

Software de Modelado Victoria – Módulo Docente Alumno

Ing. Erica M. Milin

Universidad Tecnológica
Nacional (Argentina) – FRBA
e-mail: ericamilin@yahoo.com

Ing. Silvia Quiroga

Universidad Tecnológica
Nacional (Argentina) – FRBA
e-mail:
squiroga@frba.utn.edu.ar

Ing. Leonardo Viegas

Universidad Tecnológica
Nacional (Argentina) – FRBA

RESUMEN

Desarrollo de un software de Simulación de propósitos generales que permite:

- ✓ Realizar modelos generales de diversos tipos, simularlos y explotar los resultados del mismo. Con una plataforma amigable, sin necesidad de poseer conocimientos específicos de programación.
- ✓ Plasmear en el mismo software las condiciones iniciales del modelo y un análisis previo, que luego llevarán a la realización de forma automática del diagrama de flujo, existiendo la posibilidad de editar el diagrama del modelo obtenido con el fin de ajustarlo a la necesidad de cada una de las simulaciones en particular, y
- ✓ A partir del diagrama de flujo y el modelo computacional se podrá llevar a cabo la ejecución de la simulación.
- ✓ Permitir que dicha herramienta establezca una nueva plataforma educativa que le permita tanto al alumno como al docente resolver ejercicios de simulación desde la computadora, descubrir errores y obtener la corrección correspondiente de los mismos.

ABSTRACT

Development of simulation software that allows general purposes: Perform general models of various types, simulate and exploit the results. With a friendly platform, that does not need special programming skills.

Incorporate the initial conditions of the model and a preliminary analysis in the same software, which will then lead to the realization of the flowchart automatically, with the possibility to edit the model diagram obtained in order to adjust it to the each simulation in particular and

the execution of the simulation can be carried out from the flowchart and the computational model.

Allow this tool to establish a new educational platform which will be useful for both the student and the teacher to solve exercises from computer simulation and also discover errors and be able to solve it!

Palabras Clave: Simulación, Modelos, plataforma educativa

1. INTRODUCCIÓN

Diseño y desarrollo de una herramienta de software llamada VICTORIA, que posee diferentes características para apoyar el proceso de modelado y simulación de sistemas discretos. VICTORIA, a diferencia de otros software de simulación, crea el modelo computacional (diagrama de flujo) y el código fuente, a partir de la definición de las variables de entrada, salida, los eventos que afectarán al modelo y la definición de la metodología de avance del tiempo que será utilizada (intervalos variables o fijos).

VICTORIA permite la utilización de datos de entrada estocásticos, con magnitudes aleatorias que varían con el tiempo) a partir del uso del método de la función inversa y/o el método del rechazo, generando los valores aleatorios necesarios para la corrida de la simulación.

VICTORIA brinda la posibilidad de ser utilizada en diferentes ámbitos: gestión, industrial, transporte, naval, logística, ambiental, entre otros. Conociendo que la simulación implica un proceso de experimentación, se considera que para obtener resultados válidos y útiles a partir de un estudio de simulación, debe tenerse la seguridad de que el modelo se desarrolla en forma apropiada y que el experimento de simulación se conduce también en forma adecuada. Esto implica validar el modelo de simulación, definir las condiciones iniciales, determinar el número de iteraciones (muestras) que es necesario extraer y resolver los efectos colaterales que se presentan cuando se lleva a cabo un experimento.

VICTORIA permite, a diferencia de todas las herramientas disponibles en el mercado, plasmar en el mismo software las condiciones iniciales del modelo y un análisis previo, que luego llevarán a la realización de forma automática del diagrama de flujo. Además, existe la posibilidad de editar el diagrama del modelo obtenido con el fin de ajustarlo a la necesidad de cada una de las simulaciones en particular. Asimismo, a partir del modelo de flujo se podrá llevar a cabo la ejecución de la simulación definiendo la condición de corte de la misma.

Dicha herramienta establecerá una nueva plataforma educativa que le permitirá tanto al alumno como al docente resolver ejercicios de simulación con el uso de computadoras, descubrir errores y obtener la corrección correspondiente de los mismos.

