tendrá un error pequeño a considerar.

*Tabla 66 Pasos de Integración de Modelo SECUNDARIA*

<b>Numero de simulaciones</b>	<b>Paso de Integración</b>	<b>de comportamiento</b>
Simulación #1	1	Normal
Simulación #2	0.5	Normal
Simulación #3	0.25	Normal
Simulación #4	0.125	Normal

### Ilustración 112 Pasos de Integración



Como se puede observar en las gráficas anteriores, el comportamiento de cada una al variar el paso de integración es idéntico por lo que se concluye que el modelo no es sensible al cambio del paso de integración, se recalca que el paso de integración óptimo para el modelo es 1.

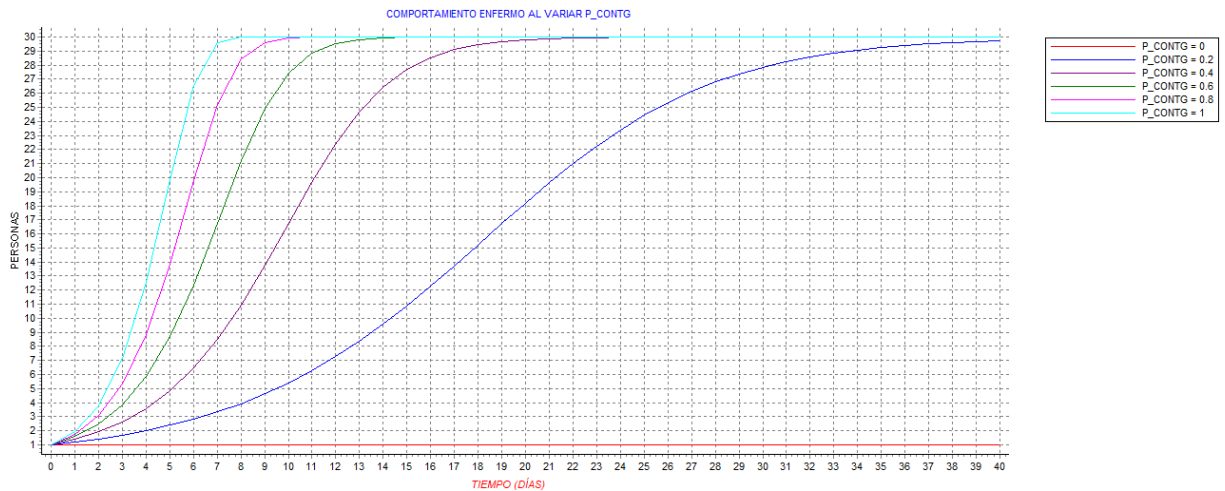
### Análisis de Sensibilidad

Debido a que todos los modelos son aproximados se debe probar la robustez de sus conclusiones hasta la ambigüedad de los supuestos asumidos. Esta prueba permite al creador del modelo plantearse la pregunta de si sus conclusiones cambian de forma relevante respecto al propósito cuando los supuestos varían en un cierto rango plausible de incertidumbre. De esta forma la robustez en las conclusiones que el modelo presenta será probada utilizando el análisis de sensibilidad por variación de parámetros que ofrece la herramienta evolución 4.5.

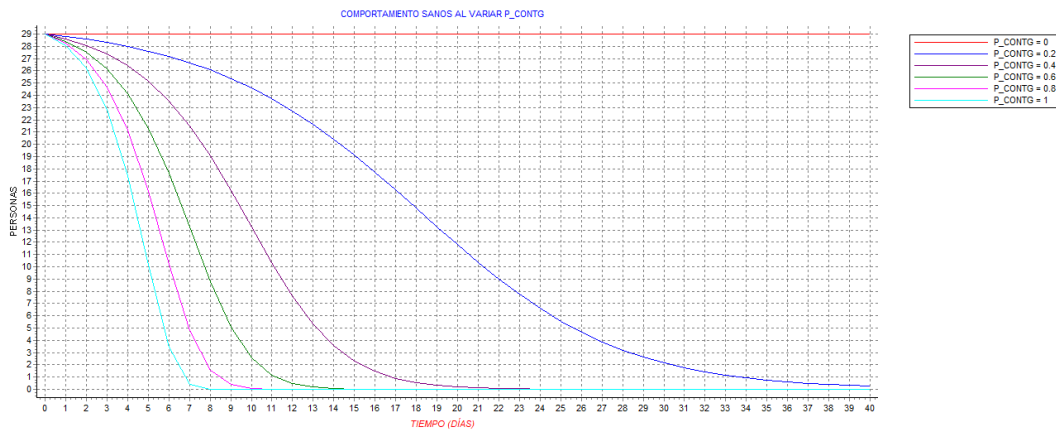
### Análisis de sensibilidad por variación de Parámetros

El único parámetro que será evaluado es el nombrado en el modelo como  $P\_Contg$  (Probabilidad del contagio) el cual corresponde a la probabilidad que existe de que un enfermo contagie a un sano al haber contacto mutuo. El rango de incertidumbre de este parámetro, al ser una probabilidad, es el comprendido entre cero y uno (0 – 1).

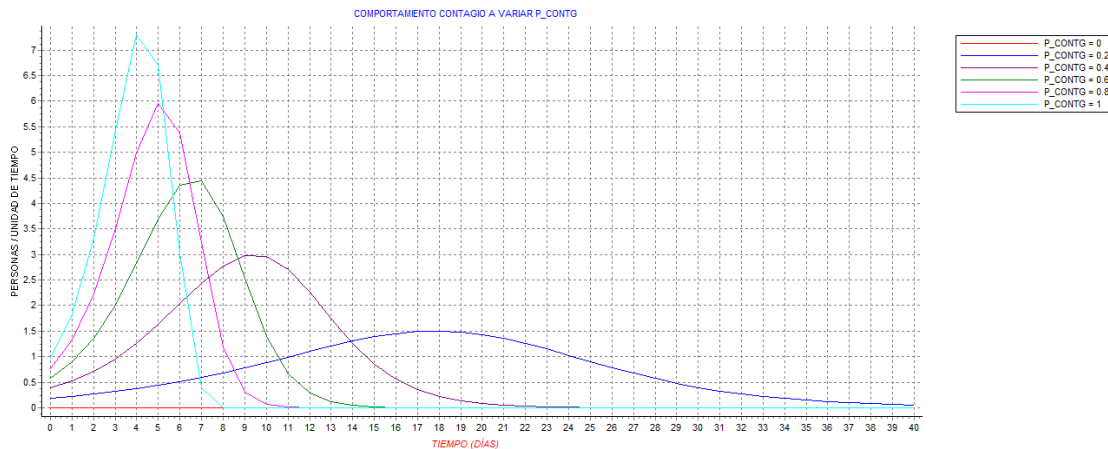
*Ilustración 113 población de enfermos al variar  $P\_Contg$*



*Ilustración 114 población de sanos al variar  $P\_Contg$*



*Ilustración 115 Simulación de Contagio al variar parámetro  $P\_Contg$*



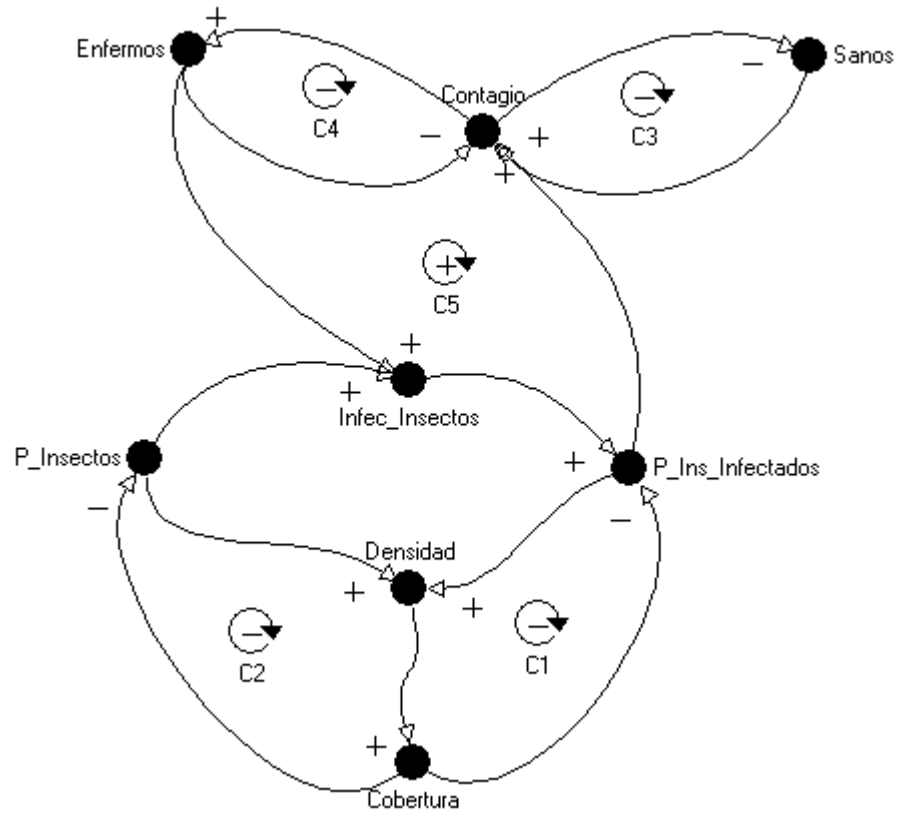
El comportamiento representado por el modelo en cada una de las variantes para P\_Contg es el adecuado tanto para los niveles (Sanos y Enfermos) como para el flujo que los intermedia (Contagio). Conforme se va incrementando el valor de P\_Contg, cada una de las variables afectadas por esta modificación se vuelve más pendiente y su transición hacia el estado final es mucho más rápida. No podemos contemplar comportamientos más allá del rango de incertidumbre fijado (0 – 1) ya que estamos hablando de una probabilidad.

### PRUEBA MODELO SIMULADOR DE JUEGO EPIDEMIA – VECTOR

Algunas enfermedades como Chagas y dengue, se transmiten por vector, el vector para el caso del dengue es el zancudo mientras que para la enfermedad de Chagas es el “pito”.

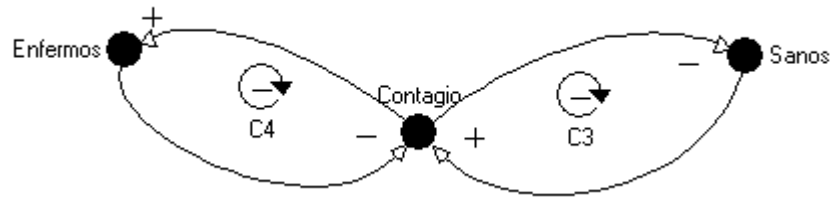
Para este modelo se tienen dos poblaciones, la primera es la población de las personas y la segunda es la del vector. Se debe tener presente que no todos los pitos o triatominos pueden transmitir la enfermedad, sin embargo, todos pueden llegar a adquirir la enfermedad en algún momento.

*Ilustración 116 Diagrama de Flujo – Modelo Epidemia Vector*



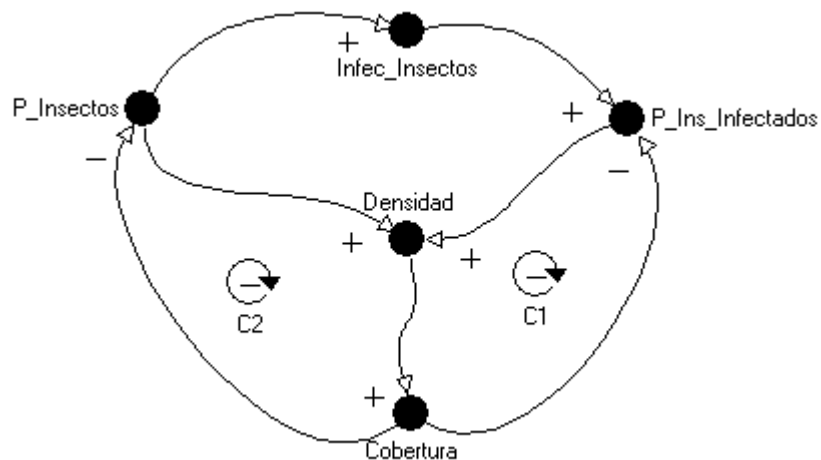
A continuación, se muestra el diagrama de influencias por separado para apreciar un mejor entendimiento del mismo:

*Ilustración 117 Sector población*



Corresponde a las relaciones causales existentes entre las variables que conforman la epidemia. Entre más enfermos existan más contagio habrá, entre más contagio más enfermos habrá, y viceversa. Esto establece el ciclo de realimentación positivo (C4) que hace que el contagio crezca progresivamente. Por otra parte, entre más sanos existan hay más contagio porque hay más personas que puedan contraer la enfermedad y entre más contagio halla, la cantidad de sanos disminuye porque la enfermedad se ha establecido en la población, lo que provoca un ciclo de realimentación negativo (C3) que se encarga de controlar el desarrollo de la epidemia para que no tome valores aislados de la realidad.

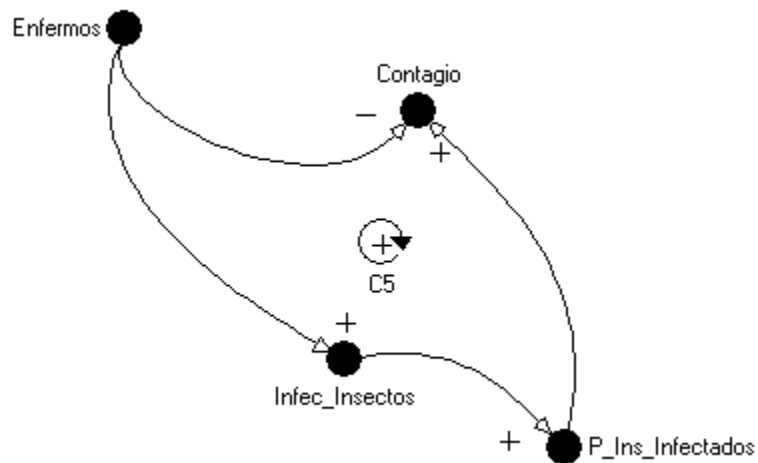
*Ilustración 118 Sector Dinámica Poblacional del Insecto*



El segundo sector representa las relaciones causales entre las variables que conforman la dinámica poblacional del insecto. Este sector posee también dos ciclos de realimentación (C2 y C4). Estos dos ciclos de realimentación son negativos o

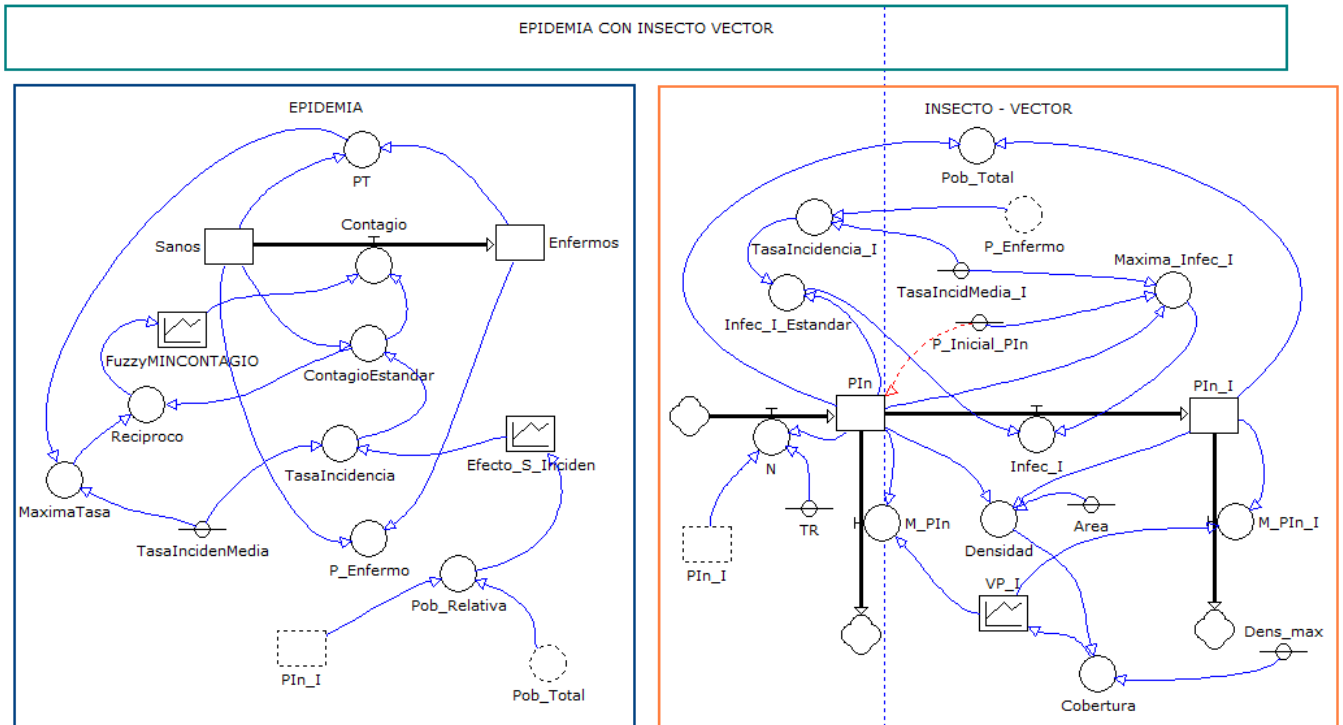
compensadores porque se encargan de que el límite poblacional establecido para los insectos se cumpla y su población no crezca exponencialmente ya que en la realidad esto no es posible, siempre hay un límite en el ambiente que impide una población llegue a crecer de forma indefinida. Las relaciones causales restantes son importantes, pero no establecen ningún tipo de realimentación.

*Ilustración 119 Sector Relación entre los dos sectores*



La parte más importante del diagrama de influencias es la que establece la relación entre los dos sectores anteriores: Epidemia e Insecto – Vector. La relación entre el contagio de las personas y la infección de los insectos provoca un ciclo de realimentación positivo (C5) que se encarga de reforzar el desarrollo de la epidemia a través del tiempo hasta que llegue a completarse cuando dejan de existir personas sanas en el entorno. [1]

Ilustración 120 Diagramas de Flujo de Nivel – Modelo Epidemia Vector



El diagrama está conformado por dos sectores los cuales son: el sector EPIDEMIA y el sector INSECTO – VECTOR. Se explican por separado para una mejor apreciación y entendimiento:

➤ Sector EPIDEMIA

En este sector se encuentra representada la dinámica de la epidemia del modelo. El desarrollo de la epidemia ocurre fundamentalmente por la interacción de los niveles SANOS y ENFERMOS a través del flujo CONTAGIO. La orientación del flujo CONTAGIO indicada por el sentido de la flecha hace que el nivel SANOS se agote, mientras que el nivel ENFERMOS aumenta a través del tiempo. La estructura del flujo CONTAGIO está acompañada adicionalmente por un parámetro denominado

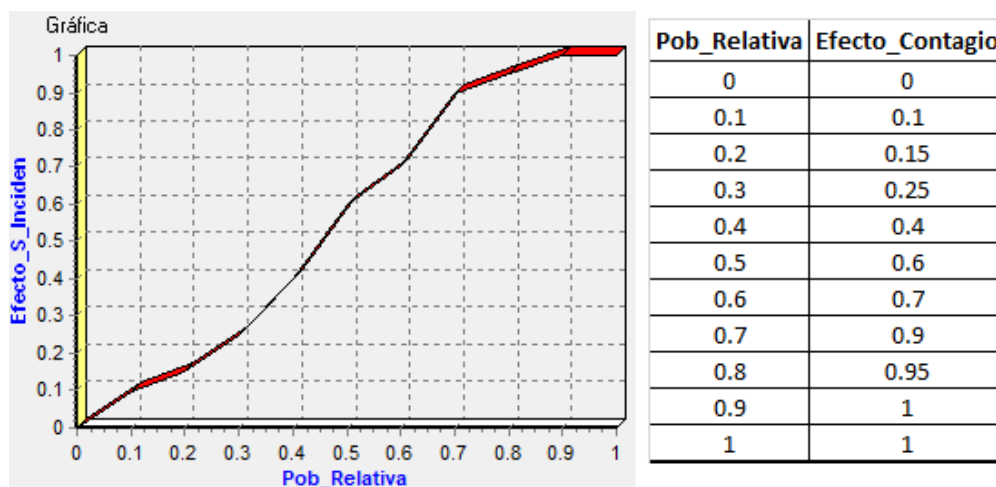
TasaIncidenMedia, que regula la cantidad de personas sanas que se contagian en cada tiempo de simulación.

