

# Evaluación del software uModelFactory como herramienta didáctica

N. González, L. Sugezky, M. Prieto, M. Giura, Y. Kuo, M. Trujillo, J.M. Cruz

Medrano 951 – Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina

ngonzalez@frba.utn.edu.ar

**Abstract**— the use of models to describe the software in embedded systems is becoming increasingly common. uModel Factory is a free software application that allows the creation of state charts and code generation in C language with its associated documentation. It was developed within the framework of the research project entitled “Didactic-Professional Software for the modeling, debugging and implementation of industrial applications on embedded systems (uModelFactory)”, conducted by the Department of Electronics at Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires. The software was evaluated with students and professors and used as a teaching tool during 2015. Based on the evaluations, new features were proposed to provide greater versatility to the application. Simulation and Debugging tools for the state diagram were developed. The aim was to have new software that allows not only the modeling of a system, but also its simulation according to inputs and outputs, and generating C code. The debugging process facilitates the model development, minimizing implementation times in real embedded systems. uModel Factory is a multiplatform free and open-source software developed in C++ using the Qt Framework.

**Keywords:** state chart, model, simulation

**Resumen**— A partir del desarrollo del software uModel Factory (PID UTN1562, Resolución CD FRBA N°2040/11), el cual permite la creación de un modelo de estados a través de su interfaz gráfica, como así también la generación de código en C y su documentación asociada, se realizó su evaluación por parte docentes y estudiantes de Ingeniería Electrónica, y se propuso su utilización en el ciclo lectivo 2015 como herramienta didáctica en el aula (Informática II – Departamento de Ingeniería Electrónica). A partir de la evaluación se propuso desarrollar nuevas funcionalidades para dotar de mayor versatilidad a la aplicación mencionada. Las nuevas herramientas desarrolladas son la simulación y depuración del modelo planteado llevadas adelante con el objetivo de contar con un software que permita el modelado de un problema, su simulación de acuerdo a periféricos de entrada/salida y la generación de código resultante (en lenguaje C). El proceso de depuración facilita el desarrollo minimizando los tiempos de implementación en un sistema embebido real. El software fue desarrollado en c++ utilizando el framework de QT, permitiendo así ser una aplicación multiplataforma, y de uso libre.

**Palabras claves:** diagramas de estado, modelos, simulación

## I. INTRODUCCION

El presente trabajo surge de la necesidad de contar, en el marco de la asignatura Informática II de la carrera Ingeniería Electrónica (plan 95A - Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires), con un entorno integrado de desarrollo (IDE, del Inglés Integrated Development

Environment) a nivel didáctico, que permita el modelado gráfico de diagramas de estado y la depuración sobre el propio modelado para su posterior implementación en aplicaciones industriales sobre sistemas embebidos.

Los modelos no están pensados para visualizar código sino para representar un sistema con un nivel de abstracción superior al de los lenguajes de programación. Los modelos ayudan a comprender el sistema a diseñar y favorecen el intercambio de ideas

Un **modelo** es una **representación simplificada** de un sistema que contempla las propiedades importantes del mismo desde un determinado punto de vista

Desde una mirada constructivista [1] la promoción de situaciones de trabajo colectivas que fomenten la discusión, el análisis crítico y la evaluación de diferentes formas de resolver problemas facilitarán la aprehensión del conocimiento.

En ese sentido, las herramientas de simulación son una pieza fundamental y cumplen un rol significativo en los procesos de enseñanza-aprendizaje [2]

En la actualidad UML (Unified Modeling Language) se ha convertido en una herramienta estándar para programadores e ingenieros en sistemas de información. El uso principal de UML es el modelado de sistemas e incluye tanto el análisis como el diseño [3].

El modelado para la implementación de sistemas embebidos permite *simular* el funcionamiento de un sistema desde las primeras etapas del diseño y generar automáticamente el *código fuente* y la *documentación* del proyecto, manteniendo en todo momento el sincronismo entre modelo, código y documentación.

Como parte de esta investigación, se propuso desarrollar una aplicación de software para PC con interfaz gráfica, multiplataforma, open source y de uso libre; que oficie de herramienta para el modelado y posterior simulación del funcionamiento de una aplicación de control en sistemas embebidos; y cuyo producto final sea –una vez definida la plataforma de hardware objetivo– la codificación en lenguaje de programación C que la represente.

El desarrollo incluyó una interfaz gráfica a los fines de priorizar la claridad de conceptos, facilitar el uso y potenciar el análisis de comportamiento.

Dicha interfaz está basada en tres pilares:

- Modelado gráfico del algoritmo de control
- Incorporación de periféricos terminales

- Generación de código C para diferentes plataformas con absoluta transparencia para la interfaz al usuario.