2. ESTADO DEL ARTE

En estos últimos años han surgido muchos tipos de lenguajes de programación para diseñar software de simulación de facilidad de uso para los usuarios. Antes, la aleatoriedad de los coeficientes en los modelos de simulación hacía su resolución inviable, pero actualmente con el apoyo de la informática, la resolución de estos modelos resulta muy sencilla. Hoy en día, los programas de simulación por computadora, proporcionan un marco de referencia y una interfaz gráfica de usuario para observar e interactuar de forma cuantitativa con las variables de un sistema a fin de interpretar mejor los resultados.

Simular es una de las herramientas más importantes para analizar procesos complejos [1]. Dentro de las herramientas de simulación discreta más utilizadas en el ámbito académico y empresarial, podemos nombrar, entre otros, PROMODEL, NETLOGO, SIMUL 8, ANYLOGIC (Cabe aclarar que este producto también resuelve sistemas dinámicos) [2]. Uno de estos, específicamente el Software ANYLOGIC / Organización: XJ Technologies Company, permite dibujar diagramas de flujo en el editor de diagramas gráficos, usando elementos como: Stock, Flujos, Variables auxiliares, Parámetros y Conectores; presenta

herramientas de análisis como la comparación de corridas para los diferentes parámetros establecidos; un análisis de sensibilidad para explorar que tan sensibles son los resultados de la simulación a la variación de dichos parámetros; ejecuta simulaciones estocásticas (es decir, no determinísticas) un número de veces, obteniendo la colección de salidas y viéndolo como un histograma (representación gráfica de una variable en forma de barras); y permite realizar una calibración, es decir, ajustar los parámetros del modelo para que su comportamiento en condiciones particulares coincida con un patrón conocido (observado). AnyLogic apoya la integración de simulaciones discretas y continuas, el ambiente nativo Java soporta extensibilidad, incluyendo código Java personalizado, permite la conexión a cualquier base de datos externa y, cualquier parte del modelo se puede guardar como objetos de una biblioteca que luego se pueden reutilizar.

Por otro lado, El Grupo SIMON de Investigación en Modelamiento y Simulación, (Colombia), cuenta con un desarrollo con dos espacios de trabajo para realizar los proyectos, el Editor de Diagramas de Influencias y el Editor de Flujo-Nivel. El Editor de Diagramas de Influencias muestra las relaciones de influencia entre las variables del modelo. El Editor de Flujo-Nivel permite elaborar el modelo de simulación, es decir, el modelo suministrado al motor de Evolución para realizar la simulación. Además posee un módulo que apoya al modelador en la realización del análisis de sensibilidad. Este módulo permite generar una simulación en la cual se seleccionan las variables o parámetros a evaluar y los criterios de simulación definidos por el usuario. El software posee más de 65 funciones, incluidas en el paquete básico, además de los signos de operaciones y de condiciones. Adicionalmente, permite agregar nuevas funciones desarrolladas por el usuario. Permite construir diferentes formas de presentación de los resultados, haciendo uso de etiquetas e imágenes. Además de esto, el software le permite al usuario incluir controles para interactuar con la simulación como por ejemplo pausar, detener, continuar con la simulación o cambiar valores de algunas variables.

VICTORIA se diferencia de los softwares descriptos anteriormente en virtud que permite simular dos metodologías de avance del tiempo: por intervalos variables y constantes. Uno de los módulos que se desarrolla permite que VICTORIA represente modelos que evolucionan a lo largo del tiempo a intervalos variables, permite definir el análisis previo y a partir de esta definición, construir un diagrama de flujo que podrá ser ajustado por el usuario. La metodología anterior, permite resolver modelos de: colas, colas con prioridades, puestos con tiempo comprometido (turnos), transporte, sistemas de almacenamiento intermedio entre otros, siendo el campo de aplicación muy diverso.

El otro módulo permite resolver modelos de simulación de avance del tiempo por intervalos constantes, en este caso los modelos que mejor lo representan son: poblacionales, ecológicos, financieros, sistemas de almacenamiento intermedio entre otros, con aplicaciones muy diversas. Forrester [3].