Para ilustrar la dependencia del desarrollo de la epidemia sobre la cantidad de insectos infectados presentes en el entorno se utiliza una función no lineal denominada EFECTO\_S\_INCIDEN, la cual tiene como entrada la proporción de insectos infectados sobre el total de la población de insectos (POB\_RELATIVA) y como salida un factor entre cero y uno que afecta la tasa de incidencia promedio de humanos.

Finalmente, el sector EPIDEMIA tiene una función no lineal denominada FUZZYMINCONTAGIO la cual funciona como realimentación negativa para controlar el valor del flujo CONTAGIO y evitar que este adopte valores anormales que puedan afectar la consistencia del modelo cuando es sometido a condiciones extremas. [2]

Este sector cuenta con dos funciones NO LINEALES:

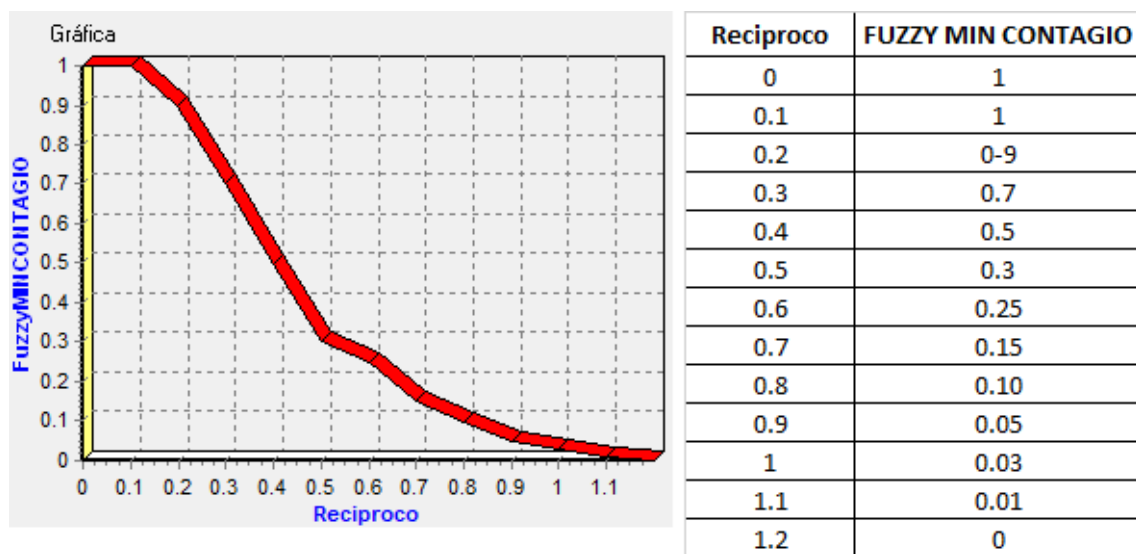
*Ilustración 121 Función del efecto PIN\_I sobre TasaIncidenMedia*



Establece la relación no lineal entre la población de insectos infectados en el entorno (PIN\_I) y la tasa de incidencia humana para el contagio de la enfermedad

(TASAINCIDENMEDIA). La entrada de EFECTO\_S\_INCIDEN es un valor relativo de la población de Insectos infectados en un tiempo determinado. La salida de EFECTO\_S\_INCIDEN es un valor comprendido entre cero y uno que altera la TASAINCIDENMEDIA dependiendo de la cantidad de Insectos infectados.

*Ilustración 122 Función NO LINEAL de FUZZY MIN CONTAGIO*



Es una función no lineal encargada de establecer un ciclo de realimentación negativo para controlar el valor del flujo CONTAGIO y mantenerlo dentro de valores razonables cuando el modelo es sometido a condiciones extremas de TASAINCIDENMEDIA. El comportamiento de la función es descendente porque entre más cercano este el valor del flujo CONTAGIO (representado por la variable CONTAGIOESTANDAR) al valor máximo de la tasa (MAXIMATASA) su salida tendera a cero. Por el contrario, si el valor del flujo CONTAGIO es pequeño, este no representa un peligro de incumplimiento de leyes de conservación de la materia y por lo tanto la salida de la función no lineal tendera a uno. [3]

➤ Sector INSECTO - VECTOR

Este subsistema es el encargado de simular la dinámica poblacional del insecto vector. Es una representación mucho más detallada que la representación por diagrama causal presentada anteriormente. El diagrama flujo nivel está conformado por cuatro flujos que interactúan con los dos niveles del subsistema: PIN (Población de insectos no infectados) y PIN\_I (Población de insectos infectados).

El flujo más importante en este diagrama es el llamado INFEC\_I (Infección del insecto) encargado de la transición de insectos no infectados a infectados. Así como el flujo CONTAGIO, este cuenta con un parámetro (TASAINCIDMEDIA\_I) el cual determina la cantidad de insectos que se infectan por cada insecto no infectado en el término de una semana. El valor de este parámetro es alterado por la evolución de la epidemia en las personas manifestado en la presencia de la variable P\_ENFERMO que indica la proporción de personas enfermas sobre el total de personas.

Los otros flujos del subsistema se encargan de recrear la dinámica poblacional de los insectos. El flujo N – o Natalidad – es el encargado de definir los nacimientos de insectos dependiendo de la cantidad total de insectos (sin discriminar entre infectados y no infectados) fomentando el crecimiento de la población de insectos.

Hay dos flujos de mortalidad, uno para cada nivel, que se encargan de disminuir la población de insectos por dos razones: por la mortalidad natural que ocurre en cualquier población y por la mortalidad acelerada ocasionada por estar cerca o sobrepasar los límites poblacionales establecidos por el parámetro DENS\_MAX. Como en todo ecosistema, el crecimiento poblacional no es indefinido y está regulado por una serie de factores ambientales que lo limita.

En este modelo, no es explícita la clase de factores que controlan el límite poblacional del insecto ya que no es su objetivo, pero es necesario establecer dicho límite de alguna manera para que el comportamiento del modelo sea coherente. [4]

Hay que aclarar también que este subsistema cuenta con un ciclo de realimentación negativa encargado de controlar el valor que adopta el flujo INFEC\_I bajo condiciones extremas. Por esta razón existen variables adicionales como MAXIMA\_INFEC\_I y POB\_INICIAL\_I que se encargan explícitamente de esta tarea.

### 1. Prueba de suficiencia de los Límites

El objetivo de esta evaluación es clasificar las variables del modelo en dos grupos: Variables endógenas y Exógenas. Las variables endógenas se explican dentro de un modelo a partir de sus relaciones con otras variables, las variables exógenas están determinadas fuera del modelo, están predeterminadas y no dependen de ninguna relación con las demás variables.

*Tabla 67 Suficiencia de los límites del modelo*

Variable	Endógeno	Exógeno
<b>Sector EPIDEMIA</b>		
Sanos	X	
Enfermos	X	
P_Enfermo	X	
Contagio	X	
PT	X	
ContagioEstandar	X	
Reciproco	X	
TasaIncidencia	X	
MaximaTasa	X	
Pob_Relativa	X	
TasaIncidenciaMedia		X
<b>Sector INSECTO - VECTOR</b>		
Pin	X	

Pin_I	X	
N	X	
M_Pin	X	
M_Pin_I	X	
Infec_I	X	
Densidad	X	
Cobertura	X	
TR		X
Area		X
Dens_max		X
Pob_Total	X	
TasaIncidencia_I	X	
Infec_I_Estandar	X	
Maxima_Infec_I	X	
TasaIncidMedia_I		X
P_Inicial_Pin		X

Para este modelo se tienen dos poblaciones, la primera es la población de las personas y la segunda es la del vector. Se debe tener presente que no todos los pitos o triatomíneos pueden transmitir la enfermedad, sin embargo, todos pueden llegar a adquirir la enfermedad en algún momento.”

Este modelo corresponde a una extensión del modelo del Juego de la epidemia en el cual el contagio era provocado por el contacto directo entre una persona sana y otra enferma, con el agregado de que el contagio ahora depende principalmente de la cantidad de insectos infectados presentes en el entorno.

Las variables que componen el modelo y su interacción pueden lograr el cumplimiento del propósito originalmente definido.

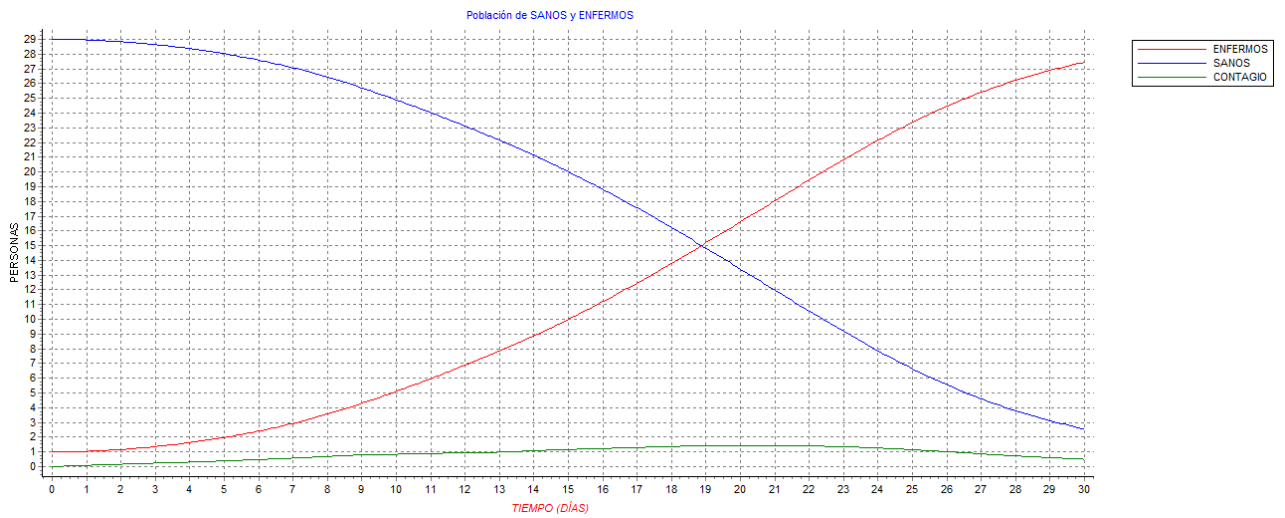
Hay factores que no se incluyen en el modelo debido a que no representan un interés importante dentro del propósito del modelo como el efecto de la invasión del humano al ecosistema del vector (**como influencia directa del incremento de la población de vectores en el entorno**) o las condiciones higiénicas y ambientales que motivan la presencia de vectores y la reproducción de los mismos o la cantidad de animales silvestres presentes en el entorno que pueden ser reservorios del parásito facilitando la propagación de la enfermedad y siendo determinantes en la densidad de vectores en una región específica.

## 2. Prueba de Evaluación de la Estructura

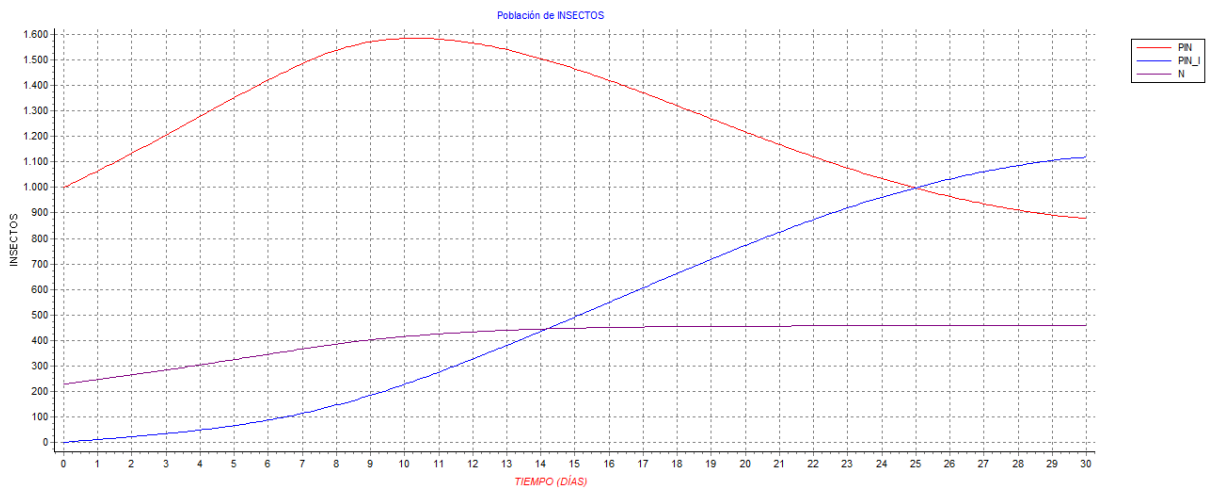
Este test analiza si el modelo es consistente o no con el conocimiento del sistema real relevante para el propósito requerido. Esta evaluación se enfoca en el nivel de agregación, la conformidad del modelo a las realidades físicas básicas como las leyes de la conservación y el realismo de las reglas de decisión para los agentes.

El propósito de esta prueba consiste en aislar los subsistemas existentes en el modelo para determinar si su comportamiento individual es el adecuado. Sin embargo, el modelo en cuestión solo posee un sistema sin subsistemas que lo compongan, por lo tanto, no es necesario hacer esta prueba para este modelo ya que no contiene subsistemas, sin embargo, se realiza la evaluación.

*Ilustración 123 Niveles SANOS, ENFERMOS y el Flujo CONTAGIO*

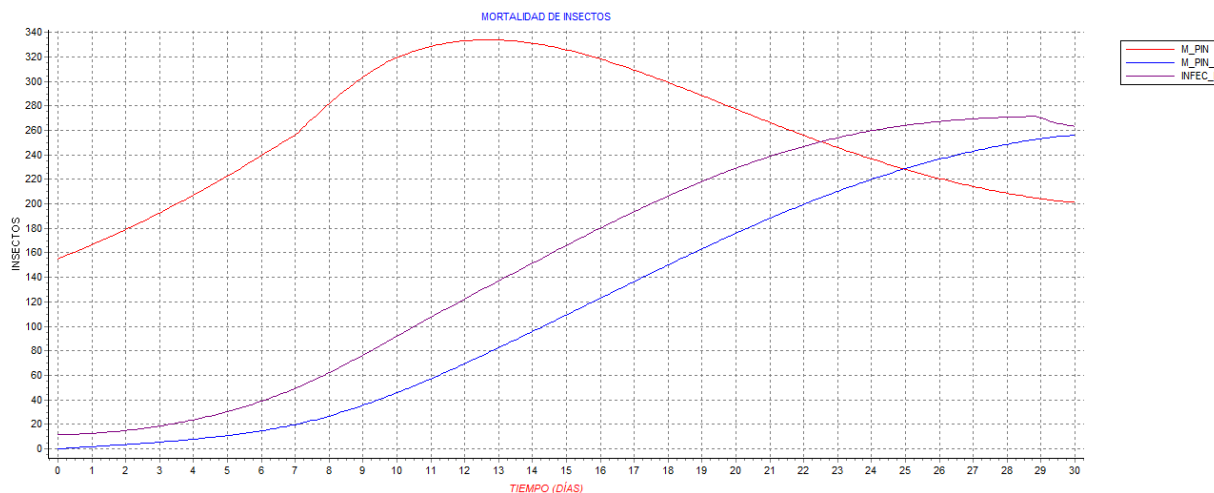


*Ilustración 124 Evaluación de Niveles Poblacionales de Insectos*



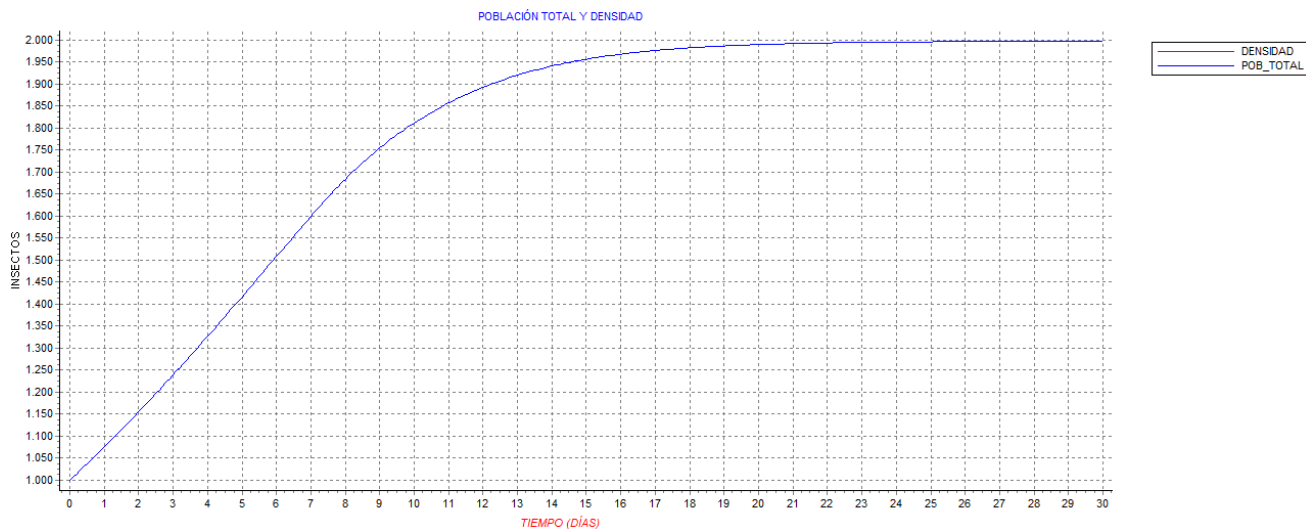
Como se puede observar, el comportamiento de los niveles poblacionales se ajusta a la realidad entablando relación entre el número de personas y el número de insectos que pueden estar o no infectados; a medida que la cantidad de personas enfermas aumenta, los insectos infectados también aumentan e inversamente con las personas sanas y los insectos sin infectar.