Esta aplicación se propone como una nueva herramienta en el aula, la cual facilite al estudiante la comprensión del conocimiento.

## II. OBJETIVOS

Los objetivos de la investigación en esta etapa fueron en una primera instancia los orientados a la investigación de software de modelado existente y el uso de los docentes y estudiantes de los mismos.

Los objetivos específicos de esta etapa fueron:

- Analizar el software de modelado disponible y su potencialidad para educación.
- Reconocer sobre dicho relevamiento las limitaciones y/o ventajas que pudiesen presentar.
- Indagar acerca del nivel de conocimientos de los docentes y los estudiantes acerca del uso de software de modelado y simulación.
- Determinar las necesidades formativas de docentes para su uso en el aula.

Una vez realizado el análisis de software de modelado disponible, se encontró que si bien existen diferentes software para desarrollar aplicaciones utilizando una metodología gráfica, a la hora de realizar una aplicación embebida, todos tienen restricciones de algún tipo. Sin excepción, todas las aplicaciones relevadas se encuentran disponibles en inglés, que, si bien es el lenguaje técnico por excelencia, termina poniendo un escalón más de dificultad en el curva de aprendizaje.

No menos importante es el hecho que no se dispone de ninguna herramienta open-source que cumpla siquiera con los requisitos mínimos necesarios para plantearse encarar un proyecto con ellas.

La gran mayoría de las aplicaciones existentes poseen una serie de desventajas comunes:

- Focalización al diseño de aplicaciones de alto nivel para el ambiente de sistemas
- Inadecuación del código fuente al uso en plataformas embebidas
- Desaprovechamiento de recursos a la hora de generar el código final
- Utilización desmedida de librerías para realizar acciones básicas con el consecuente desaprovechamiento de recursos
- Curvas de aprendizaje muy extensas o empinadas
- Dificultad de utilización como herramienta de enseñanza
- En el caso de poseer una orientación a la enseñanza, no se genera código susceptible de ser utilizado en proyectos profesionales.
- Código cerrado

- Licencias pagas
- Compatibilidad sólo con Windows
- Sólo con interfaz en inglés

Este relevamiento permitió continuar con una segunda instancia de investigación y desarrollo en la cual se cuenta con los siguientes objetivos:

- Incorporar mejoras y diseñar la versión 2.0 de uModel Factory.
- Evaluar dicha versión en un grupo reducido de estudiantes.
- En función de dicha evaluación realizar mejoras a través de lo relevado.
- Evaluar la herramienta para su uso en cursos piloto en la asignatura Informática II.

## III. SITUACION ACTUAL

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos se desarrolla la versión 1.5 la cual se utiliza durante el ciclo lectivo 2015. La misma permite realizar las siguientes acciones para la construcción del modelado de un sistema embebido (figura 1):

- Creación de un proyecto / Apertura de un proyecto existente.
- Alta, baja y modificación de eventos, acciones, variables y constantes.
- Definición del modelo basado en estados y transiciones.
- Definición del estado inicial (1)
- Asignación de eventos y acciones asociadas a la transición (2 y 3).
- Visualización de la tabla de estados que representa al modelo (4).
- Generación de código que representa al modelo
- Sincronización entre modelo, código y documentación del proyecto.

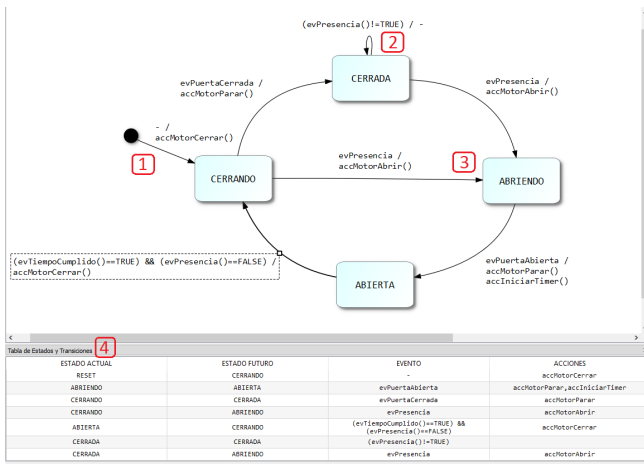


Figura 1: visualización de los componentes de la interfaz

Durante el 2015, si bien se contó con la versión 1.5 para su utilización en la asignatura informática II, se continuó avanzando con el desarrollo de la versión 2.0 la cual incorpora las nuevas funcionalidades que se detallan a continuación:

- Incorporación de prioridades en las acciones realizadas (figura 2) permitiendo definir el orden de ejecución de cada acción.
- Incorporación de acciones frente al evento de reset
- Incorporación de la simulación del modelo en forma gráfica (figura 3)

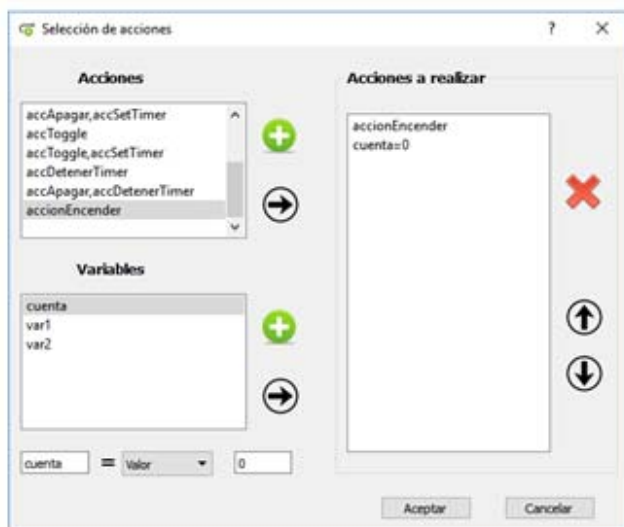


Figura 2: invocación de funciones y asignación de variables como parte de la acción perteniente a la transición

El proceso de simulación permite evaluar el modelo planteado y ejecutar pequeñas rutinas que validen la coherencia del modelo (figura 3).

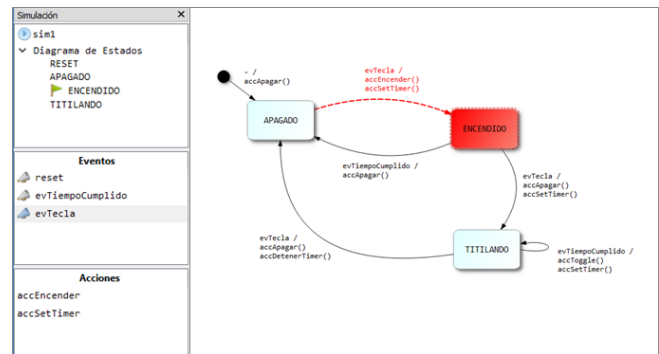


Figura 3

#### IV. DISEÑO DE INSTRUMENTOS

De forma de evaluar el impacto del uso de la herramienta versión 1.5 presentada en el contexto de la asignatura se diseñaron dos encuestas. La primera de ellas se encontró orientada a evaluar la experiencia de los estudiantes en el uso y la segunda se orientó a analizar el uso como herramienta didáctica por parte de los docentes.

A su vez, con el fin de evaluar la versión 2.0 desarrollada durante el ciclo lectivo 2015 se diseñó una tercera experiencia destinada a evaluar las mejoras realizadas por fuera del ciclo lectivo 2015. Dicha actividad fue realizada por estudiantes que cursaron en el ciclo lectivo 2015.

##### Encuesta #1 destinada a estudiantes

A partir de esta encuesta se busco evaluar la experiencia por parte de los estudiantes. Dentro de las preguntas realizadas encontramos:

- ¿Utilizaste el software uModelFactory este año en Informática II ?
- ¿Cómo evaluás su interfaz / entorno gráfico?
- ¿Pudiste desarrollar ejercicios o modelos asociados al TPO por ejemplo?
- ¿Cómo evaluás la experiencia?
- ¿Pensas que puede ser útil para preparar el final o comprender mejor la materia?
- ¿Qué funcionalidades le agregarías? Y ¿Qué dificultades tuviste?

##### Encuesta #2 destinada a docentes

En el caso de la encuesta docente, la misma se orientó a la evaluación del software como herramienta didáctica y se consultaron los siguientes puntos:

- ¿Pudo utilizar el software uModel Factory al momento del dictado de máquinas de estado?
- ¿Tuvo alguna dificultad en el uso del software?

- ¿Podría relatar en qué consistió la actividad donde se involucró el programa?
- Frente al uso habitual en la pizarra, ¿Notó alguna diferencia en la incorporación del software?
- ¿Qué recursos necesitaría para mejorar la utilización de la herramienta en el aula?
- ¿Qué dificultades tuvo en el uso?

Como tercer instrumento y de forma de evaluar las mejoras implementadas fuera del uso de la herramienta en el aula, se planteo realizar una actividad que permitiese su evaluación.