Por otro lado, dicha herramienta establece una nueva plataforma educativa que le permite tanto al alumno como al docente resolver ejercicios de simulación con el uso de computadoras, descubrir errores y obtener la corrección correspondiente de los mismos. Justí R. [4] Los lenguajes de programación que se utilizarán son: Java EE 7 Web (Heffelfinger, David, [5]), HTML5 (Gauchat, J., [6]), JavaScript y PHP (según el módulo). El Cluster DITIC no está contemplado para el desarrollo del proyecto. Al momento de "salir a producción", podría ser una opción a evaluar. En esta primera etapa no sé contempló la

definición de funciones o rutinas definidas por el usuario, pero se pretende utilizar todas aquellas rutinas de uso general que se encuentren disponibles en Internet.

VICTORIA es un software basado en sistemas discretos que permite la incorporación de funciones de densidad de probabilidad definidas o a definir que pudieran haber sido estudiadas utilizando software de análisis de riesgo existentes en el mercado como por ejemplo; @Risk, EasyFit, Crystal Ball, entre otros.

Lince, E. (2009) el Grupo de Investigación en Ingeniería del Software (GIIS) de la Universidad de Oviedo [7] posee líneas de investigación centradas en las metodologías y herramientas para calidad del software, y en particular, especializadas en las pruebas del software. Otro ejemplo puede verse en el grupo GRINSOFT del Politécnico Colombiano, cuyas líneas de investigación son: Línea de Investigación en Desarrollo de Software (LIDS). Línea de Investigación en Inteligencia Computacional (LINC). Línea de Investigación en Infraestructura (LIIN); y cuyo objetivo es contribuir en la investigación del desarrollo de software, mediante el estudio y tratamiento de herramientas de software propietarias y libres en el ámbito académico, científico y empresarial, que den solución a diferentes problemáticas de la institución, la industria o el medio en general. En ningún caso desarrollan software de simulación multipropósitos. En nuestro país, podemos encontrar muchos grupos de investigación en estas temáticas, entre los que se destacan: CEOS - Centro de Estudios en Optimización y Simulación (del ITBA) que es un centro de estudios e investigaciones aplicadas, especializado en la optimización y simulación de sistemas, orientado al desarrollo y aplicación de modelos operacionales avanzados y sistemas de decisión, dirigido por el Ing. Julio García Velasco, cuyo propósito es realizar estudios de modelización y simulación de procesos tanto industriales como de negocios y a partir de ellos estudiar formas innovadoras para optimizarlos, fue constituido en el año 1998, integrando los docentes de los cursos de Investigación de Operaciones y Simulación del ITBA, junto con profesionales especializados en modelización. Inicialmente las actividades estuvieron concentradas en la formación de investigadores, y a partir del año 2000 el Centro ha desarrollado diferentes proyectos de investigación aplicada, en muchos casos en colaboración con empresas y organismos de gobierno. Tampoco desarrollan software de simulación multipropósitos. LIS – Laboratorio de Investigación de Software (UTN –FRC), tiene como objetivos, al igual que nuestro proyecto:

1- Fomentar la investigación en los alumnos de la Universidad Tecnológica Nacional, permitiéndoles formar grupos y presentar proyectos de investigación que posibiliten su desempeño y crecimiento académico.

2- Investigar, desarrollar y estudiar nuevas tecnologías de información. Poseen una amplia variedad de proyectos, entre ellos el Proyecto "Software de Simulación aplicado a entornos de e-learning" (2009) que se ocupa de Educación virtual, Desarrollos para los procesos de enseñanza aprendizaje y para la transferencia de conocimientos en las disciplinas científicas y tecnológicas y Desarrollo de software, dirigido por Cárdenas, Marina Elizabeth, sin embargo solo se ocupa del módulo académico, sin desarrollar, además, un software específico de simulación.

3. DESARROLLO

3.1. Concepto de Simulación y Toma de Decisiones

El objetivo de la simulación es la obtención de información decisoria que permita mejorar la predicción implícita en toda decisión.

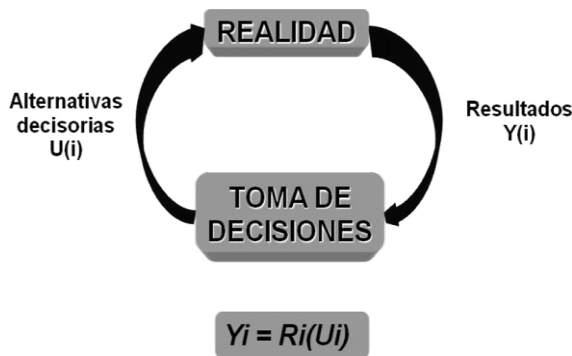


Figura 1: Diagrama de Simulación y Toma de Decisiones

La decisión sobre qué valor asignar a las variables U se adopta a partir del conocimiento de los valores tomados por las variables Y .