*Ilustración 125 Evaluación de la Mortalidad de los Insectos*



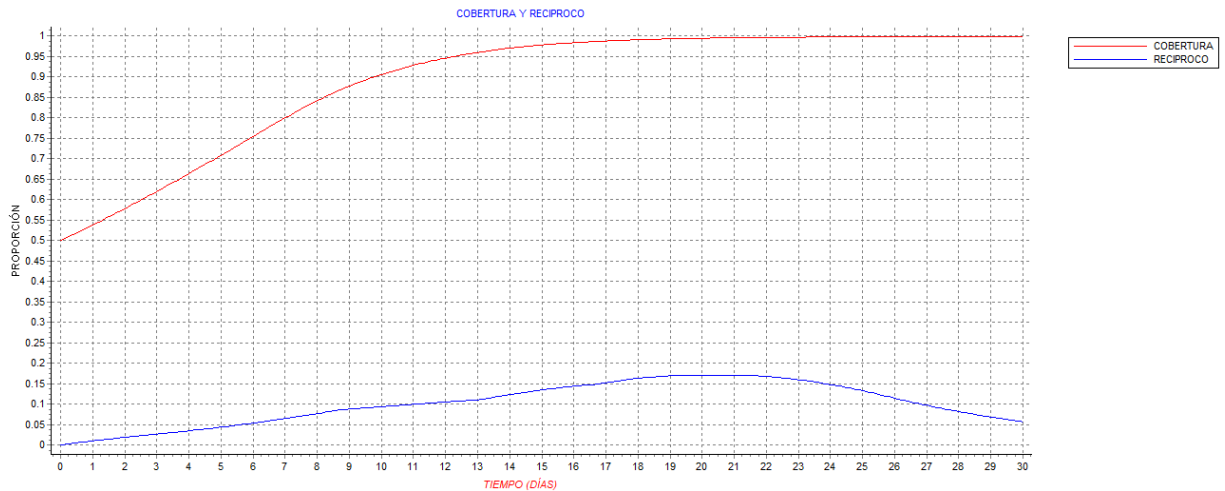
El comportamiento que hay entre la cantidad de insectos infectados (Infec\_I) y la mortalidad de los insectos infectados (M\_PIN\_I) es muy similar, por ende, se puede decir que luego de ser infectado el insecto, al poco tiempo muere a causa de esto. La mortalidad en los insectos sin infectar es mayor ya que su población es mucho más grande que la población de insectos infectados.

*Ilustración 126 Población Total de Insectos y su Densidad*



Para esta gráfica, se nota que la densidad y la población total son iguales ya que el valor del área es igual a 1km, por ende, al sumar los insectos infectados y no infectados y al dividirlo por el área (área=1) entonces da como resultado la población total misma.

*Ilustración 127 Evaluación de la Cobertura y el Reciproco*







Entiéndase por Cobertura como la proporción de insectos en el entorno con respecto a la cantidad máxima permitida y Reciproco como la Proporción que indica el grado de contagio en el entorno.








Ninguna de las anteriores graficas se pasan de los límites establecidos (menores a cero) por lo cual se puede concluir que el comportamiento que se presenta en el modelo concuerda con la realidad, por ende, el modelo es consistente con las leyes físicas básicas.



### 3. Prueba de Consistencia Adimensional









Este test consiste en asignar unidades a cada una de las variables del modelo a medida que éste se construye, con el propósito de identificar fallas importantes en la comprensión de la estructura o en el proceso de decisión que se está tratando de modelar.

*Tabla 68* Consistencia Adimensional – Modelo VECTOR

Icono	Nombre	Tipo	Descripción	Unidad
<b>Sector EPIDEMIA</b>				
	Sanos	Nivel	Personas que se encuentran sanas, es decir que aun no han contraído la enfermedad, en un instante t.	Personas
	Enfermos	Nivel	Personas que se encuentran enfermas en la población en un instante t.	Personas
	PT	Variable	Población total de personas en el entorno.	Personas
	Contagio	Flujo	Cantidad de personas que pasan de sanos a enfermos por semana	Personas / Semana

	FuzzyMINCONTAGIO	Tabla	Es una función no lineal encargada de establecer un ciclo de realimentación negativo para controlar el valor del flujo CONTAGIO y mantenerlo dentro de valores razonables cuando el modelo es sometido a condiciones extremas de TASAINCIDENTEDIA.	Adimensional
	ContagioEstandar	Variable	Variable que representa el contagio normal del modelo. Este contagio genera un valor entero que indica la cantidad de personas que se contagian semanalmente.	Personas / Semana
	Reciproco	Variable	Es una proporción que indica el grado de contagio de personas en el entorno, para estimar si es alto y tomar acciones puntuales sobre el flujo Contagio.	Adimensional
	TasaIncidencia	Variable	Tasa de incidencia real presente en el entorno en un instante determinado	1 / Semana
	MaximaTasa	Variable	Cantidad máxima de personas que pueden contagiarse durante toda la simulación. Es un valor constante en el tiempo	Personas / Semana
	Efecto_S_Inciden	Tabla	Efecto que tiene la población de insectos infectados sobre la tasa de incidencia	Adimensional
	TasaIncidenMedia	Parámetro	Cantidad de personas contagiadas por cada persona sana en una semana	1/Semana
	P_Enfermo	Variable	Proporción de personas enfermas en la población. (Funciona como un factor de Prevalencia de la enfermedad o de la epidemia en la población)	Adimensional
	Pob_Relativa	Variable	Proporción que indica la cantidad de insectos infectados sobre el total de la población de insectos	Adimensional
<b>Sector INSECTO - VECTOR</b>				
	Pob_Total	Variable	Población total de insectos	Insectos
	TasaIncidencia_I	Variable	Cantidad de insectos infectados por cada insecto no infectado semanalmente.	1 / Semana
	TasaIncidMedia_I	Parámetro	Cantidad promedio de insectos infectados por cada insecto no infectado anualmente.	1 / Semana

	Maxima_Infec_I	Variable	Flujo de Infección maximo (Utilizado bajo condiciones extremas)	Insectos / Semana
	Infec_I_Estandar	Variable	Flujo de Infección estándar (Utilizado bajo condiciones normales)	Insectos / Semana
	P_Inicial_Pin	Parámetro	Cantidad inicial de insectos no infectados	Insectos
	Pin	Nivel	Población de insectos no infectados	Insectos
	PiIn_I	Nivel	Poblacion de insectos infectados	Insectos
	N	Flujo	Nacimientos de la población de insectos no infectados	Insectos / Semana
	Infec_I	Flujo	Cantidad de Insectos infectados por la enfermedad a la semana	Insectos / Semana

	TR	Parámetro	Cantidad de insectos nacidos por cada insecto.	1 / Semana
	M_Pin	Flujo	Mortalidad de insectos no infectados	Insectos / Semana
	Densidad	Variable	Cantidad de insectos en un área determinada, en un instante de tiempo	Insectos/kilometro Cuadrado
	Area	Parámetro	Cantidad de terreno en el cual se va a realizar la simulación	kilometros Cuadrados
	M_PiIn_I	Flujo	Mortalidad de insectos infectados	Insectos / Semana
	VP_I	Tabla	Vida promedio del insecto que depende del grado de cobertura ocupado por los insectos	Tiempo de Vida
	Cobertura	Variable	Proporción de insectos en el entorno con respecto a la cantidad máxima permitida	Adimensional
	Dens_max	Parámetro	Cantidad de insectos máxima por área.	Insectos/kilometros Cuadrados

Esta evaluación permite verificar que el modelo es consistente dimensionalmente garantizando la integridad desde el punto de vista de las unidades de medida utilizadas.

#### 4. Prueba de Evaluación de Parámetros

Se define parámetro a un elemento (en este caso un elemento exógeno) el cual afecta el sistema sin verse afectado por este. Un parámetro puede tomar distintos valores para afectar el modelo a la hora de la simulación y así poder identificar errores.

Tabla 69 Evaluación de Parámetros – Modelo SECUNDARIA

Elemento	Valores Posibles	Valores de Referencia	Ecuación	Unidades
<b>Sector EPIDEMIA</b>				
Sanos	0 < Valor	Valor <= 29		Personas
Enfermos	0 < Valor	Valor >= 1		Personas
PT	0 < Valor	Valor <= 30	Enfermos+Sanos	Personas
Contagio	0 < Valor		ContagioEstandar*FuzzyMINCONTAGIO	Personas / Semana
ContagioEstandar	0 < Valor		Sanos*TasaIncidencia	Personas / Semana
Reciproco	0 < Valor		ContagioEstandar/MaximaTasa	Adimensional
TasaIncidencia	0<= Valor <= 1		TasaIncidenMedia*Efecto_S_Incidencia	1 / Semana
MaximaTasa	0<= Valor <= 1		TasaIncidenMedia*PT	Personas / Semana
TasaIncidenMedia	0<= Valor <= 1	Valor = 0,3		1/Semana

P_Enfermo	0<= Valor <= 1		Enfermos/(Sanos+Enfermos)	Adimensional
Pob_Relativa	0<= Valor <= 1		PIn_I/Pob_Total	Adimensional
Sector INSECTO - VECTOR				
Pob_Total	0 < Valor		PIn+PIn_I	Insectos
Tasalncidencia_I	0 < Valor		TasalncidMedia_I*P_Enfermo	1 / Semana
TasalncidMedia_I	0<= Valor <= 1	0,34		1 / Semana
Maxima_Infec_I	0 < Valor		PIn/(P_Inicial_PIn/(PIn*TasalncidMedia_I))	Insectos / Semana
Infec_I_Estandar	0 < Valor		Tasalncidencia_I*PIn	Insectos / Semana
P_Inicial_Pin	0 < Valor	1000		Insectos
Pin	0 < Valor		P_Inicial_PIn	Insectos
PIn_I	0 < Valor			Insectos
N	0 < Valor		(PIn+PIn_I)*TR	Insectos / Semana
Infec_I	0 < Valor		MIN(Maxima_Infec_I,Infec_I_Estandar)	Insectos / Semana

TR	0<= Valor <= 1	0.229		1 / Semana
M_Pin	0 < Valor		PIn/VP_I	Insectos / Semana
Densidad	0 < Valor		(PIn+PIn_I)/Area	Insectos/kilóme tro Cuadrado
Area	0 < Valor			kilómetros Cuadrados
M_PiIn_I	0 < Valor		PIn_I/VP_I	Insectos / Semana
Cobertura	0<= Valor <= 1		Densidad/Dens_max	Adimensional
Dens_max	0 < Valor			Insectos/kilóme tros Cuadrados

Esta prueba consiste en evaluar cada parámetro presente en el modelo tanto en su significado en la vida real como en el valor que adopta el parámetro durante la simulación. En el modelo hay 6 parámetros los cuales pueden no ser consistentes con los conocimientos teóricos que se han desarrollado a lo largo de los años sobre las características poblacionales de los triatomino y la dinámica poblacional de la epidemia por vector. Esto debido a que fueron estimados a prueba y error. No obstante, hay parámetros como TR (Tasa de Reproducción o Natalidad) a los que se encontró información estadística detallada para múltiples especies del vector (Triatomino).

Todos los parámetros tienen su equivalente en el sistema real:

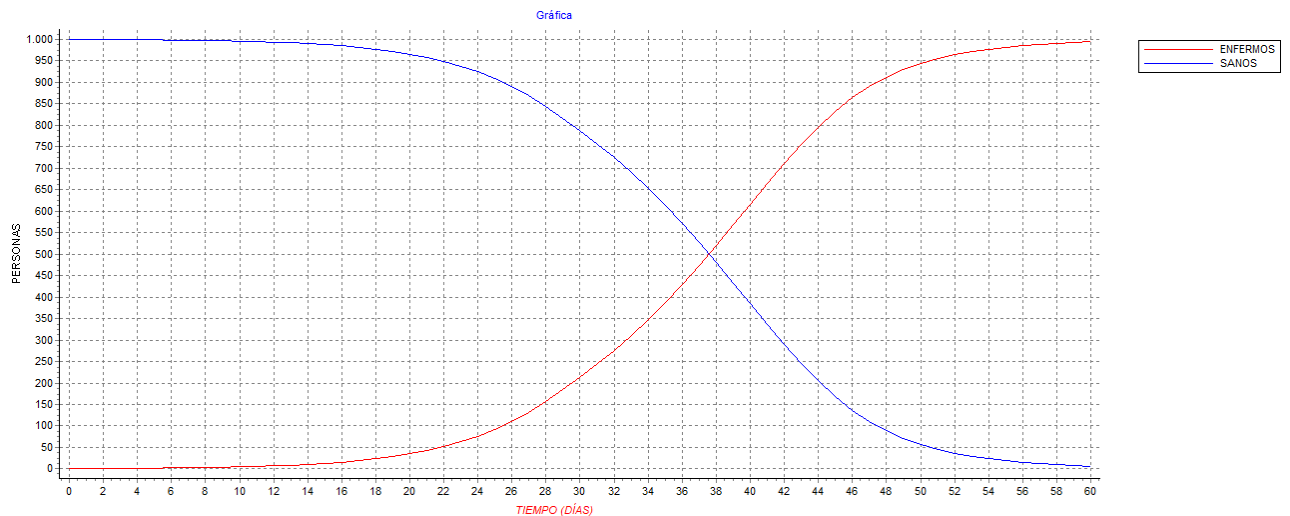
- **TasaIncidenciaMedia** es la cantidad de personas que pasan de sanas a enfermas por cada individuo en un instante determinado. Toda epidemia u enfermedad tiene ese dato estadístico.
- **TasaIncidenciaMedia\_I** es la cantidad de insectos que pasan de no infectados a infectados por cada individuo en un tiempo determinado. A pesar de que este valor no se ha cuantificado debido a la dificultad que representa hallarlo, si existe.
- **P\_Inicial\_Pin** es la cantidad inicial de Insectos no infectados. Este parámetro no necesita estudio ya que el valor puede variar dependiendo del número de insectos que se quiera tener.
- **TR**, Tasa de Reproducción o Natalidad es la cantidad de insectos que nacen por cada individuo en un tiempo determinado. Este dato existe y se ha estimado en múltiples estudios.
- **Dens\_max** es la cantidad máxima de insectos que pueden convivir en un área determinada. Este dato existe en el sistema real pero no se ha cuantificado aún.
- **Area** es la cantidad de terreno en el cual se va a realizar la simulación. Este parámetro posee su equivalente en el mundo real: La población de triatominos se encuentra en una región específica que debe ser limitada por esta área. Al menos de forma aproximada porque es complejo encontrar estudios donde cuantifiquen este atributo de la población de triatominos.

## 5. Prueba de Condiciones Extremas

La prueba que se realizará a continuación implica realizar un cambio al valor de niveles y parámetros (condiciones iniciales en general) para revisar el comportamiento adoptado por el modelo. Para aplicar esta prueba es necesario cambiar valores para niveles y parámetros tanto de forma simultánea como independiente.

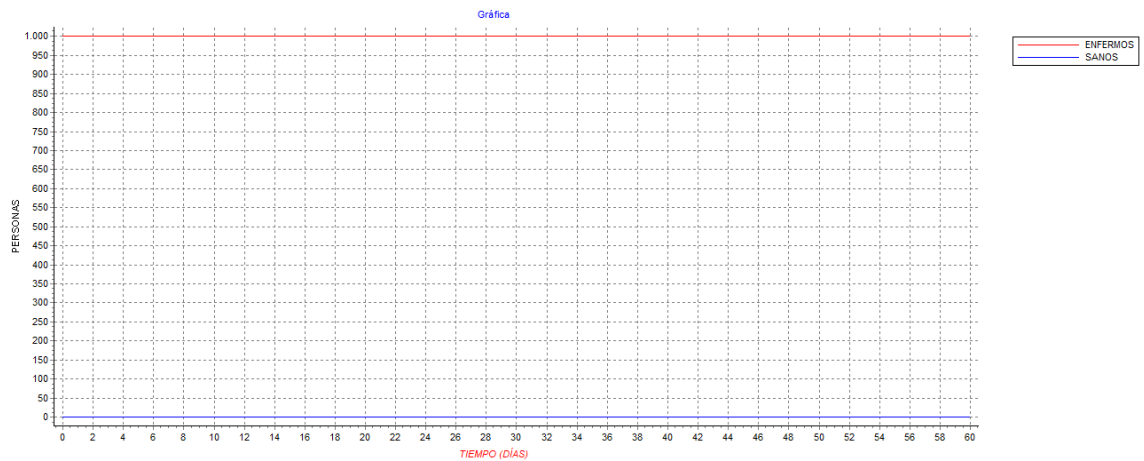
Sin embargo, la prueba será aplicada para las condiciones que se consideren más influyentes dentro del comportamiento del modelo. Los principales comportamientos del modelo que serán evaluados son la dinámica de la epidemia y la dinámica poblacional del insecto.

*Ilustración 128 Comportamiento Poblacional Sanos = 1000 y Enfermos = 1*



La población de sanos independientemente de lo grande que sea termina por contagiarse en su totalidad en algún tiempo determinado de la simulación bajo la presencia de al menos un enfermo. Este comportamiento es adecuado a la dinámica del Juego de la Epidemia modelada.