## V. RESULTADOS

Con relación a la encuesta para estudiantes sobre el uso del software se obtuvieron un total de 22 respuestas. A continuación se detallan los aspectos más relevantes:

- 21 de los 22 jóvenes encuestados pudieron utilizar el software sin dificultad.
- El 72,7% consideró que la interfaz gráfica era muy buena o excelente. El 27,3% restante la evaluó como buena.
- El 90,9% pudo desarrollar modelos orientados a su proyecto anual.
- El 45,5% evaluó dicha experiencia como muy buena o excelente y el 50% la consideró buena.
- El 68,2% opina que la utilización de esta herramienta puede facilitar la aprehensión del conocimiento con relación al estudio de la temática y la preparación del final.

Desde la Dirección de la Cátedra de Informática II se organizó un seminario de cátedra en el mes de abril para capacitar a los docentes de la asignatura en la herramienta (uModel Factory). En el seminario participaron 12 docentes de la asignatura.

El seminario fue dividido en tres partes:

- Demostración del uso del software
- Implementación por parte de los asistentes de tres problemas de la guía de trabajos prácticos utilizando el software desarrollado [4].
- Discusión y encuesta sobre la herramienta utilizada.

Con relación a la encuesta realizada a docentes sobre el uso como herramienta didáctica, se obtuvieron un total de 7 respuestas. A continuación se detallan los aspectos más relevantes:

- 6 de los 7 docentes pudieron utilizar el software en el momento del dictado del tema “Máquinas de estado”.
- Ninguno de los docentes tuvo dificultad en el uso del programa.
- El 71,4% indicó que notó mejoras en el dictado del tema, con relación al uso del pizarrón. En particular se destaca la posibilidad que los estudiantes siguieron el desarrollo a la par mientras se dictaba el tema.
- Con relación a los recursos a incorporar que potencialmente favorecerían los procesos de enseñanza y aprendizaje, sobresale la incorporación de la simulación del modelo.

En particular este punto fue evaluado con un nuevo grupo testigo de estudiantes una vez finalizado el ciclo lectivo 2015.

### Descripción de la actividad

Se realizaron pruebas de funcionamiento y de uso con un grupo reducido de estudiantes. La prueba tuvo una duración de 90 minutos y participaron 7 estudiantes que cursaron Informática II en el ciclo lectivo 2015.

Luego de una introducción formal de la prueba, se realizó un repaso sobre los temas vinculados con máquinas de estado entre los que se incluyeron los conceptos de modelo, diagramas, estado, evento y actividad.

A continuación se realizó una demostración con dos casos de uso. Para finalizar se les planteó un problema integrador para que puedan hacer uso de las nuevas funcionalidades de la versión 2.0 vinculadas con dar prioridades a las diferentes acciones, dar acciones frente al evento de reset y simular el modelo en forma gráfica.

A través de la encuesta completada por los estudiantes se obtuvieron indicadores sobre el software, detección de bugs o errores.

La totalidad de los estudiantes pudo generar un nuevo proyecto, plantear el modelo asociado al problema, definiendo los estados, transiciones, eventos y acciones. A su vez, lograron evaluar la simulación del modelo planteado generar el código que lo representa y la documentación asociada.

Con respecto a la interfaz, la totalidad de los estudiantes identificó con claridad los componentes, tales como menús, accesos y vistas.

## VI. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha planteado la evaluación de la herramienta y sus mejoras analizando el impacto en la población estudiantil y docente. En ese sentido, podemos plantear que el software de simulación, en particular dentro de la carrera de ingeniería electrónica, favorece la aprehensión del conocimiento por parte de los estudiantes y permite a los docentes contar con nuevas herramientas frente al dictado de contenidos. De esta forma, el estudiante al incorporar estas herramientas en su cotidianeidad, logrará mayor autonomía en su trayectoria académica y profesional.

## VII. REFERENCIAS

- [1] Diaz Santana (2004). *Enfoque constructivista como herramienta para el aprendizaje*. Centro de Competencias de la Comunicación. Universidad de Humacao. Puerto Rico
- [2] Joaquim, Gonzalez, Navarro (2012). *Influencia del software de simulación en la Aprehensión del Conocimiento*. II Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería (JEIN).
- [3] Grady Booch, James Rumbaugh, and Ivar Jacobson, *The Unified Modeling Language User Guide*, Addison-Wesley. ISBN 0-201-57168-4
- [4] Guía de trabajos prácticos de clase 6. Informática II. Departamento de Ing. Electrónica. Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires.

Referencia:

[http://www.electron.frba.utn.edu.ar/materias/95-0453/archivos/tpc6\\_maquinas\\_de\\_estado.pdf](http://www.electron.frba.utn.edu.ar/materias/95-0453/archivos/tpc6_maquinas_de_estado.pdf)