Tomar una decisión implica la elección entre distintas alternativas (la elección de un valor U_i entre los posibles valores de U). A cada uno de esos valores de U_i está ligado un resultado Y_i , es decir existe una relación $Y_i = R_i(U_i)$

El conocimiento de estas relaciones R_i permitirá predecir qué resultado (comportamiento) se obtendrá como consecuencia de cada una de las posibles acciones y por lo tanto elegir aquella que permita el mejor ajuste al objetivo propuesto.

3.2. Análisis Previo

Las variables se clasifican en:

Endógenas: Son aquellas variables que se generan dentro del mismo sistema. Estas a su vez se clasifican en:

Variables de Estado: Son aquellas que muestran cuál es la situación del sistema a lo largo del tiempo, es decir, las que reflejan cómo va variando el estado del sistema a lo largo de la simulación.

Variables de Resultado: Son todas aquellas variables cuyo valor se desea obtener en el proceso de simulación (cantidades, porcentajes, etc.), es decir, la información que se necesita conocer del modelo que refleja la realidad en ejecución, al incluir diferentes alternativas decisorias. Estas variables son las que ayudan a la toma de las decisiones.

Exógenas: Son aquellas variables que vienen desde fuera, es decir, desde el medio exterior, y afectan al modelo. Ellas son:

Variables Datos: Estas variables son tomadas exclusivamente de la realidad que se quiere estudiar. Vienen representadas por una función de densidad de probabilidad. La forma en que se presentan los datos, ya sea en encadenamiento de eventos o en densidad (cantidad por alguna unidad de tiempo), acota la metodología de avance del tiempo a utilizar en el proceso de simulación.

Variables de control: Son aquellas variables que están manipuladas por la persona que toma decisiones sobre el sistema. Para ello, se define un lote de prueba (distintas hipótesis), y se corren las simulaciones para cada situación. Los resultados son analizados junto con cada variable de control (hipótesis de estudio).

Las variables se clasifican en:

Endógenas: Son aquellas variables que se generan dentro del mismo sistema. Estas a su vez se clasifican en:

Variables de Estado: Son aquellas que muestran cuál es la situación del sistema a lo largo del tiempo, es decir, las que reflejan cómo va variando el estado del sistema a lo largo de la simulación.

Variables de Resultado: Son todas aquellas variables cuyo valor se desea obtener en el proceso de simulación (cantidades, porcentajes, etc.), es decir, la información que se necesita conocer del modelo que refleja la realidad en ejecución, al incluir diferentes alternativas decisorias. Estas variables son las que ayudan a la toma de las decisiones.

Exógenas: Son aquellas variables que vienen desde fuera, es decir, desde el medio exterior, y afectan al modelo. Ellas son:

Variables Datos: Estas variables son tomadas exclusivamente de la realidad que se quiere estudiar. Vienen representadas por una función de densidad de probabilidad. La forma en que se presentan los datos, ya sea en encadenamiento de eventos o en densidad (cantidad por alguna unidad de tiempo), acota la metodología de avance del tiempo a utilizar en el proceso de simulación.

Variables de control: Son aquellas variables que están manipuladas por la persona que toma decisiones sobre el sistema. Para ello, se define un lote de prueba (distintas hipótesis), y se corren las simulaciones para cada situación. Los resultados son analizados junto con cada variable de control (hipótesis de estudio).

3.3. Regla de la Tabla de Eventos Independientes

En primera instancia se menciona que en la tabla sólo pueden escribirse *eventos independientes* (ninguna otra cosa).

La tabla debe tener tantas filas como *eventos independientes* tenga el modelo (una fila para cada evento), y se escriben en la primera columna (clase de evento).

En la segunda columna de la tabla: Evento Futuro No Condicionado, debe escribirse el mismo *evento* de la fila que le dio origen o nada. Esto se debe a que por tratarse de *eventos independientes*, un evento no puede generar (sin que medie condición alguna) otro evento distinto de sí mismo.