*Ilustración 129 Comportamiento Poblacional con Sanos = 1 y Enfermos 1000*



La cantidad de sanos pasa de uno a cero, pero no se nota el cambio por el rango tan grande del eje Y. Sin embargo, al final todos terminan enfermos y la simulación permanece constante desde entonces. El comportamiento del modelo es el adecuado durante toda la simulación. Para una mejor apreciación, se muestra a continuación la simulación de personas sanas y enfermas por separado:

*Ilustración 130 personas sanas y enfermas con condiciones:  $S = 1$  y  $E = 100$*

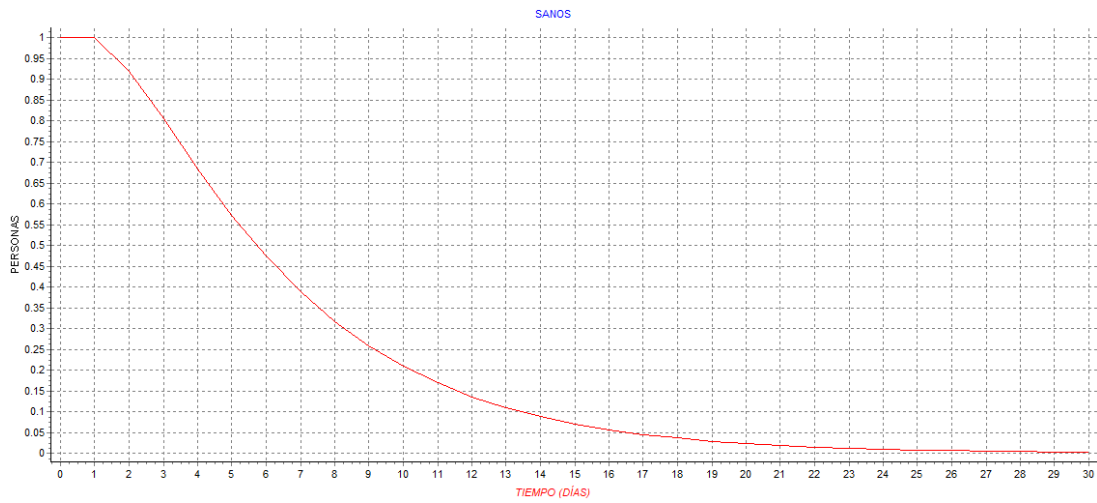
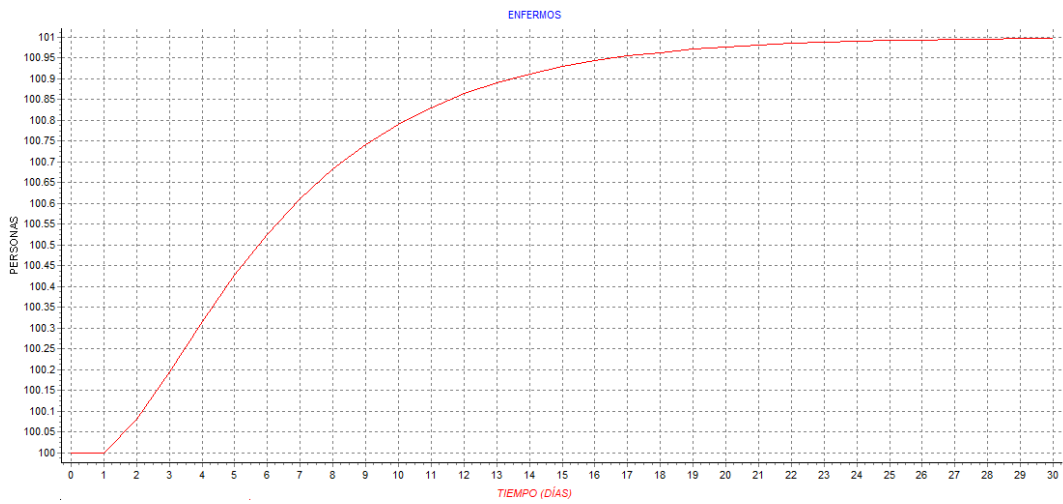


Ilustración 131 Sanos y Enfermos con  $Dens_{max} = 100000$

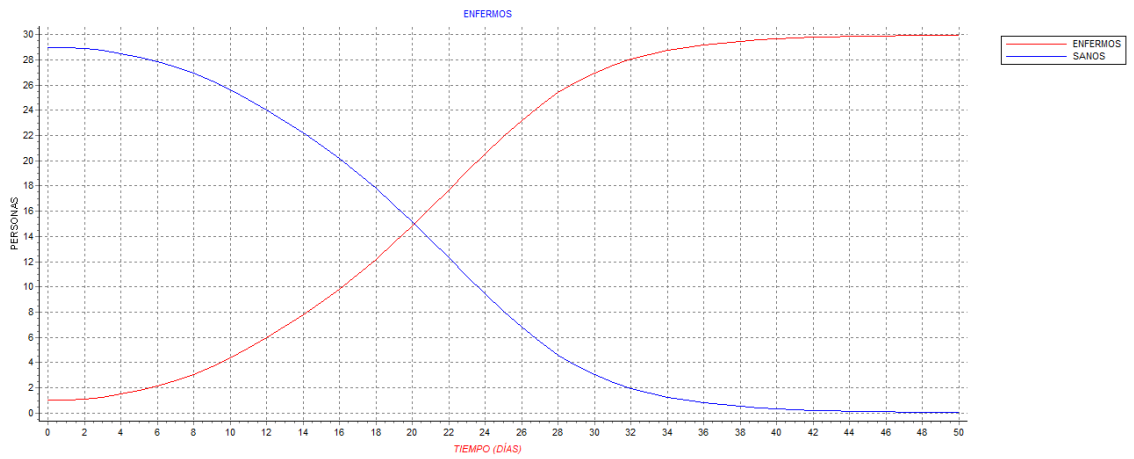


Ilustración 132 Comportamiento de la epidemia bajo  $Dens\_max = 100000$

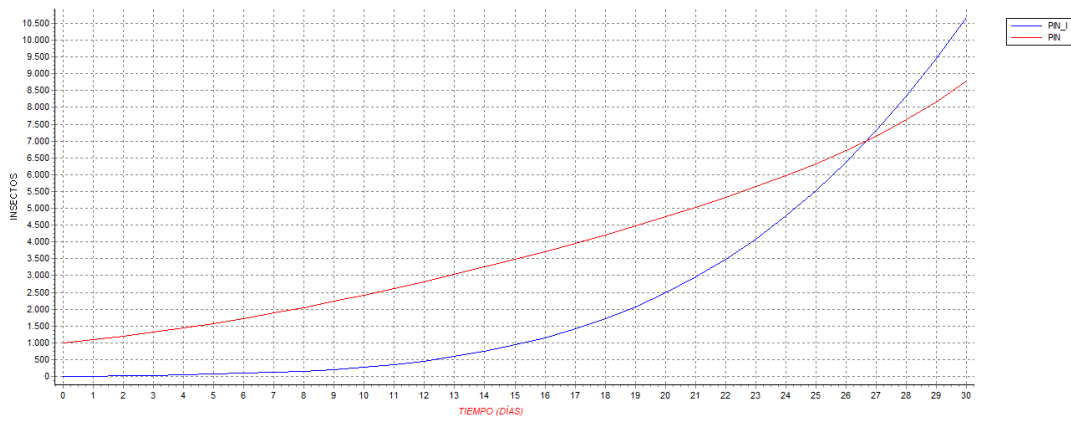


Ilustración 133 Comportamiento Epidemia Poblacional con  $TR = 0$

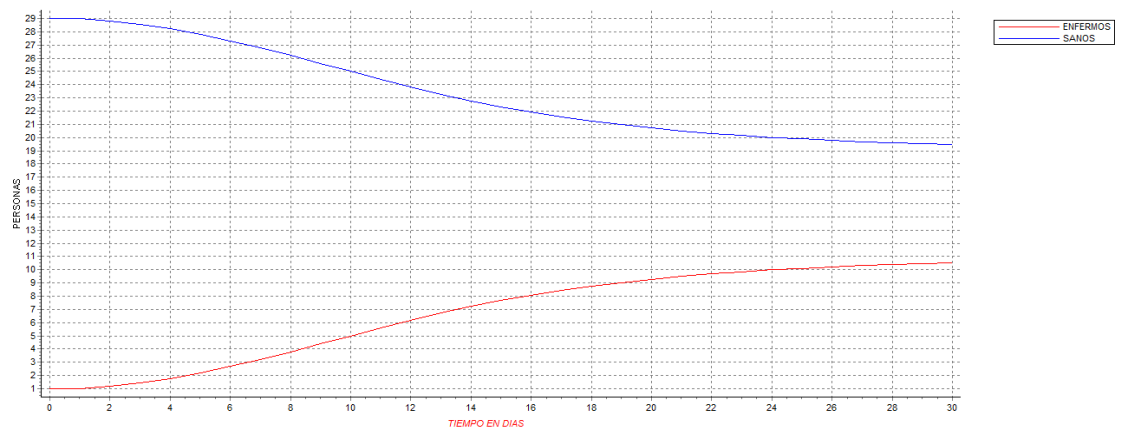
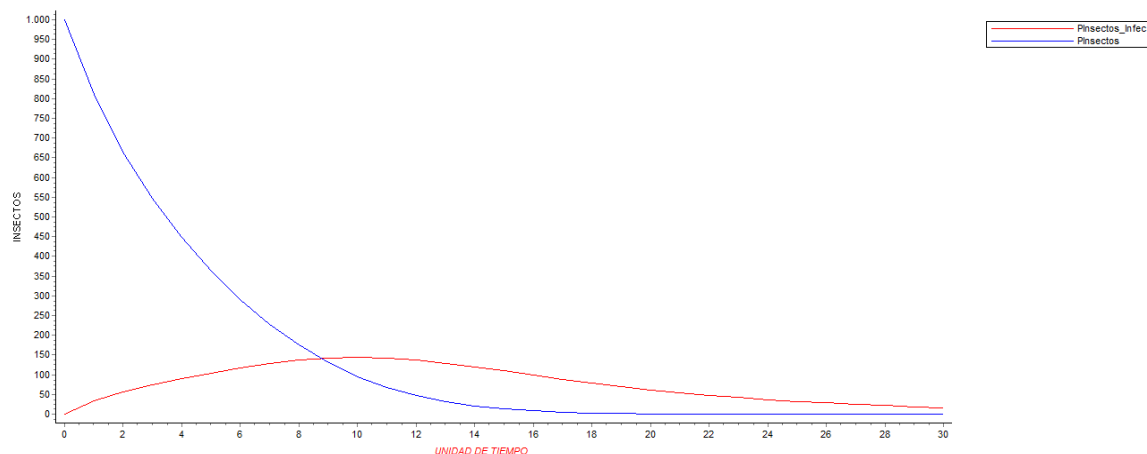


Ilustración 134 Comportamiento Población Insectos con  $TR = 0$



El comportamiento bajo la condición  $TR = 0$  es razonable. La población de vectores decrece conforme avanza el tiempo hasta acercarse a cero. La población de vectores infectados aumenta producto de la propagación de la epidemia. La población de sanos y enfermos decrece y aumenta respectivamente hasta llegar a un punto de equilibrio estable durante el resto de la simulación.

Ilustración 135 Comportamiento Epidemia con  $PI_n = 0$

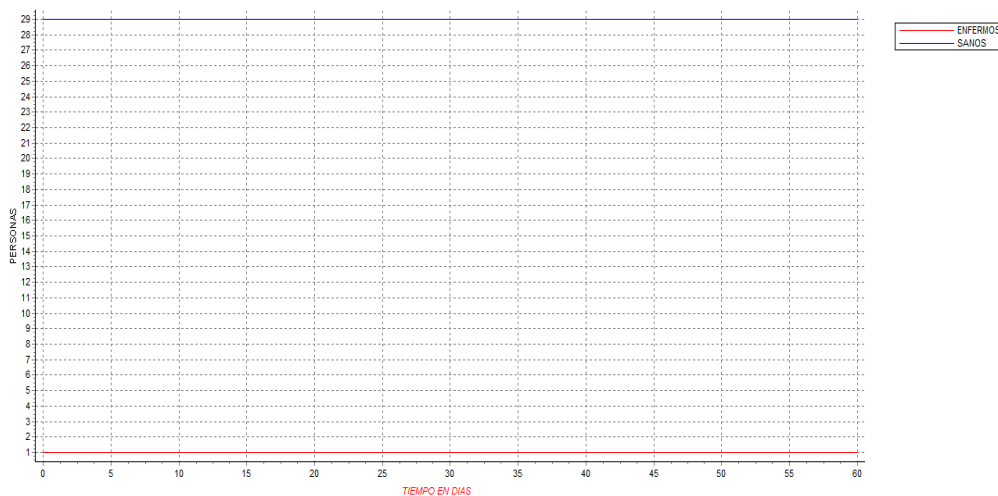
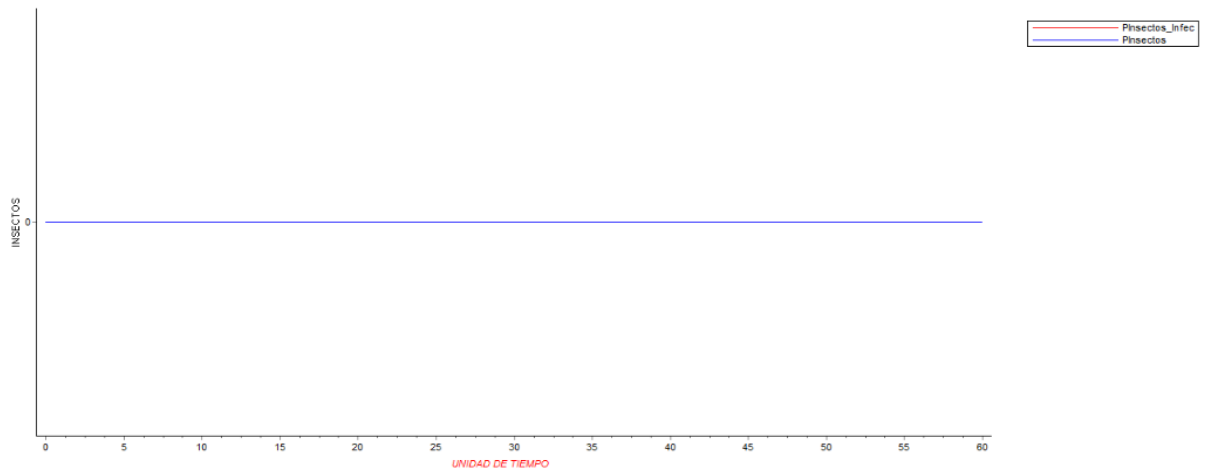


Ilustración 136 Comportamiento Poblacional Insectos con  $PI_n = 0$



Si no hay insectos en el entorno donde se encuentran las personas, no hay forma de que la enfermedad se propague por la población. Hay estabilidad en el comportamiento durante toda la simulación. El comportamiento del modelo es razonable.

## 6. Prueba de Pasos de Integración

Los modelos construidos con dinámica de sistemas son usualmente formulados en condiciones de tiempo continuo y resueltos utilizando métodos de integración numérica. Al realizar un modelo, se debe elegir un método de integración y un tiempo de paso para generar una aproximación lo suficientemente precisa con respecto a los valores reales. Los resultados de la simulación no deben ser sensibles al tiempo de paso y método de integración.

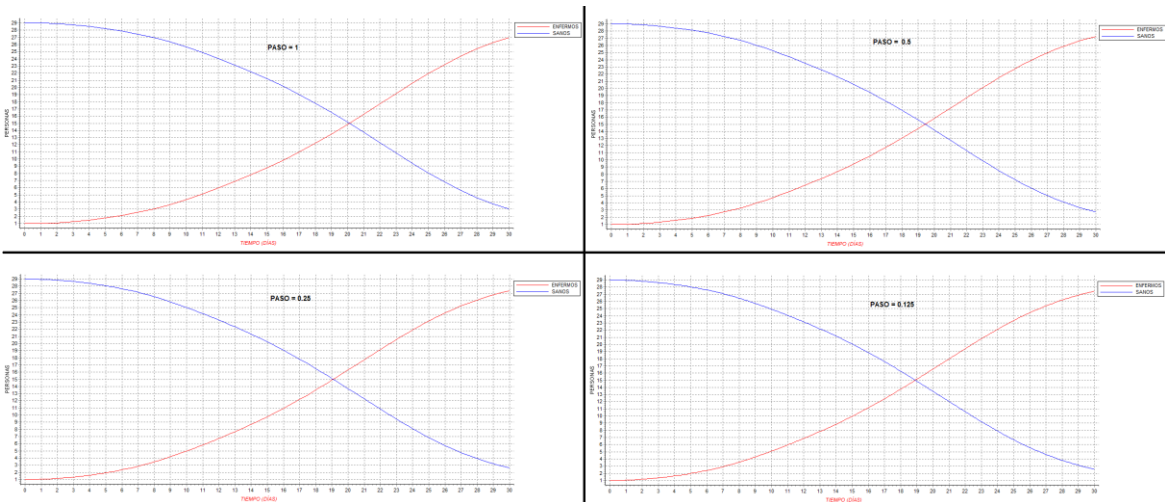
La prueba consiste en ir recortando el paso de tiempo e ir corriendo el modelo de nuevo. Si los resultados cambian de forma que estos importen, entonces el paso de tiempo no es el apropiado y se tendrá que proceder a buscar un paso que se ajuste a las exigencias del modelo. Cabe recalcar que si las variaciones del paso son pequeñas se tendrá un error pequeño a considerar.

Tabla 70 Pasos de Integración del Modelo Epidemia por vector

Numero de simulaciones	Paso de Integración	comportamiento
Simulación #1	1	Normal
Simulación #2	0.5	Normal
Simulación #3	0.25	Normal
Simulación #4	0.125	Normal

Como se puede observar en las gráficas anteriores, el comportamiento de cada una al variar el paso de integración es idéntico por lo que se concluye que el modelo no es sensible al cambio del paso de integración, se recalca que el paso de integración óptimo para el modelo es 1.

Ilustración 137 Pasos de Integración para la Epidemia



## 7. Análisis de Sensibilidad

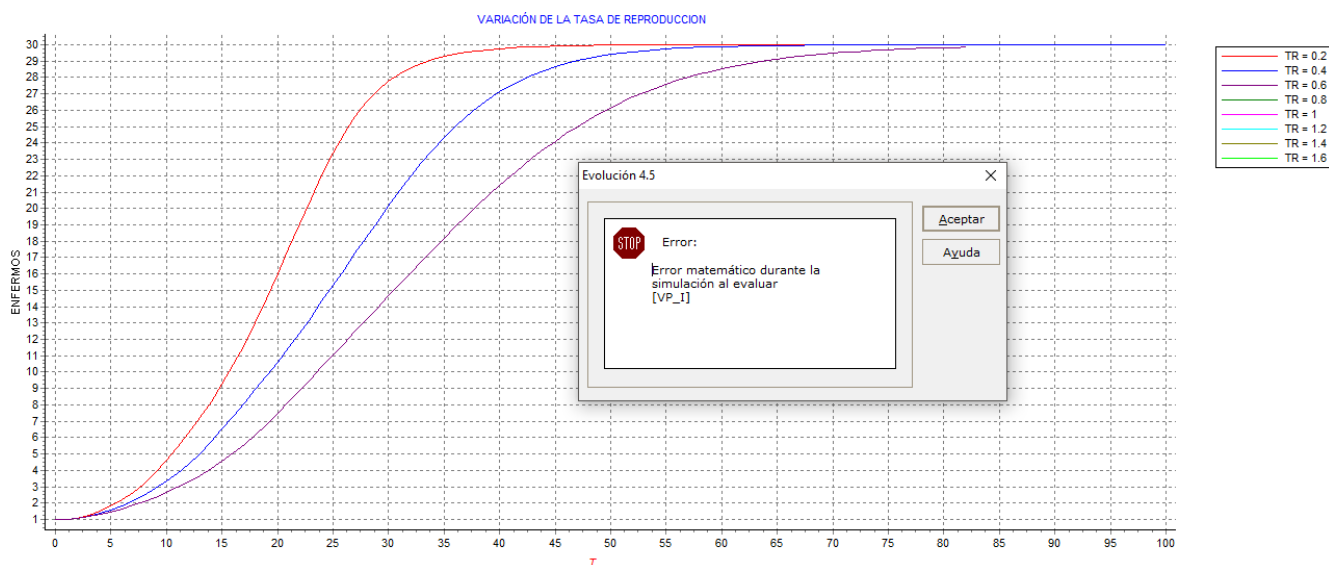
Debido a que todos los modelos son aproximados se debe probar la robustez de sus conclusiones hasta la ambigüedad de los supuestos asumidos. Esta prueba

permite al creador del modelo plantearse la pregunta de si sus conclusiones cambian de forma relevante respecto al propósito cuando los supuestos varían en un cierto rango plausible de incertidumbre. De esta forma la robustez en las conclusiones que el modelo presenta será probada utilizando el análisis de sensibilidad por variación de parámetros que ofrece la herramienta evolución 4.5.

### 7.1 Análisis de sensibilidad por variación de Parámetros

El primer parámetro se analiza es TR (Tasa de reproducción, en la cual su valor inicial es = 0.2). El rango de incertidumbre se define de [0.2 a 1.6], a continuación, la simulación de dicho parámetro:

*Ilustración 138 Resultado Análisis de Sensibilidad para el Parámetro TR*



Otro parámetro es Dens\_max (densidad máxima, en la cual su valor inicial es = 2000). Es un indicador de la cantidad de insectos límite que debe existir en una región determinada. El rango de incertidumbre se define de [2000 a 14000], a continuación, la simulación de dicho parámetro:

Ilustración 139 Dens\_max de los Insectos Infect. (Pin\_I)

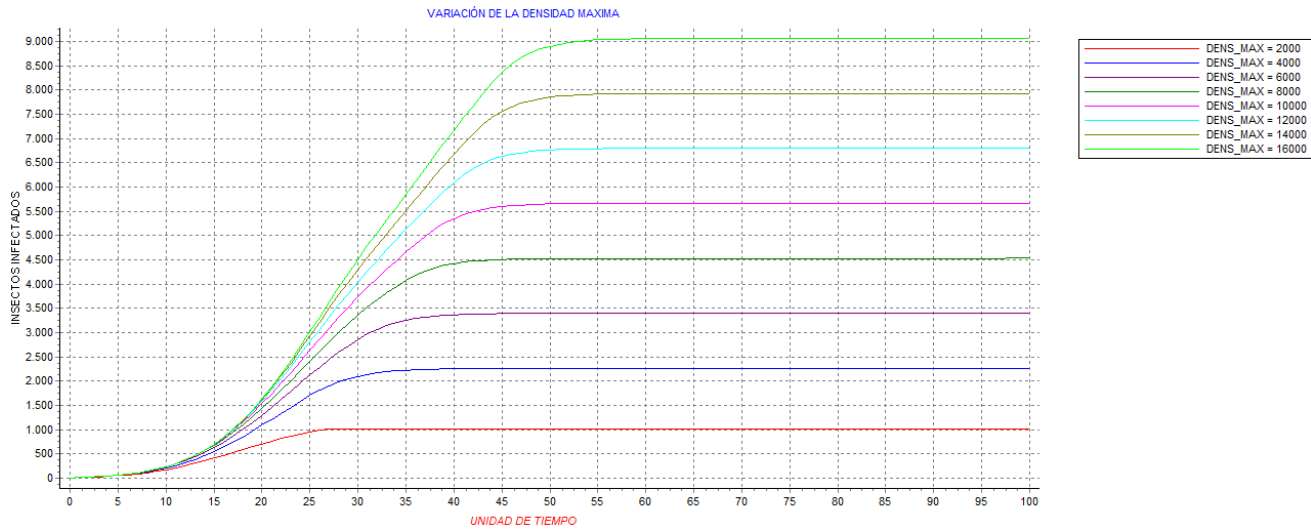
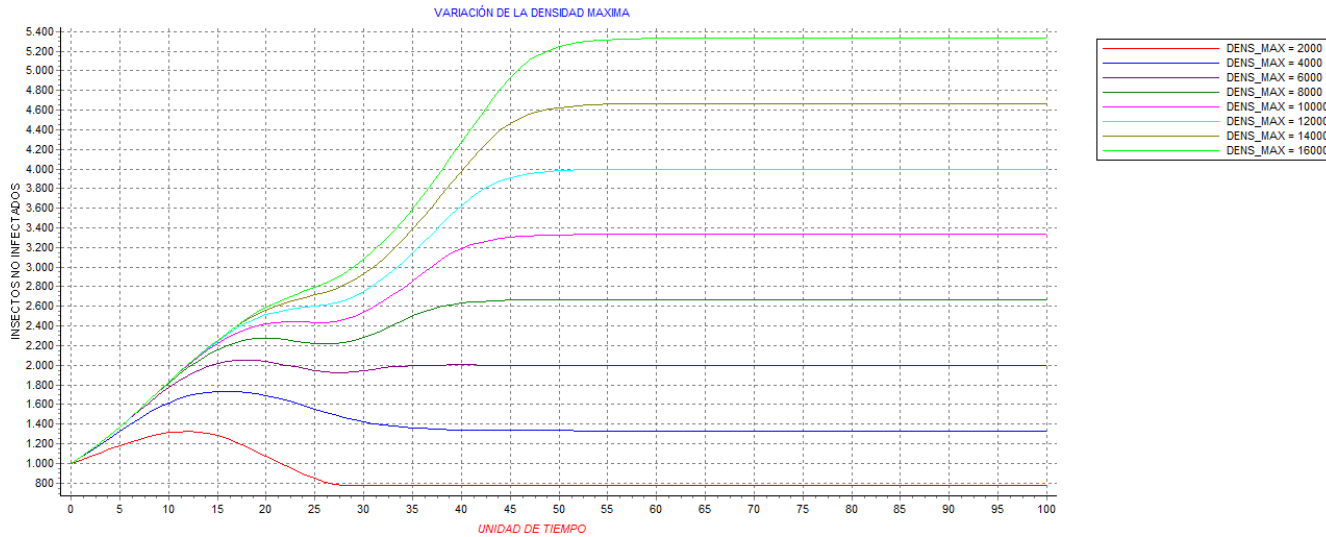


Ilustración 140 Dens\_max de los Insectos no Infec (Pin)



El comportamiento de interés para la variación de la densidad máxima (Dens\_max) es el referido a la población de insectos presentes en el entorno. Su resultado es el esperado, la población de insectos es correctamente limitada por el margen de Dens\_max impidiendo que crezca más de lo permitido. No hay novedades en este comportamiento.

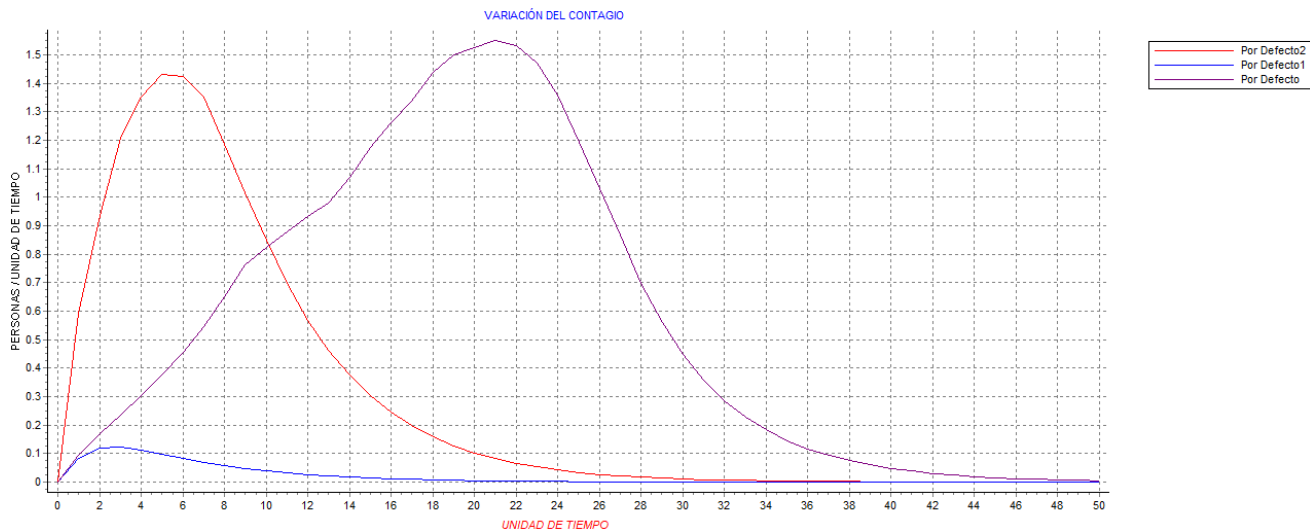
El parámetro Area no será analizado porque no es muy relevante para el comportamiento del modelo.

## 7.2 Análisis de sensibilidad por variación de Escenarios

Los escenarios que vamos a evaluar en este modelo corresponden a la dinámica de la epidemia y a la dinámica poblacional de triatomino a partir de la variación de condiciones iniciales de los niveles. Para este análisis de variación de escenarios se considera los comportamientos de los flujos de Contagio y la Infección del Insecto (Infec\_I).

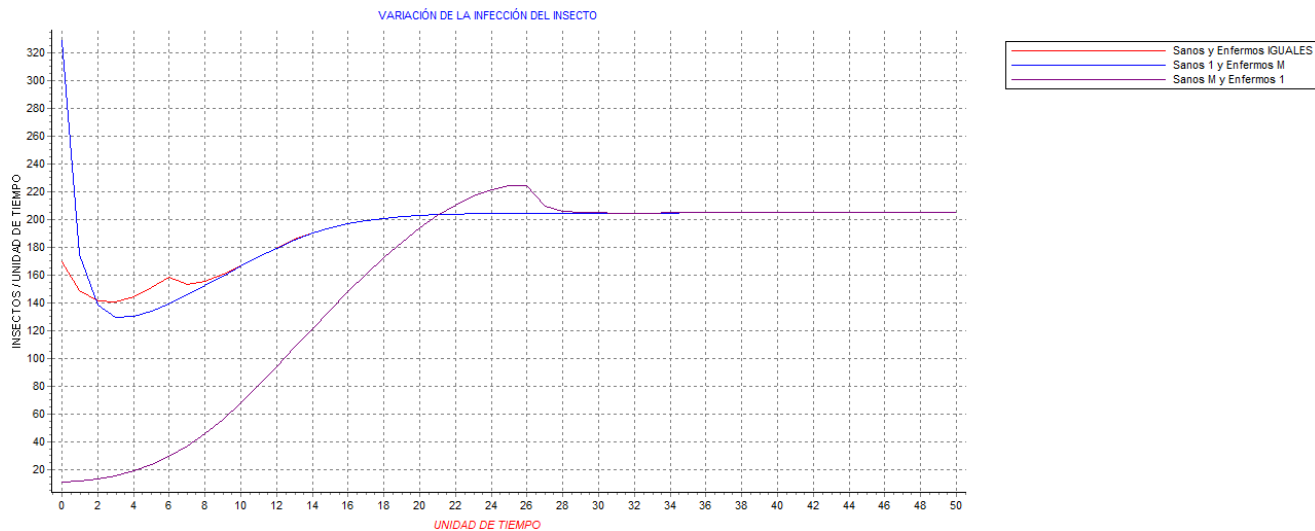
### DINAMICA DE LA EPIDEMIA

*Ilustración 141 flujo Contagio variando los escenarios*



El comportamiento del contagio bajo la variación de escenarios es consistente con la realidad. Casi no se presenta contagio cuando la gran mayoría de la población está enferma; los índices más altos de contagio ocurren cuando la mayoría de la población está sana inicialmente.

*Ilustración 142 el flujo Infec\_I variando escenarios*

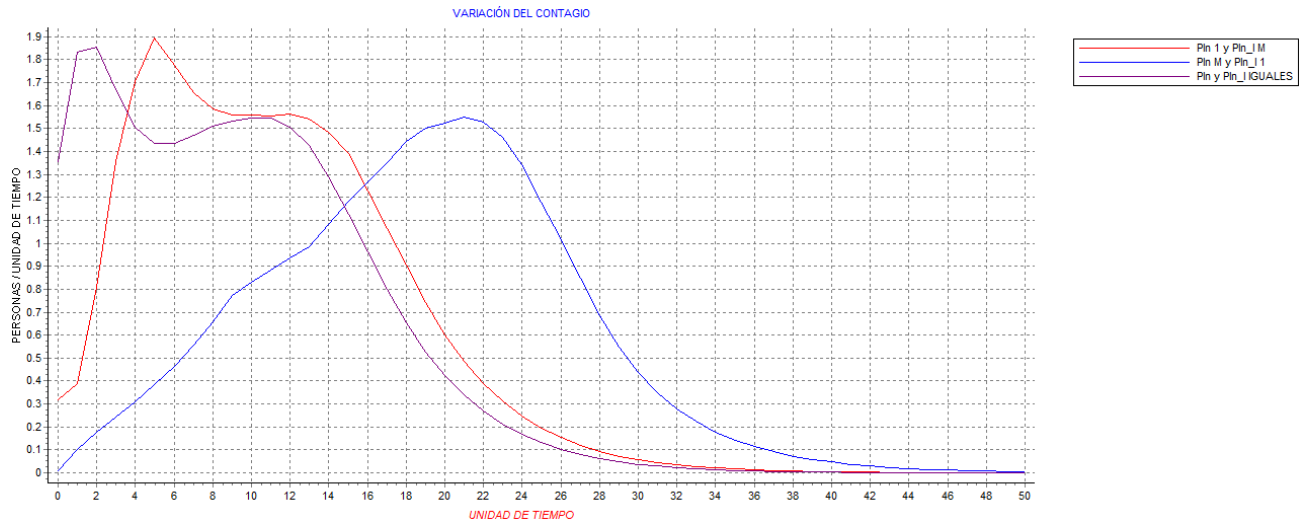


En el escenario (Sanos y Enfermos IGUALES), la infección empieza alta, pero decrece de forma más regular con respecto a lo que ocurre en los otros escenarios. En el escenario (Sanos 1 y Enfermos M), la infección de los insectos es muy elevada por los altos índices de personas infectadas en el entorno, pero decae rápidamente porque la población de insectos no infectados disminuye de forma importante. En el escenario (Sanos M y Enfermos 1), la infección de insectos crece conforme aumenta la población de enfermos en el entorno, pero se después de un tiempo desarrolla un equilibrio dinámico.

Este equilibrio dinámico se debe a que las tasas de entrada y salida para el nivel de población de infectados se equilibran y mantienen ese equilibrio a lo largo del tiempo porque estamos hablando de la misma cantidad de población.

## DINAMICA POBLACIONAL DE TRIATOMINOS

*Ilustración 143 el flujo Infec\_I variando los escenarios*

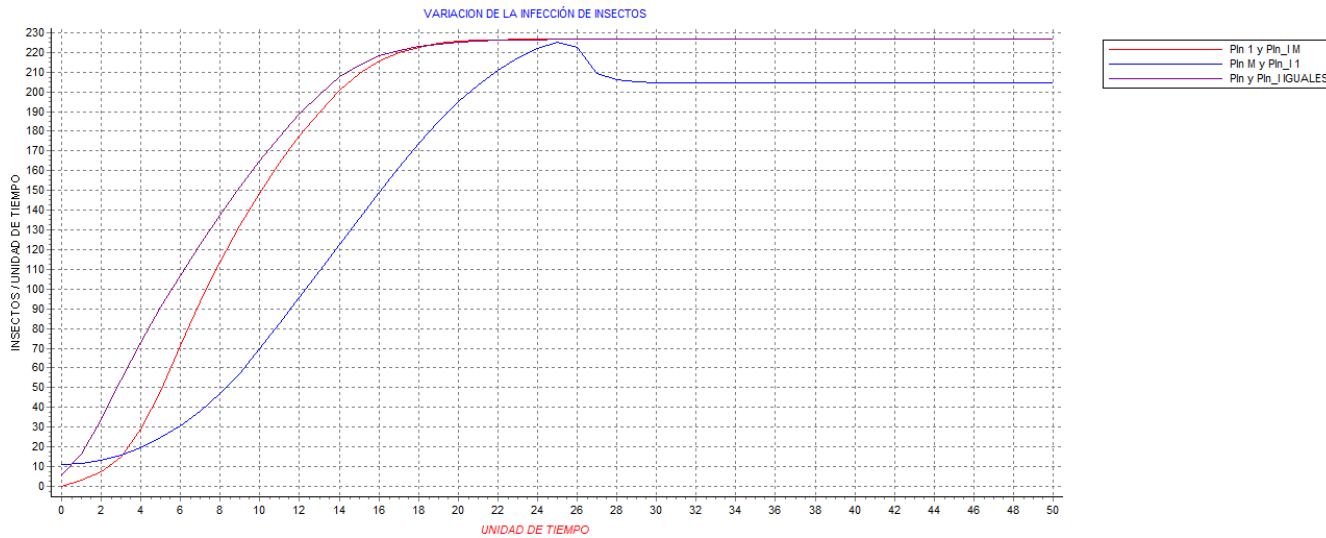


El escenario ( $P_{In} = 1$  y  $P_{In\_I} = \text{Muchos}$ ) indica que casi toda la población de personas está contagiada y por lo tanto el contagio de los sanos será casi inmediato.

El escenario ( $P_{In} = \text{Muchos}$  y  $P_{In\_I} = 1$ ) donde las poblaciones de insectos aún no se han infectado y por lo tanto el contagio debe seguir la tendencia de la “curva de Gauss”: se incrementa, toma un valor máximo y luego disminuye vertiginosamente.

El escenario ( $P_{In} = P_{In\_I}$ ), demuestra que como la mitad de la población de insectos está infectada entonces el contagio de las personas sanas demorará la mitad del tiempo (un poco más).

*Ilustración 144 el flujo Contagio variando escenarios*

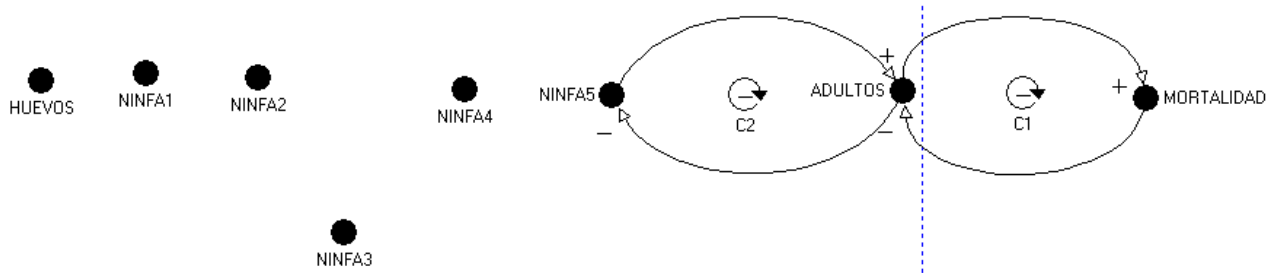


El resultado de la variación de escenarios para la población de insectos tiene una tendencia similar a la variación de población de insectos para el subsistema EPIDEMIA, pero con algunas variantes. La más notable ocurre en el primer escenario ( $P_{In} = 1$  y  $P_{In\_I} = M$ ), donde la infección de insectos en lugar de disminuir, crece. Esto se debe a que como no hay insectos no infectados, la infección inicial parte de cero, a diferencia de la prueba para el subsistema EPIDEMIA en la que la infección inicial es bastante alta. Su comportamiento es acorde a lo esperado.