Por último en la columna anexa **condición** debe expresarse la condición que encadena eventos, por lo tanto las **variables** que allí aparecen solo pueden ser *variables de estado*. Eventualmente pueden aparecer variables relacionadas con el tiempo.

Tabla de Eventos Futuros (T.E.F.):

Se llena al mismo tiempo que la TEI, ya que está formada por variables que contienen el momento (tiempo) en que se producirá un tipo de evento.

3.4. Pasos de la metodología de avance del tiempo Evento a Evento (a intervalos variables)

La fijación de las condiciones iniciales se realizan después de desarrollar el modelo, es la inicialización de variables. Como segundo paso se ubica el próximo evento para lo cual se necesita una tabla de eventos futuros para ubicar el próximo evento.

A continuación se avanza el tiempo hasta el próximo evento y se determina el tipo de evento.

La clasificación del evento, suele darse junto con el paso dos.

Luego se determina el evento futuro no condicionado que son eventos que se definen como características de uno dado y se los coloca en la Tabla de Eventos Futuros.

A continuación se actualiza el vector de estado registrándolo en la tabla el estado actual del sistema.
 Por último se determinan los eventos futuros condicionados como consecuencia del estado del sistema.

3.5. Pasos de la metodología de avance del tiempo Δt constante (a intervalos fijos)

En primera instancia se fijan las condiciones iniciales después de desarrollar el modelo, es la inicialización de variables, etc.

A continuación se avanza el tiempo en un Δt . (una unidad de t)
 Luego se consideran los eventos propios del último Δt , los que ocurren en ese intervalo de tiempo.

A continuación se consideran los eventos comprometidos en Δt anteriores, para lo cual se debe recurrir a una tabla de eventos futuros.

Finalmente se registran los eventos que se comprometen para Δt futuros.

Se debe registrar en la Tabla de eventos futuros, el compromiso de un evento futuro en un Δt determinado.

3.6. Módulos del Software

Perfiles de Usuario: La aplicación cuenta con dos perfiles de usuario: alumno y profesor, pudiendo realizar cada uno tareas distintas en el software según se detallan a continuación.

Módulo alumno:

- Resolver todos los ejercicios prácticos de la guía oficial de la cátedra Simulación.
- Recepción de los enunciados de ejercicios prácticos desde el módulo Docente.
- Ingreso de parámetros del análisis previo (metodología, eventos futuros condicionados, eventos futuros no condicionados, variable endógenas, variables exógenos, etc).
- Resolución de distintas funciones de densidad de probabilidad.
- Generación del modelo de flujo
- A partir del modelo de flujo llevar a cabo la ejecución de la simulación definiendo la condición de corte de la misma y las variables de control.
- Generar gráficos a partir de los resultados de la ejecución de la simulación.
- Almacenar ejercicios en el disco.
- Imprimir Ejercicios.
- Enviar la resolución del ejercicio al Módulo Docente para una corrección.

Modulo Docente:

- Escritura libre de enunciado de ejercicios.
- Publicación de enunciados de ejercicios hacia el módulo Alumno.
- Realizar anotaciones sobre el ejercicio.
- Al igual que en el módulo alumno, desde el modulo docente se resolverán los ejercicios, para efectuar una comparación posterior.
- Corrección del Ejercicio.

3.6.1. Funcionalidades:

Realizar Ejercicio

La tarea de realización de un ejercicio la realiza tanto el perfil de alumno como el de profesor y se compone de la carga del análisis previo, la generación del diagrama de flujo y la ejecución de la

simulación. A continuación detallaremos paso a paso dichas funcionalidades:

a. Cargar Análisis Previo

La carga del análisis previo consiste en:

a.1. Seleccionar tipo de ejercicio

a.2. Cargar variables:

- Datos
- Control
- Estado
- Resultados

Tal como se vio en el punto 3.2.

a.3. Completar tabla de Eventos

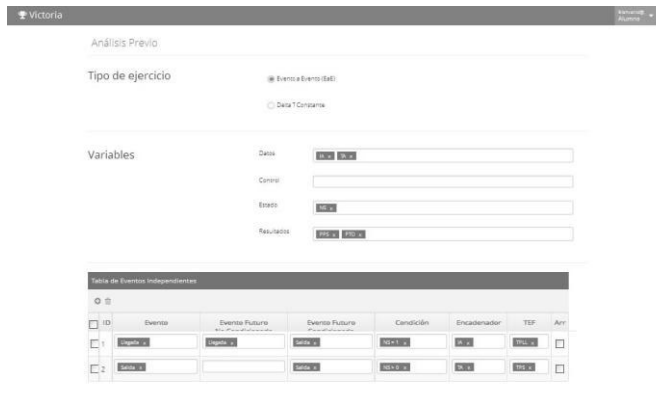


Figura 2: Carga de Análisis Previo- Pantalla Principal

Dependiendo del tipo de ejercicio que el usuario decida realizar, serán distintas las tablas de eventos que deberá completar. A continuación se detallan las tablas existentes:

Tipo de Ejercicio: Evento a Evento

Se completa la tabla de Eventos Independientes siguiendo las reglas anteriormente descritas



Figura 3: Carga de Análisis Previo- Tabla de Eventos- Metodología: Evento a Evento

b. Generar Diagrama

Una vez realizada la carga del análisis previo haciendo clic en el botón “Generar Diagrama” se generará el diagrama de flujo del ejercicio correspondiente.

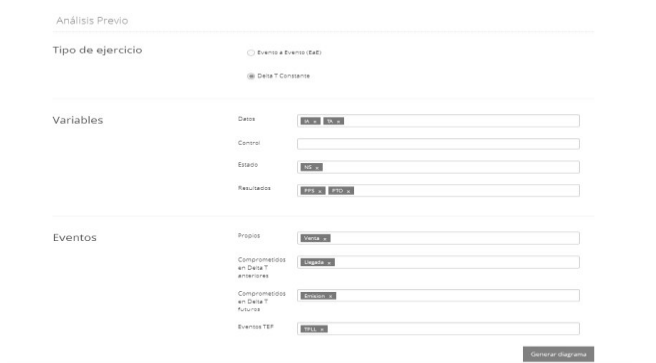


Figura 4: Carga de Análisis Previo- Generar Diagrama

El diagrama se generará con los elementos, variables y rutinas “básicas” cargadas por default y el usuario deberá tener en cuenta los Errores y Warning que el aplicativo resalta para corregir y poder ejecutar la simulación correspondiente.

El Diagrama de flujo que el usuario visualizará será como muestra la *Figura 5*, con posibilidad de incorporar los elementos que se observan en el margen izquierdo, siempre que sea de manera correcta.

Este se realiza en forma automática, siguiendo los pasos de la metodología detallada, incorporando incluso alguno de los resultados básicos. En caso de necesitar otro tipo de resultados, o algunas modificaciones, pueden incorporarse como indica la figura 5.

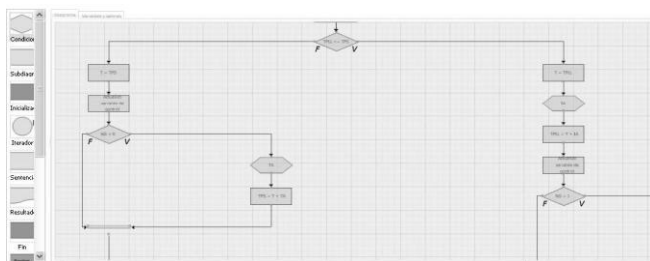


Figura 5: Diagrama de Flujo

El usuario tendrá la posibilidad de trabajar y visualizar no solo el diagrama de flujo principal sino que también los diagramas secundarios seleccionándolos desde el margen superior derecho del diagrama como muestra la *Figura 6*.

Asimismo podrá crear diagramas secundarios nuevos según los diagramas precargados que facilita la aplicación.

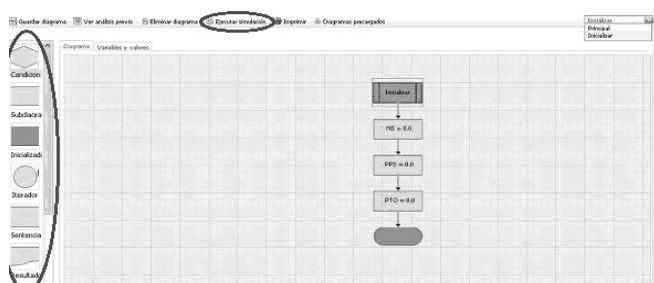


Figura 6: Diagramas de flujo secundarios y Diagramas precargados

c. Ejecutar Simulación

Cuando el usuario corrigió los errores señalados en el diagrama, y presione “Ejecutar Simulación” la aplicación mostrará los resultados de la misma.