## PRUEBA MODELO SIMULADOR

### CICLO DE VIDA TRIATOMINO

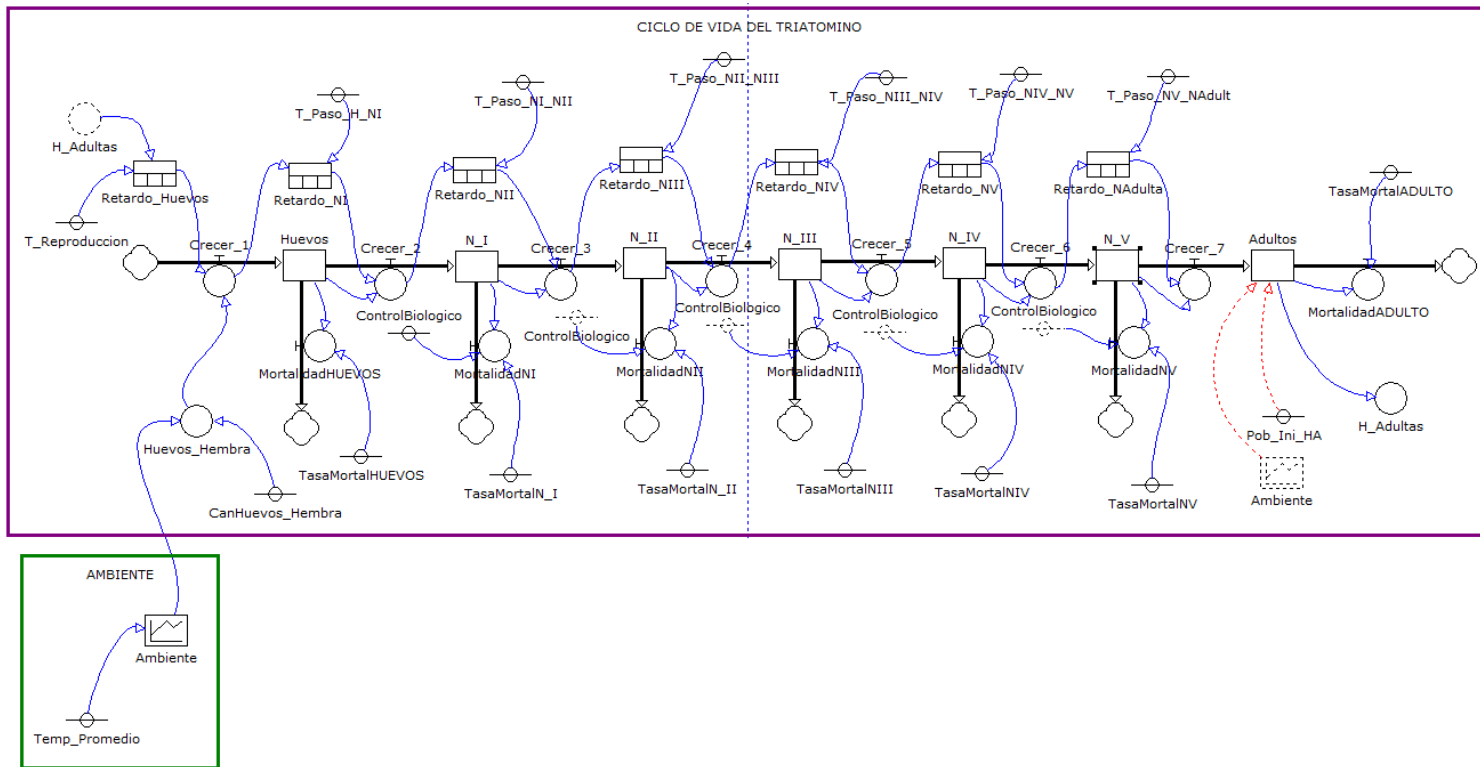
*Ilustración 145 Diagrama de Flujo – Modelo Ciclo de vida Triatomino*



Se parecían 2 ciclos negativos en cuanto a la mortalidad de los insectos adultos y Ninfa 5. Propósito del modelo: Recrear el ciclo de vida del triatomo en sus diferentes etapas. El modelo tendrá a disposición del usuario la dinámica poblacional de dos de los estadios (Huevos y Adultos) para que comprenda los aspectos básicos del ciclo de vida sin detallar los estadios intermedios (Estadios ninfales).

Se espera además que el estudiante identifique el efecto directo de la temperatura y el control biológico (tales como fumigación, ubicación de trampas en sectores específicos o la mejora de condiciones higiénicas en el entorno) sobre la población de triatominos. (Tomado del Autor) [1].

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de niveles del modelo para apreciar en detalle la dinámica de este fenómeno. El modelo en cuestión recrea adecuadamente la dinámica del ciclo de vida del triatomo ya que no omite ningún estadio del ciclo real y contempla la influencia directa de la temperatura y el control biológico sobre la población de triatominos.



### 1. Prueba de suficiencia de los Limites

El objetivo de esta evaluación es clasificar las variables del modelo en dos grupos: Variables endógenas y Exógenas. Las variables endógenas se explican dentro de un modelo a partir de sus relaciones con otras variables, las variables exógenas están determinadas fuera del modelo, están predeterminadas y no dependen de ninguna relación con las demás variables.

Tabla 71 . Suficiencia de los límites del modelo

Variable	Endógeno	Exógeno
Adultos	X	
H_Adultas	X	

MortalidadADULTO	X	
TasaMortalADULTO		X
Pob_Ini_HA		X
Ambiente	X	
Temp_Promedio		X
Crecer_7	X	
Crecer_6	X	
Crecer_5	X	
Crecer_4	X	
Crecer_3	X	
Crecer_2	X	
Crecer_1	X	
N_I	X	
N_II	X	
N_III	X	
N_IV	X	
N_V	X	
Huevos	X	
Retardo_Huevos	X	
T_Reproducción		X
Retardo_NI	X	
Retardo_NII	X	
Retardo_NIII	X	
Retardo_NIV	X	
Retardo_Nadulta	X	
Retardo_NI	X	
Retardo_NI	X	
MortalidadHUEVOS	X	
MortalidadNI	X	

MortalidadNII	X	
MortalidadNIII	X	
MortalidadNIV	X	
MortalidadNV	X	
Huevos_Hembra	X	
CanHuevos_Hembra		X
TasaMortalHUEVOS		X
TasaMortalN_I		X
TasaMortalN_II		X
TasaMortalNIII		X
TasaMortalNIV		X
TasaMortalNV		X
t_Paso_H_NI		X
t_Paso_NI_NII		X
t_Paso_NII_NIII		X
t_Paso_NIII_NIV		X
t_Paso_NIV_NV		X
T_Paso_NV_Nadult		X

Las variables anteriormente mencionadas recrean el ciclo de vida del triatomino en todas sus etapas o estadios simulando el tiempo específico de demora de cada etapa particular a partir de la utilización de retardos. Se ilustra también el desarrollo del ciclo de vida cuando hay una dependencia de la población de huevos hacia la población de adultos y se incluye en un mismo modelo la influencia del control biológico (realizado por el humano) sobre el desarrollo de la población de triatominos.

El ciclo de vida del triatomino bajo condiciones ideales de temperatura y cero controles biológicos puede desarrollarse óptimamente con un incremento exponencial de su población en cada una de sus etapas. El horizonte de tiempo de la simulación depende de diversos factores ambientales y del valor de los parámetros que establecen la duración y la tasa de mortalidad de cada una de las etapas del ciclo de vida.

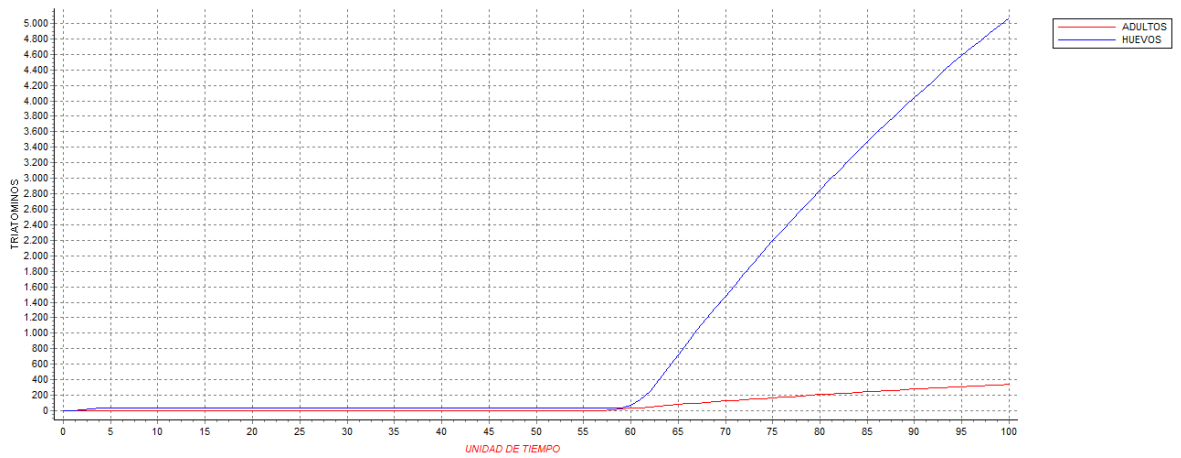
## **2. Prueba de evaluación de la Estructura**

El propósito de esta prueba consiste en aislar los subsistemas existentes en el modelo para determinar si su comportamiento individual es el adecuado. Esta evaluación se enfoca en el nivel de agregación, la conformidad del modelo a las realidades físicas básicas como las leyes de la conservación y el realismo de las reglas de decisión para los agentes.

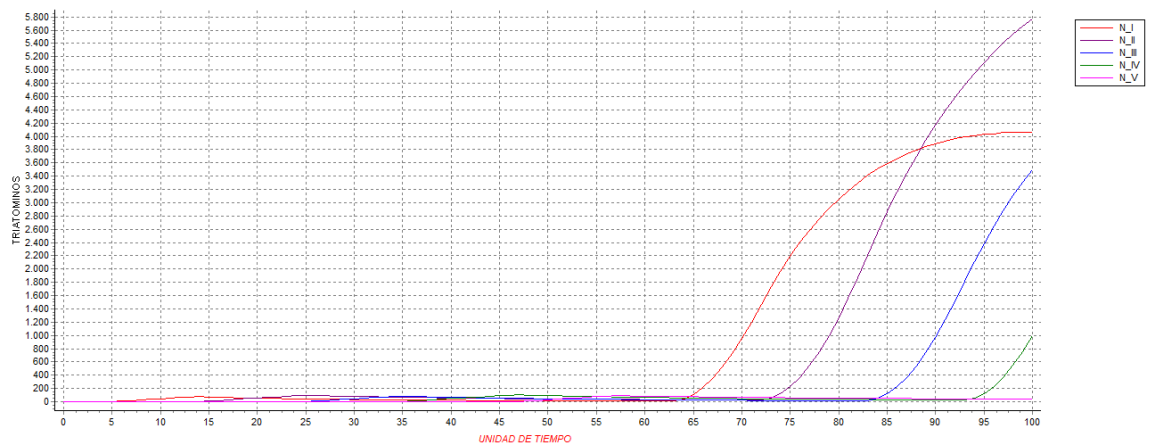
El ciclo de vida del triatomino está caracterizado por un desarrollo secuencial del triatomino desde el momento que es un huevo hasta su etapa adulta. Además, cada una de las etapas tiene un tiempo de desarrollo representado en el modelo por un retardo de material. El modelo representa adecuadamente factores externos al ciclo de vida pero que tienen una influencia directa en este tal como la temperatura y el control biológico en el entorno.

El modelo no cuenta con un diagrama causal definido formalmente, por lo tanto, solo se analizará el diagrama de flujo nivel. El nivel de agregación de este diagrama es adecuado al propósito para el cual fue diseñado ya que ilustra los aspectos básicos más importantes en cada etapa del ciclo de vida.

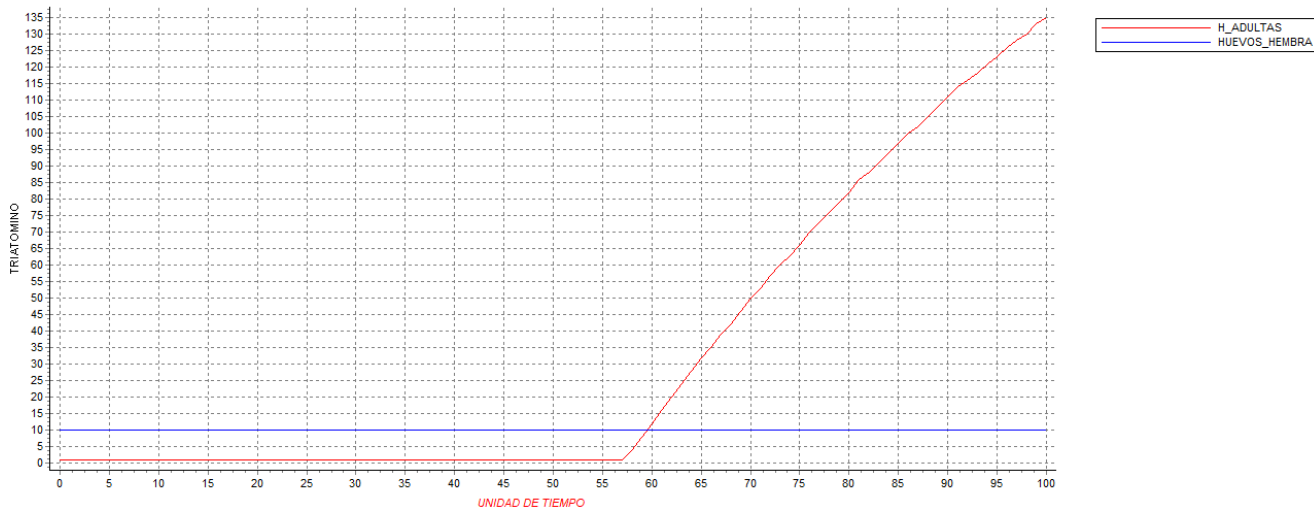
*Ilustración 147 Comportamiento de los Niveles de Adultos y Huevos*



*Ilustración 148 Comportamiento de los Niveles de crecimiento*



*Ilustración 149 Comportamiento de las variables de Huevos*



El modelo a pesar de contar con dos sectores diferentes, cada uno de estos no puede ser considerado un subsistema del sistema. El modelo está compuesto por dos sectores: CICLO DE VIDA TRIATOMINO y AMBIENTE. El primero conforma la mayor parte de la estructura del sistema, el segundo es un factor exógeno que afecta al primero. Por lo tanto, esta prueba no puede realizarse ya que el modelo no está conformado por subsistemas.

### 3. Prueba de consistencia Adimensional

Este test consiste en asignar unidades a cada una de las variables del modelo a medida que éste se construye, con el propósito de identificar fallas importantes en la comprensión de la estructura o en el proceso de decisión que se está tratando de modelar.

Ninguno de los componentes del modelo posee aún una especificación de unidades o dimensiones, pero algunas de estas es posible deducirlas. No todos los elementos tienen claras sus unidades a pesar de contar con la estructura del modelo, como es el caso de los parámetros utilizados en los retardos, los que indican la tasa de mortalidad y en especial el control biológico.

Tras revisar exhaustivamente las ecuaciones del modelo nos encontramos con problemas de consistencia dimensional en algunas variables que corresponden a flujos del triatomo. Tal es el caso de CRECER\_3, CRECER\_4, CRECER\_5, CRECER\_6 y CRECER\_7. Todo esto partiendo de la suposición de que CONTROLBIOLOGICO tenga como unidades 1/Semana. Las dimensiones de cada uno de los flujos son detalladas a continuación:

CRECER\_3

$$\text{INT} (\text{RETARDO\_NII} * (1 - \text{MORTALIDAD\_1} - (\text{CONTROLBIOLOGICO}) / 100)) \\ [\text{Triatominos/Semanas}^2]$$

CRECER\_4

$$\text{INT} (\text{RETARDO\_NIII} * (1 - \text{MORTALIDAD\_2} - (\text{CONTROLBIOLOGICO}) / 100)) \\ [\text{Triatominos/Semanas}^2]$$

CRECER\_5

$$\text{INT} (\text{RETARDO\_NIV} * (1 - \text{MORTALIDAD\_3} - (\text{CONTROLBIOLOGICO}) / 100)) \\ [\text{Triatominos/Semanas}^2]$$

CRECER\_6

$$\text{INT} (\text{RETARDO\_NV} * (1 - \text{MORTALIDAD\_4} - (\text{CONTROLBIOLOGICO}) / 100)) \\ [\text{Triatominos/Semanas}^2]$$

CRECER\_7

$$\text{INT} (\text{RETARDO\_NADULTA} * (1 - \text{MORTALIDAD\_5} - (\text{CONTROLBIOLOGICO}) / 100)) \\ [\text{Triatominos/Semanas}^2]$$

Como está detallado anteriormente, los flujos poseen unidades incoherentes para el fenómeno que se está simulando (Triatomino/Semanas<sup>2</sup>) como consecuencia de la inclusión del factor mortalidad en cada uno de ellos. Se sugiere tratar de manera independiente la transición entre las etapas y mortalidad ocurrida en cada una de ellas para solucionar este inconveniente. Excluyendo a CONTROLBIOLOGICO (Se desconoce cuáles son sus unidades) y las variables mencionadas anteriormente, el modelo no presenta problemas de consistencia dimensional [2].

#### **4. Prueba de Evaluación de Parámetros**

Se define parámetro a un elemento (en este caso un elemento exógeno) el cual afecta el sistema sin verse afectado por este. Un parámetro puede tomar distintos valores para afectar el modelo a la hora de la simulación y así poder identificar errores.

#### **¿Los valores de los parámetros son consistentes con el conocimiento numérico del sistema?**

A diferencia de los otros modelos de la enfermedad de Chagas que se han probado, este cuenta con un soporte bibliográfico para la mayoría de los parámetros que conforman el modelo CICLO DE VIDA TRIATOMINO. El soporte bibliográfico principal utilizado para este modelo es [3] en el cual se describe el ciclo de vida del triatomo desde el punto de vista cuantitativo. Podemos afirmar entonces que los valores de los parámetros que indican la mortalidad y el tiempo medio en cada etapa del ciclo de vida están bien fundamentados y son consistentes con la realidad.

Los otros parámetros que afectan al ciclo de vida, pero no hacen parte de este son CONTROLBIOLOGICO y TEMPERATURA los cuales no tienen un parámetro definido en el modelo porque son modificados por el usuario cuando este utiliza el animador. Estos adoptan varios rangos: en el caso del parámetro TEMPERATURA su rango es [0, 30] y el parámetro CONTROLBIOLOGICO tiene como rango [0, 10].

El parámetro TEMPERATURA tiene un rango acorde a la realidad cuyo objetivo es definir el impacto de la temperatura sobre el ciclo de vida del triatomo. Sin embargo, el parámetro CONTROLBIOLOGICO no tiene definida con claridad su función y es necesario revisar ese aspecto para definir su rango y si es acorde a la realidad.

El parámetro CANHUEVOS\_HEMBRA no tiene un soporte estadístico fundamentado, pero tiene un valor acorde a la realidad (10 huevos) ya que en promedio el *Triatoma Dimidiata* puede llegar a producir 16 huevos diarios. El parámetro POB\_INI\_HA es un parámetro auxiliar cuyo objetivo es inicializar con un valor estándar el número de adultos en la población de triatominos.