La ejecución de la simulación consiste en poder ejecutar la totalidad de escenarios que comprenden la misma de forma simultánea.

Mediante esta funcionalidad es posible visualizar la ejecución de todos los escenarios en tiempo real.

d. Guardar Diagrama

Una vez generado el diagrama, el usuario tiene la posibilidad de guardar el mismo para futuras modificaciones. La funcionalidad se observa en la siguiente figura.

e. Ver análisis previo

Desde la vista del diagrama de flujo el usuario tiene la posibilidad de observar el análisis previo que se encuentra realizado de ejercicio haciendo clic en el botón “Ver análisis previo”.

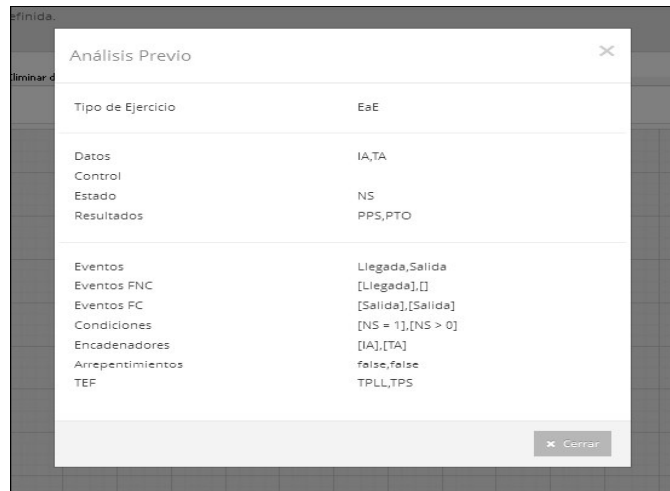


Figura 7: Vista de análisis previo cargado

f. Imprimir Diagrama

La funcionalidad de imprimir diagrama permite imprimir solo el diagrama que esta siendo visualizado en la pantalla. En el caso de desear imprimir otro diagrama, el usuario en primer lugar debe seleccionarlo y luego seleccionar “Imprimir”.

A continuación mostramos la posibilidad que brinda el aplicativo de imprimir dos diagramas distintos siguiendo las instrucciones anteriormente detalladas.

g. Modificar/Eliminar Diagrama

En primer lugar el usuario debe seleccionar el ejercicio guardado desde la opción “Mis diagramas”.

Luego seleccionando el que desee de la lista de sus ejercicios podrá eliminar o modificar el diagrama correspondiente.

h. Ejercicios de Entrega

El usuario “alumno” tendrá la posibilidad de visualizar desde el aplicativo aquellos ejercicios que requieren ser realizados para entregar al profesor que lo solicite o bien ya fueron corregidos.

Asimismo, los Ejercicios de entrega se dividen en: Ejercicios Pendientes de realizar y Ejercicios Corregidos.

Haciendo clic en “Ejercicios de Entrega” el alumno puede observar esta funcionalidad.



Figura 8: Ejercicios de Entrega

NOTA: el campo correspondiente a Día Límite de Entrega es un atributo que establece el profesor al publicar un ejercicio en el caso que el mismo requiera una fecha límite de entrega.

i. Perfil

Tanto el perfil de usuario como el de profesor pueden ser actualizados de la misma forma.

Desde esta opción la aplicación permite cambiar los datos de: contraseña, nombre, apellido, legajo.

j. Cargar Ejercicio

Esta funcionalidad es propia del perfil “Profesor” y consiste en cargar el enunciado y la resolución completa del ejercicio que posteriormente se publicará al módulo “Alumno” para que sea realizado por los mismos.

k. Corregir Ejercicio

Esta funcionalidad es propia del perfil “Profesor” y consiste en corregir los ejercicios que a éste le llegan resueltos por los alumnos.

Una vez que el profesor seleccionó “Corregir Ejercicio”, observará el listado de ejercicios que tiene disponible de corrección con los datos del alumno “autor del ejercicio” correspondiente. Haciendo clic en el botón podrá comenzar con la corrección.