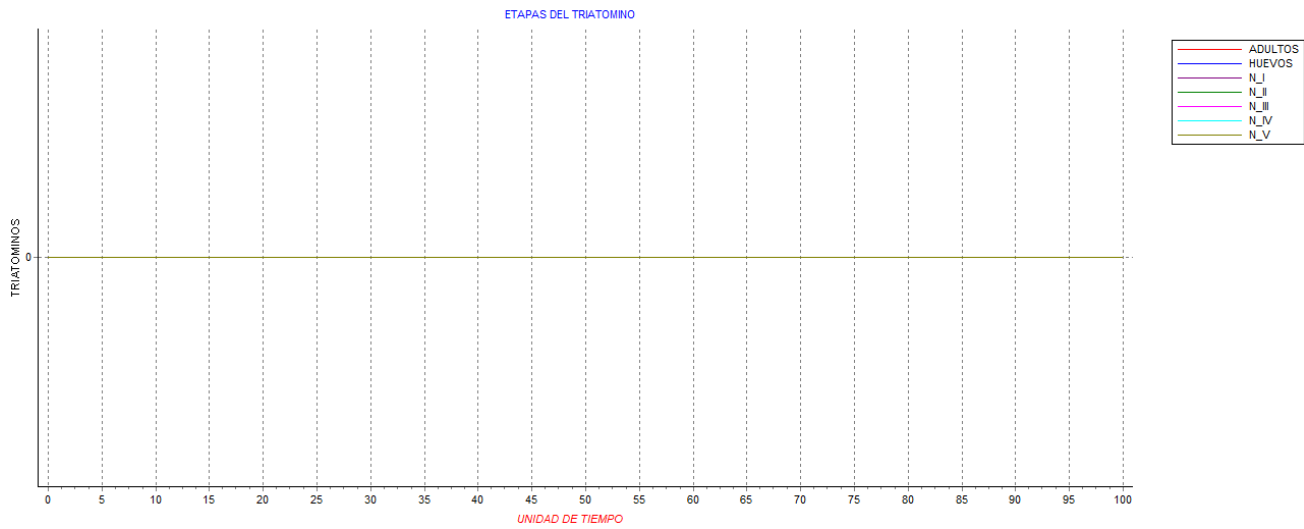
Hay que tener en cuenta que el parámetro POB\_INI\_HA no tiene un nombre adecuado a lo que representa: este modelo representa la cantidad inicial de triatominos adultos en el entorno, pero esta denominado como la población inicial de hembras adultas. Debe renombrarse este parámetro.

## 5. Prueba de Condiciones Extremas

La prueba que se realizará a continuación implica realizar un cambio al valor de niveles y parámetros (condiciones iniciales en general) para revisar el comportamiento adoptado por el modelo. Para aplicar esta prueba es necesario cambiar valores para niveles y parámetros tanto de forma simultánea como independiente.

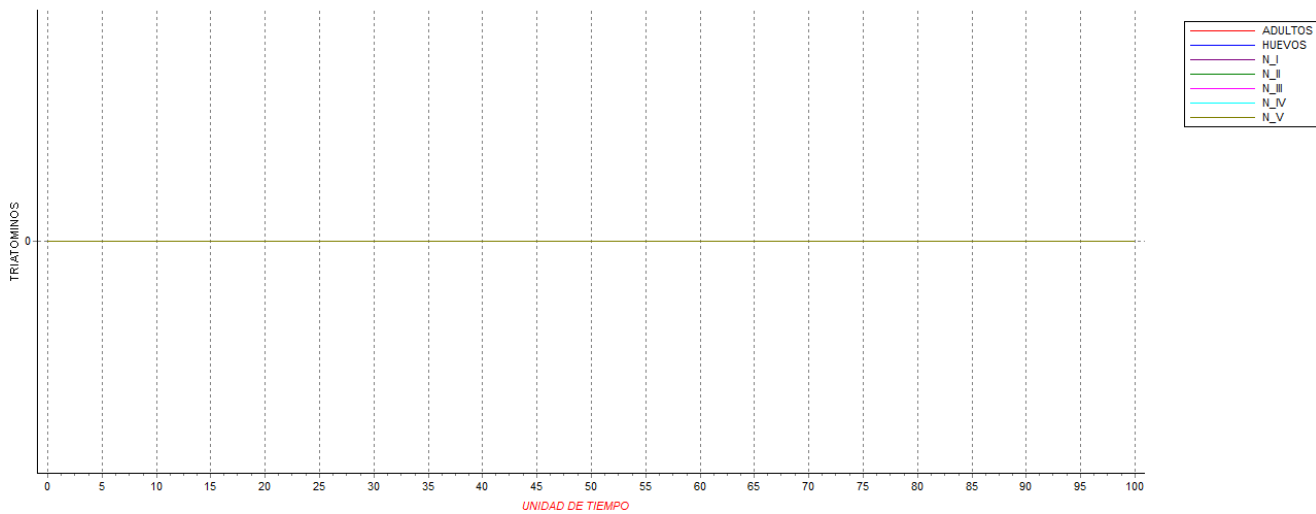
Esta prueba puede realizarse a partir de dos mecanismos: Por inspección directa y por simulación. En este caso la prueba que aplicaremos es la prueba por simulación en la cual se varían los parámetros en sus valores extremos y es simulado para analizar ese comportamiento bajo esa condición.

*Ilustración 150 Comportamiento Pob\_Ini\_HA (Pob. ini de Hembras) = 0*



Cuando el modelo es sometido a esta condición, no puede desarrollarse el ciclo de vida del triatomo en cualquiera de sus etapas porque no hay un individuo que inicie el desarrollo de su población.

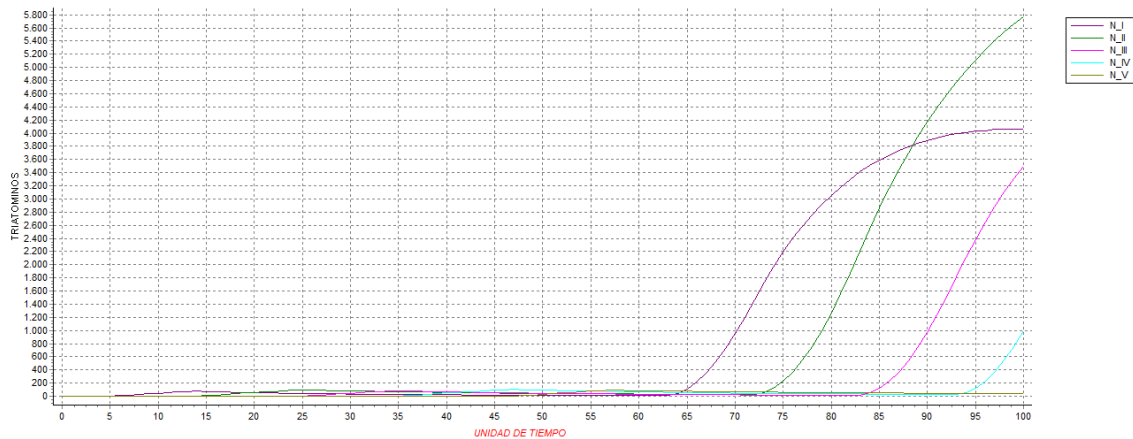
*Ilustración 151 Comportamiento Temp\_Ambiente (Temp Ambiente)=0*



Como era de esperarse, al tener una temperatura de 0, muy diferente a la temperatura de ambiente para la reproducción, todos los triatominos en el entorno

mueren. Bajo esta condición se impide la conservación de la población de triatominos.

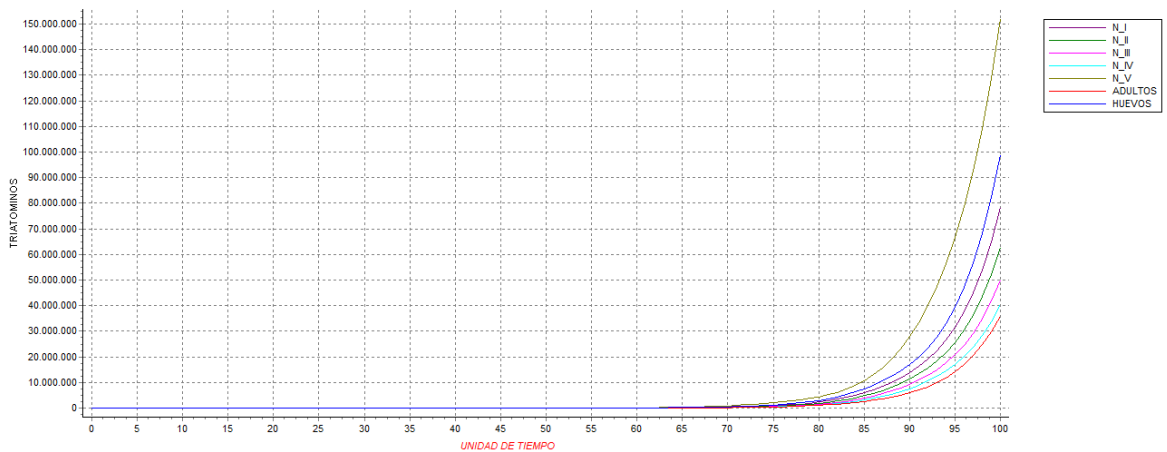
*Ilustración 152 Comportamiento Temp\_Ambiente (Temp Ambiente) = 40*



El comportamiento debe ser normal según la estructura y formulación del modelo el cual considera que la dinámica poblacional de los triatominos tiene un comportamiento óptimo cuando la temperatura es superior a 18 grados centígrados. La función no lineal AMBIENTE tiene un rango de control de temperatura desde [0,26] lo cual lo hace consistente con lo propuesto. El siguiente gráfico se realizó bajo las siguientes variables:

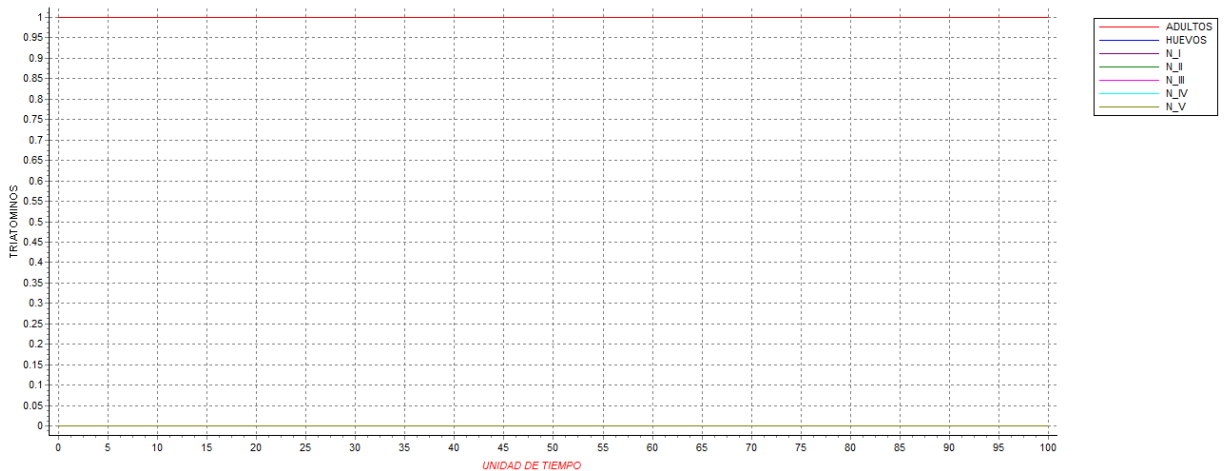
$$T\_Paso\_H\_NI = 0, T\_Paso\_NI\_NII = 0, T\_Paso\_NII\_NIII = 0, T\_Paso\_NIII\_NIV = 0, \\ T\_Paso\_NIV\_NV = 0$$

*Ilustración 153 Comportamiento Poblacional*



El modelo bajo estas condiciones tiene un comportamiento en la cual las etapas de los triatomines presentan la misma tendencia con una cantidad diferente entre unos y otros por la intervención de ciertos factores como la tasa de mortalidad individual de cada etapa del ciclo de vida.

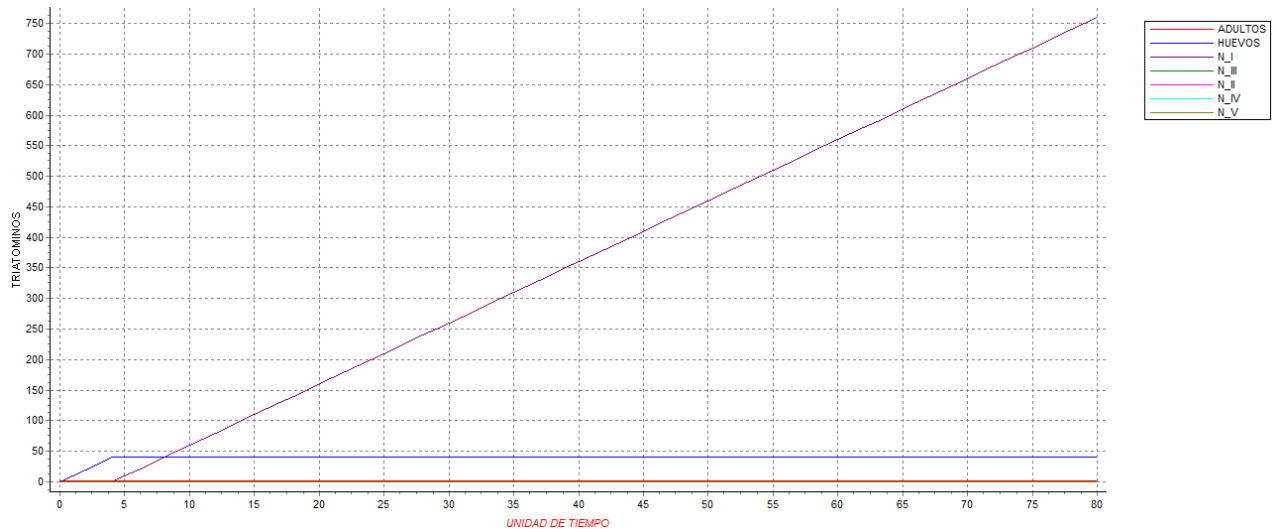
*Ilustración 154 Comportamiento CanHuevos\_Hembra = 0*



El comportamiento presentado por el modelo es diferente al supuesto porque la cantidad de triatomines adultos nunca disminuye y permanece de acuerdo al valor inicial de los triatomines adultos representado por POB\_INI\_HA (1 en condiciones estándar). Esto resulta inadecuado porque todos los triatomines deben desaparecer si no existe forma de prolongar su existencia a partir de la producción de huevos.

Esto se debe a que la mortalidad en el modelo original no toma en cuenta el valor actual del nivel ADULTOS sino su flujo de entrada CRECER\_7.

*Ilustración 155 Comportamiento CONTROLBIOLOGICO = 100*



Se supone que cuando el control biológico de las personas hacia la población de triatominos es el máximo, la población de triatominos debe reducirse al mínimo en las etapas afectadas por el control biológico. El control biológico que ejerce las personas pueden ser acciones de fumigación, postura de barreras, etc. El comportamiento del modelo bajo esta condición es adecuado. Sin embargo, ocurre la misma situación que en la condición extrema anterior donde algunas etapas del triatomino no son afectadas directamente por esta condición. Es cuestionable la razón por la cual algunas de las etapas no se ven afectadas por el control biológico ejercido por las personas.

## 6. Pruebas de Pasos de Integración

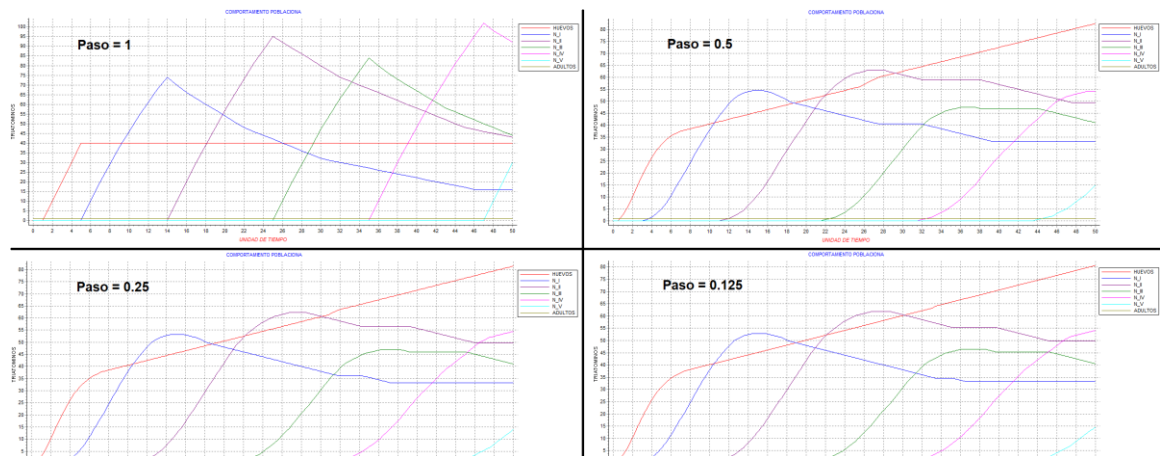
La prueba consiste en ir recortando el paso de tiempo e ir corriendo el modelo de nuevo. Si los resultados cambian de forma que estos importen, entonces el paso de tiempo no es el apropiado y se tendrá que proceder a buscar un paso que se ajuste

a las exigencias del modelo. Cabe recalcar que si las variaciones del paso son pequeñas se tendrá un error pequeño a considerar.

*Tabla 72 Pasos de Integración del Modelo*

Numero de simulaciones	Paso de Integración	comportamiento
Simulación #1	1	Normal
Simulación #2	0.5	Normal
Simulación #3	0.25	Normal
Simulación #4	0.125	Normal

*Ilustración 156 Simulación por Pasos de Integración*



El modelo CICLO DE VIDA TRIATOMINO presenta cierta incertidumbre al alterar las condiciones de integración del mismo, pero se considera normal por la sensibilidad del comportamiento y la dependencia que existe entre las etapas del ciclo de vida del triatomino.

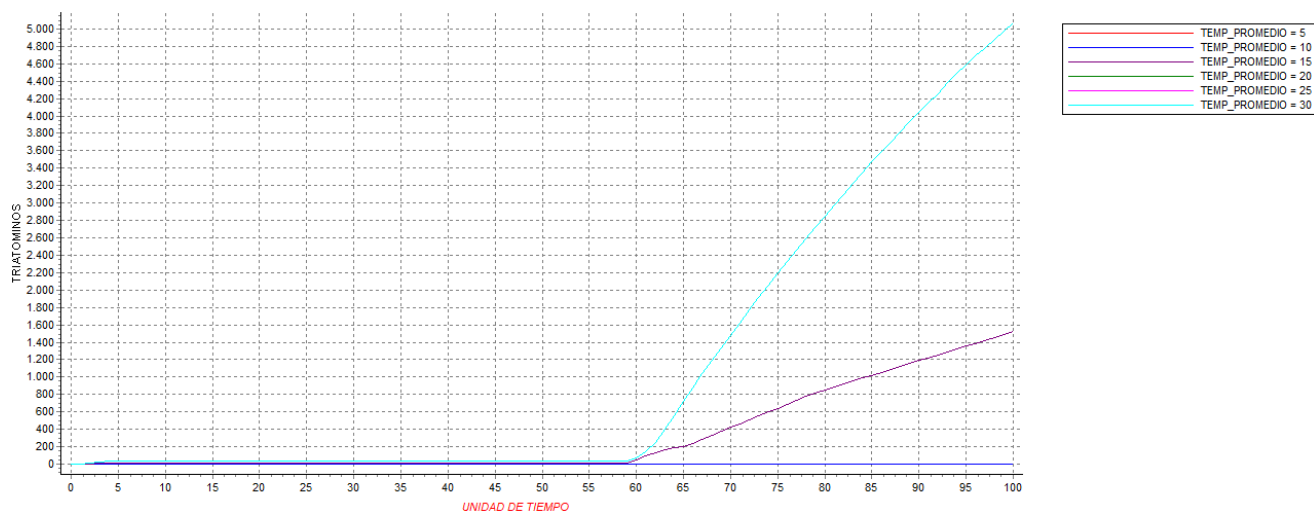
## 7. Análisis de Sensibilidad

Debido a que todos los modelos son aproximados se debe probar la robustez de sus conclusiones hasta la ambigüedad de los supuestos asumidos. Esta prueba permite al creador del modelo plantearse la pregunta de si sus conclusiones cambian de forma relevante respecto al propósito cuando los supuestos varían en un cierto rango plausible de incertidumbre. De esta forma la robustez en las conclusiones que el modelo presenta será probada utilizando el análisis de sensibilidad por variación de parámetros que ofrece la herramienta evolución 4.5.

### 7.1. Análisis de Sensibilidad por variación de Parámetros

Se analiza el parámetro de Temp\_Promedio para el nivel de Huevos el cual afecta directamente con un rango de [5,30].

*Ilustración 157 Análisis de Sensibilidad Temp\_Promedio*



## TABLA DE DOCUMENTACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MODELO DEL CICLO DE VIDA DEL AEDES AEGYPTIS

Tabla 73 Documentación Modelo ciclo de vida Aedes Aegyptis

ELEMENTOS	
TASA_POS - Constante	<p><b>Unidades:</b> Huevos/Hembra</p> <p><b>Descripción:</b> Cantidad de Huevos que pone una Hembra adulta en un día</p> <p><b>Valor:</b> 150</p>
T_HUE_LARV - Multiplicador	<p><b>Unidades:</b> Días</p> <p><b>Descripción:</b> Tabla que determina el tiempo que requiere la eclosión de los huevos dependiendo de los factores externos como temperatura y lluvia.</p> <p><b>Valor:</b> [0,0.1,1] INTPASO(1,0,0.1,2,2,2,2,35,50,65,80,100,200,300)</p>
HUEVOS - Nivel	<p><b>Unidades:</b> Huevos</p> <p><b>Descripción:</b></p> <p><b>Valor:</b> 1</p>
PERD_HUEV - Flujo	<p><b>Unidades:</b> Huevos/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Cantidad de Huevos que pierden en un día</p> <p><b>Valor:</b> HUEVOS*INT_MORT_HUEV</p>
ECLOSIÓN - Flujo	<p><b>Unidades:</b> Huevos/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Cantidad de huevos que eclosionan en un día</p> <p><b>Valor:</b> HUEVOS/T_HUE_LARV</p>

LARVAS - Nivel	<p><b>Unidades:</b> Larvas</p> <p><b>Descripción:</b></p> <p><b>Valor:</b> 0</p>
T_LARV_PUP - Multiplicador	<p><b>Unidades:</b> Días</p> <p><b>Descripción:</b> Tabla que determina el tiempo que requiere el desarrollo de las larvas dependiendo de los factores externos como temperatura y lluvia.</p> <p><b>Valor:</b> [0,0.1,1] INTPASO(1,0,0.1,6,6,6,6,7,7,7,7,8,8,8)</p>
DESARR1 - Flujo	<p><b>Unidades:</b> Larvas/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Cantidad de Larvas que crecen y pasan a ser Pupas en un día</p> <p><b>Valor:</b> LARVAS/T_LARV_PUP</p>
MUER_LARV	<p><b>Unidades:</b> Larvas/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Cantidad de Larvas que mueren en un día</p> <p><b>Valor:</b> LARVAS*INT_MORT_LARV</p>
PUPAS - Nivel	<p><b>Unidades:</b> Pupas</p> <p><b>Descripción:</b></p> <p><b>Valor:</b> 0</p>
T_PUP_ADUL - Constante	<p><b>Unidades:</b> Días</p> <p><b>Descripción:</b> Días que requiere una Pupa para crecer y pasar a ser un Adulto</p>

	-	<b>Valor:</b> 2
DESARR2 Flujo	-	<b>Unidades:</b> Pupas/Días  <b>Descripción:</b> Cantidad de Pupas que crecen y pasan a ser Adultos en un día  <b>Valor:</b> PUPAS/T_PUP_ADUL
MUER_PUP Flujo	-	<b>Unidades:</b> Pupas/Días  <b>Descripción:</b> Cantidad de Pupas que mueren en un día  <b>Valor:</b> PUPAS*INT_MORT_PUP
ADULTOS Nivel	-	<b>Unidades:</b> Adultos  <b>Descripción:</b>  <b>Valor:</b> POB_INI
POB_INI Constante	-	<b>Unidades:</b> Adultos  <b>Descripción:</b> Población inicial de adultos en el ambiente  <b>Valor:</b> 1
HEMB_POS Variable	-	<b>Unidades:</b> Hembras  <b>Descripción:</b> Cantidad de hembras listas para oviposición que hay en la población de Adultos  <b>Valor:</b> (ADULTOS*HEMBXMACH)
HEMBXMACH - Constante	-	<b>Unidades:</b> Hembras  <b>Descripción:</b> Proporción de hembras que hay en la población de Aedes Aegyptis

	<b>Valor:</b> 0.47
MUER_ADUL - Flujo	<b>Unidades:</b> Adultos/Día  <b>Descripción:</b> Cantidad de Adultos que mueren en un día  <b>Valor:</b> (ADULTOS*INT_MORT_ADUL)
INT_MORT_H UEV - Variable	<b>Unidades:</b> 1/Días  <b>Descripción:</b> Huevos que se pierden por cada huevo en un día  <b>Valor:</b> (INT_TL_HUEV+MORT_NAT_HUEV)- (INT_TL_HUEV*MORT_NAT_HUEV)
MORT_NAT_H UEV - Constante	<b>Unidades:</b> 1/Días  <b>Descripción:</b> Huevos que se pierden naturalmente por cada huevo en un día  <b>Valor:</b> 0.2
INT_TL_HUEV - Variable	<b>Unidades:</b> 1/Días  <b>Descripción:</b> Huevos que se pierden por cada huevo en un día por efectos de temperatura o escasez de agua  <b>Valor:</b> (TEMP_HUEV+MORTXLLUV)- (TEMP_HUEV*MORTXLLUV)
INT_MORT_LA RV - Variable	<b>Unidades:</b> 1/Días  <b>Descripción:</b> Larvas que mueren por cada larva en un día  <b>Valor:</b> IF((INT_TL_LARV+MORT_NAT_LARV)- (INT_TL_LARV*MORT_NAT_LARV)>=1-(1/T_LARV_PUP),1- (1/T_LARV_PUP),(INT_TL_LARV+MORT_NAT_LARV)- (INT_TL_LARV*MORT_NAT_LARV))

MORT_NAT_LARV - Constante	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Larvas que mueren naturalmente por cada larva en un día</p> <p><b>Valor:</b> 0.5</p>
INT_TL_LARV - Variable	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Larvas que mueren por cada larva en un día por efectos de temperatura o escasez de agua</p> <p><b>Valor:</b> <math>(TEMP\_LARV+MORTXLLUV)-(TEMP\_LARV*MORTXLLUV)</math></p>
INT_MORT_PUP - Variable	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Pupas que mueren por cada pupa en un día</p> <p><b>Valor:</b> <math>IF((INT\_TL\_PUP+MORT\_NAT\_PUP)-(INT\_TL\_PUP*MORT\_NAT\_PUP)&gt;=0.5,0.5,(INT\_TL\_PUP+MORT\_NAT\_PUP)-(INT\_TL\_PUP*MORT\_NAT\_PUP))</math></p>
MORT_NAT_PUP - Constante	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Pupas que mueren naturalmente por cada pupa en un día</p> <p><b>Valor:</b> 0.2</p>
INT_TL_PUP - Variable	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Pupas que mueren por cada pupa en un día por efectos de temperatura o escasez de agua</p> <p><b>Valor:</b> <math>(TEMP\_PUP+MORTXLLUV)-(TEMP\_PUP*MORTXLLUV)</math></p>



TEMP_PUP - Multiplicador	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Pupas que mueren por cada pupa en un día por el efecto de la temperatura</p> <p><b>Valor:</b> [-18,5,52] INTLINEAL(2,-18,5,0.95,0.95,0.95,0.95,0.95,0.75,0,0,0,0,0,0,0.75,0.95,0.95)</p>
TEMP_ADUL - Multiplicador	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Adultos que mueren por cada adulto en un día por el efecto de la temperatura</p> <p><b>Valor:</b> [-18,5,52] INTLINEAL(2,-18,5,0.95,0.95,0.95,0.95,0.7,0,0,0,0,0,0,0.3,0.95,0.95,0.95)</p>
TEMP_PROM - Constante	<p><b>Unidades:</b> C°</p> <p><b>Descripción:</b> Temperatura del ambiente</p> <p><b>Valor:</b> 20</p>
MORTXLLUV - Multiplicador	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Insectos que mueren por cada insecto en un día por escasez de agua</p> <p><b>Valor:</b> [0,20,120]</p> <p>INTPASO(2,0,20,0.95,0.95,0.95,0.8,0.5,0.01,0)</p>
VLR_LLUV - Constante	<p><b>Unidades:</b> mm</p> <p><b>Descripción:</b> Cantidad de lluvia que cae en 1 metro cuadrado del ambiente</p> <p><b>Valor:</b> 100</p>

Fuente de datos: (GONZALEZ, 1995)

TABLA DE DOCUMENTACIÓN DEL MODELO DEL CICLO DE VIDA AEDES AEGYPTIS

Tabla 74 Información elementos mod. Ciclo Aedes Aegyptis

ELEMENTOS	
TASA_POS - Constante	<p><b>Unidades:</b> Huevos/Hembra</p> <p><b>Descripción:</b> Cantidad de Huevos que pone una Hembra adulta en un día</p> <p><b>Valor:</b> 150</p>
T_HUE_LARV - Multiplicador	<p><b>Unidades:</b> Días</p> <p><b>Descripción:</b> Tabla que determina el tiempo que requiere la eclosión de los huevos dependiendo de los factores externos como temperatura y lluvia.</p> <p><b>Valor:</b> [0,0.1,1] INTPASO(1,0,0.1,2,2,2,2,35,50,65,80,100,200,300)</p>
HUEVOS - Nivel	<p><b>Unidades:</b> Huevos</p> <p><b>Descripción:</b></p> <p><b>Valor:</b> 1</p>
PERD_HUEV - Flujo	<p><b>Unidades:</b> Huevos/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Cantidad de Huevos que pierden en un día</p> <p><b>Valor:</b> HUEVOS*INT_MORT_HUEV</p>
ECLOSIÓN - Flujo	<p><b>Unidades:</b> Huevos/Días</p>

	<p><b>Descripción:</b> Cantidad de huevos que eclosionan en un día</p> <p><b>Valor:</b> HUEVOS/T_HUE_LARV</p>
LARVAS - Nivel	<p><b>Unidades:</b> Larvas</p> <p><b>Descripción:</b></p> <p><b>Valor:</b> 0</p>
T_LARV_PUP - Multiplicador	<p><b>Unidades:</b> Días</p> <p><b>Descripción:</b> Tabla que determina el tiempo que requiere el desarrollo de las larvas dependiendo de los factores externos como temperatura y lluvia.</p> <p><b>Valor:</b> [0,0.1,1] INTPASO(1,0,0.1,6,6,6,6,7,7,7,7,8,8,8)</p>
DESARR1 - Flujo	<p><b>Unidades:</b> Larvas/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Cantidad de Larvas que crecen y pasan a ser Pupas en un día</p> <p><b>Valor:</b> LARVAS/T_LARV_PUP</p>
MUER_LARV	<p><b>Unidades:</b> Larvas/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Cantidad de Larvas que mueren en un día</p> <p><b>Valor:</b> LARVAS*INT_MORT_LARV</p>
PUPAS - Nivel	<p><b>Unidades:</b> Pupas</p> <p><b>Descripción:</b></p> <p><b>Valor:</b> 0</p>
T_PUP_ADUL - Constante	<p><b>Unidades:</b> Días</p>

		<p><b>Descripción:</b> Días que requiere una Pupa para crecer y pasar a ser un Adulto</p> <p><b>Valor:</b> 2</p>
DESARR2 Flujo	-	<p><b>Unidades:</b> Pupas/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Cantidad de Pupas que crecen y pasan a ser Adultos en un día</p> <p><b>Valor:</b> PUPAS/T_PUP_ADUL</p>
MUER_PUP Flujo	-	<p><b>Unidades:</b> Pupas/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Cantidad de Pupas que mueren en un día</p> <p><b>Valor:</b> PUPAS*INT_MORT_PUP</p>
ADULTOS Nivel	-	<p><b>Unidades:</b> Adultos</p> <p><b>Descripción:</b></p> <p><b>Valor:</b> POB_INI</p>
POB_INI Constante	-	<p><b>Unidades:</b> Adultos</p> <p><b>Descripción:</b> Población inicial de adultos en el ambiente</p> <p><b>Valor:</b> 1</p>
HEMB_POS Variable	-	<p><b>Unidades:</b> Hembras</p> <p><b>Descripción:</b> Cantidad de hembras listas para oviposición que hay en la población de Adultos</p> <p><b>Valor:</b> (ADULTOS*HEMBXMACH)</p>
HEMBXMACH - Constante		<p><b>Unidades:</b> Hembras</p>

	<p><b>Descripción:</b> Proporción de hembras que hay en la población de Aedes Aegyptis</p> <p><b>Valor:</b> 0.47</p>
MUER_ADUL - Flujo	<p><b>Unidades:</b> Adultos/Día</p> <p><b>Descripción:</b> Cantidad de Adultos que mueren en un día</p> <p><b>Valor:</b> (ADULTOS*INT_MORT_ADUL)</p>
INT_MORT_H UEV - Variable	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Huevos que se pierden por cada huevo en un día</p> <p><b>Valor:</b> (INT_TL_HUEV+MORT_NAT_HUEV)- (INT_TL_HUEV*MORT_NAT_HUEV)</p>
MORT_NAT_H UEV - Constante	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Huevos que se pierden naturalmente por cada huevo en un día</p> <p><b>Valor:</b> 0.2</p>
INT_TL_HUEV - Variable	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Huevos que se pierden por cada huevo en un día por efectos de temperatura o escasez de agua</p> <p><b>Valor:</b> (TEMP_HUEV+MORTXLLUV)- (TEMP_HUEV*MORTXLLUV)</p>
INT_MORT_LA RV - Variable	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Larvas que mueren por cada larva en un día</p>

	<p><b>Valor:</b> <math>IF((INT\_TL\_LARV+MORT\_NAT\_LARV)-(INT\_TL\_LARV*MORT\_NAT\_LARV)\geq 1-(1/T\_LARV\_PUP), 1-(1/T\_LARV\_PUP), (INT\_TL\_LARV+MORT\_NAT\_LARV)-(INT\_TL\_LARV*MORT\_NAT\_LARV))</math></p>
MORT_NAT_LARV - Constante	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Larvas que mueren naturalmente por cada larva en un día</p> <p><b>Valor:</b> 0.5</p>
INT_TL_LARV - Variable	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Larvas que mueren por cada larva en un día por efectos de temperatura o escasez de agua</p> <p><b>Valor:</b> <math>(TEMP\_LARV+MORTXLLUV)-(TEMP\_LARV*MORTXLLUV)</math></p>
INT_MORT_PUP - Variable	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Pupas que mueren por cada pupa en un día</p> <p><b>Valor:</b> <math>IF((INT\_TL\_PUP+MORT\_NAT\_PUP)-(INT\_TL\_PUP*MORT\_NAT\_PUP)\geq 0.5, 0.5, (INT\_TL\_PUP+MORT\_NAT\_PUP)-(INT\_TL\_PUP*MORT\_NAT\_PUP))</math></p>
MORT_NAT_PUP - Constante	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Pupas que mueren naturalmente por cada pupa en un día</p> <p><b>Valor:</b> 0.2</p>
INT_TL_PUP - Variable	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p>

	<p><b>Descripción:</b> Pupas que mueren por cada pupa en un día por efectos de temperatura o escasez de agua</p> <p><b>Valor:</b> <math>(TEMP\_PUP+MORTXLLUV)-(TEMP\_PUP*MORTXLLUV)</math></p>
INT_MORT_ADUL - Variable	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Adultos que mueren por cada adulto en un día</p> <p><b>Valor:</b> <math>(INT\_TL\_ADUL+MORT\_NAT\_ADUL)-(INT\_TL\_ADUL*MORT\_NAT\_ADUL)</math></p>
MORT_NAT_ADUL - Constante	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Adultos que mueren naturalmente por cada adulto en un día</p> <p><b>Valor:</b> 0.3</p>
INT_TL_ADUL	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Adultos que mueren por cada adulto en un día por efectos de temperatura o escasez de agua</p> <p><b>Valor:</b> <math>(TEMP\_ADUL+MORTXLLUV)-(TEMP\_ADUL*MORTXLLUV)</math></p>
TEMP_HUEV - Multiplicador	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Huevos que se pierden por cada huevo en un día por el efecto de la temperatura</p> <p><b>Valor:</b> <math>[-18,5,52]</math> <span style="float: right;">INTLINEAL(2,-18,5,0.9,0.9,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0.9,0.9)</span></p>

TEMP_LARV - Multiplicador	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Larvas que mueren por cada larva en un día por el efecto de la temperatura</p> <p><b>Valor:</b> [-18,5,52] INTLINEAL(2,-18,5,0.95,0.95,0.95,0.95,0.95,0.75,0,0,0,0,0,0,0.75,0.95,0.95)</p>
TEMP_PUP - Multiplicador	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Pupas que mueren por cada pupa en un día por el efecto de la temperatura</p> <p><b>Valor:</b> [-18,5,52] INTLINEAL(2,-18,5,0.95,0.95,0.95,0.95,0.95,0.75,0,0,0,0,0,0,0.75,0.95,0.95)</p>
TEMP_ADUL - Multiplicador	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Adultos que mueren por cada adulto en un día por el efecto de la temperatura</p> <p><b>Valor:</b> [-18,5,52] INTLINEAL(2,-18,5,0.95,0.95,0.95,0.95,0.7,0,0,0,0,0,0,0.3,0.95,0.95,0.95)</p>
TEMP_PROM - Constante	<p><b>Unidades:</b> C°</p> <p><b>Descripción:</b> Temperatura del ambiente</p> <p><b>Valor:</b> 20</p>
MORTXLLUV - Multiplicador	<p><b>Unidades:</b> 1/Días</p> <p><b>Descripción:</b> Insectos que mueren por cada insecto en un día por escasez de agua</p> <p><b>Valor:</b> [0,20,120] INTPASO(2,0,20,0.95,0.95,0.95,0.8,0.5,0.01,0)</p>

VLR_LLUV Constante	-	<b>Unidades:</b> mm  <b>Descripción:</b> Cantidad de lluvia que cae en 1 metro cuadrado del ambiente  <b>Valor:</b> 100
-----------------------	---	---

Fuente de datos: (GONZALEZ, 1995)