Luego, el profesor observa el diagrama que envió el alumno y tiene la posibilidad de allí mismo ver el análisis previo.

Una vez realizada la observación del diagrama y el análisis previo, el profesor envía las correcciones al alumno, haciendo clic en “Enviar Correcciones” y completando el campo de texto correspondiente.

l. Ver ejercicios cargados

El profesor tiene además la posibilidad de observar los ejercicios que están cargados en el software y desde allí publicarlos al módulo alumno o bien eliminarlos.

m. Resultados de la corrida

En los resultados de la corrida se pueden ver los valores finales que toman las variables en la simulación, y se pueden realizar gráficas observando la evolución de algunas variables que se consideren relevantes durante la corrida. Un caso típico es graficar algunas variables de Resultado conjuntamente con las de Estado.

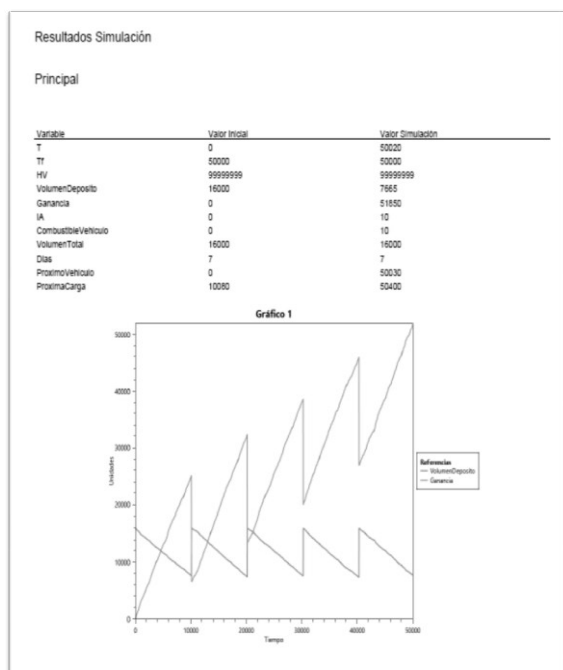


Figura 9: Resultado de la corrida

4. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Como se vio en los puntos anteriores esta herramienta establece una nueva plataforma educativa que le permite tanto al alumno como al docente resolver ejercicios de simulación con el uso de computadoras, descubrir errores y obtener la corrección correspondiente de los mismos. Se utilizaron como lenguajes de programación Java EE 7 Web, HTML5, JavaScript y PHP (según el módulo). En esta primera etapa no se contempló la definición de funciones o rutinas definidas por el usuario, pero se pretende utilizar todas aquellas rutinas de uso general que se encuentren disponibles en Internet.

Actualmente se está trabajando en el módulo docente-alumno para darle mayor funcionalidad y la posibilidad de exportarlo al “Campus Virtual” de la Facultad para incorporar y hacer la herramienta mas interactiva, incluso asociándola a otras como por ejemplo: “Wikies colaborativas”

Por otro lado se pretende avanzar en dos líneas de investigación, por un lado realizar una versión portable del producto y por el otro realizar efectivas explotaciones de resultados incorporando módulos de animación.

5. REFERENCIAS

[1] Coss Bu, Raúl (2003); *Simulación: un enfoque práctico*; Editorial Limusa, pg. 11

[2] PROMODEL, (Sitio oficial del software Evolución <https://www.promodel.com/>)

NETLOGO (Sitio oficial del software Evolución <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>)

SIMUL 8 (Sitio oficial del software Simul8 <http://www.simul8.es/>)

ANYLOGIC (Sitio oficial del software AnyLogic <http://www.xjtek.com/>).

[3] Forrester, Jay W. (1975). *Collected Papers of Jay W. Forrester*. Pegasus Communications

[4] JUSTI, R. (2006). *La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos*, en *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (2), Barcelona, España, ICE de la Universitat Autònoma de Barcelona,

[5] Heffelfinger, David (2011). *Java EE 6 Development with NetBeans 7 by R. Paperback*

[6] Gauchat, Juan Diego (2012). *El gran libro de HTML5, CSS3 y Javascript*. Primera edición, MARCOMBO, S.A. Barcelona

[7] GIIS, (Sitio oficial <http://giis.uniovi.es/>)