

La simulación por computadora como estrategia didáctica. Aplicación en la asignatura Sintáxis y Semántica del Lenguaje en la carrera Ingeniería en Sistemas de Información

Meloni, Brenda Elizabeth

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba

Inchaurrondo, Claudia Inés

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba

Abstract

Se presentan los aspectos principales de una investigación realizada sobre simulación por computadora de máquinas abstractas en la asignatura Sintaxis y Semántica del Lenguaje (SSL) de la carrera Ingeniería en Sistemas de Información de la Facultad Regional Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional. Entre los contenidos de la asignatura SSL están los autómatas o máquinas abstractas, difíciles de asimilar por los estudiantes ya que los mismos están muy cercanos a la matemática y son fuertemente abstractos. Los estudiantes efectúan prácticas de diseño de dichas máquinas sin contar con herramientas para la simulación o experimentación en computadora, que les permita comprobar o verificar la aplicabilidad de los temas teóricos a la resolución de problemas reales.

Para dar solución a esta problemática se investigó la simulación como estrategia de enseñanza y en particular, la simulación de máquinas abstractas encontrando distintos software libres, entre ellos se seleccionó uno desarrollado por docentes investigadores de la mencionada facultad, software que simula el comportamiento de estas máquinas. También se diseñó una propuesta educativa para la implementación de la simulación.

Se comprobó que la simulación constituye una solución efectiva a los problemas de enseñanza planteados pudiendo integrarse en el programa de la asignatura SSL a través de las prácticas de laboratorio.

Palabras claves

Simulador, Máquinas Abstractas, Autómatas Finitos

Introducción

La sociedad contemporánea se caracteriza por una gran diversidad y complejidad de escenarios y formas de comportamiento. Esta complejidad se ve aumentada por los cambios que afectan continuamente tanto

la estructura de los escenarios, como las dinámicas sociales que en ellos ocurren.

En el ámbito académico, la experiencia de formación de los estudiantes universitarios debe prepararlos para enfrentar de manera adecuada tanto la complejidad e incertidumbre, como los cambios constantes, la necesidad de tomar decisiones de forma continua y de resolver de manera adecuada los problemas que se les presentan.

En este sentido, Edith Litwin [1] señala que “La enseñanza basada en casos, proyectos y/o problemas, así como la instrucción apoyada por las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, constituyen herramientas pedagógicas que se apoyan en situaciones experienciales y que permiten tender un puente entre las situaciones de la vida real (la experiencia concreta con diversos aspectos de esa realidad), y los contextos de enseñanza y reflexión en el aula”.

La incorporación de la tecnología a los procesos de enseñanza superior requiere de transformaciones, ya que de nada sirve introducir nuevas tecnologías si no se producen cambios en el sistema de enseñanza. Además, toda propuesta didáctica se inserta y desarrolla en un tiempo y un espacio y quienes las diseñan tienen la responsabilidad de contemplar ambas dimensiones.

Una propuesta curricular estática que se apoye únicamente en metodologías de enseñanza transmisivo-receptivas difícilmente podrá enfrentar los retos que plantea

la sociedad en continuo cambio. Por contraparte, una visión del currículum entendido dinámicamente deberá considerar y anticipar las condiciones en que los estudiantes enfrentarán el ejercicio profesional futuro y prever los requerimientos que esta prospectiva impone a la formación universitaria.

En la carrera Ingeniería en Sistemas de Información de la Facultad Regional Córdoba (FRC) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), la asignatura Sintaxis y Semántica del Lenguaje (SSL) corresponde al segundo año del Plan de estudios 2008 y pertenece al área de Programación de la carrera. Esta asignatura brinda conocimientos sobre Teoría de la Computación que comprende Teoría de Autómatas, Teoría de la Computabilidad y Teoría de la Complejidad Computacional. Dentro de la Teoría de Autómatas, las máquinas teóricas son denominadas Autómatas, Máquinas Abstractas o Máquinas de Estados. La teoría de máquinas teóricas y gramáticas tiene múltiples aplicaciones en diversas áreas de conocimiento. Algunas aplicaciones, por ejemplo, son los analizadores léxicos que se utilizan en los compiladores de lenguajes de programación [2].

La práctica que realizan los estudiantes dentro de la asignatura SSL consiste en diseñar en papel y lápiz, máquinas abstractas a través de consignas que éstas deben cumplir o de lenguajes que deben aceptar, y con los datos necesarios para construirlas como: alfabeto de entrada, cadenas de ejemplo de la cinta de entrada, cadenas de ejemplo que debe tener la cinta de salida, etc.

Una vez que cada estudiante diseñó su máquina, el docente desarrolla un posible modelo de máquina en el pizarrón como ejemplo del diseño, ya que la mayoría de las veces, no hay un solo diseño para la misma.

En su funcionamiento, las máquinas teóricas aceptan o reconocen un lenguaje, y para ello es necesario comprobarlo con la

mayor cantidad de palabras o datos posibles, lo que insuere un tiempo considerable. Algo similar ocurre con la verificación de los autómatas, tanto traductores como reconocedores, que requieren un seguimiento de su comportamiento que resulta en extremo largo y a veces tedioso.

Los estudiantes solo pueden verificar el correcto funcionamiento de las máquinas abstractas a través de palabras de ejemplo, con el seguimiento paso a paso de las mismas a lo largo de toda la secuencia de la máquina y muchas veces, no se puede confiar en este procedimiento, porque el estudiante puede equivocarse al seguir la máquina con su vista o con la interpretación de su funcionamiento, o el mismo docente también puede cometer errores. Además, depende de la habilidad y la experiencia que cada uno tenga para interpretar dichos diseños. A ello debemos agregar la imposibilidad de comprobar el funcionamiento para un número realmente significativo de juegos de palabras o datos.

Todo esto lleva a que el docente sienta que su práctica queda incompleta, no se logra concluir en su totalidad, no se puede hacer un cierre final de cada tema porque el estudiante no logró ver que, lo que está plasmado en papel tiene un funcionamiento real, que puede ingresar una entrada a su máquina, que tiene un seguimiento y una finalización. La experimentación es una herramienta que acerca a los estudiantes a la aplicación real de los temas.

En base a esta problemática que se presenta desde hace varios años en la asignatura SSL, iniciamos una búsqueda y consulta general sobre estrategias utilizadas para la aplicación de estos contenidos en otras instituciones universitarias, pudiendo detectar que una posible solución para las dificultades planteadas en los contenidos y su aplicación sería innovar a través de la simulación de estas máquinas.

La investigación realizada tuvo como objetivo general “Establecer una propuesta educativa para la implementación de la

simulación por computadora para máquinas abstractas, como una nueva estrategia de enseñanza en la Asignatura Sintaxis y Semántica del Lenguaje de la carrera Ingeniería en Sistemas de Información de la Facultad Regional Córdoba de la UTN". Como objetivos específicos se plantearon:

- Analizar las características de la simulación por computadora como estrategia de enseñanza.
- Identificar el modelo de enseñanza para la implementación de la simulación por computadora en la asignatura SSL.
- Diseñar un plan piloto de enseñanza y evaluación, para la aplicación de la simulación como método de enseñanza en la asignatura SSL.
- Establecer y evaluar las diferencias y similitudes surgidas de la aplicación de la simulación como estrategia de enseñanza en relación al método actual, en la asignatura evaluar el efecto de la simulación por computadora como estrategia de enseñanza en el aprendizaje de las máquinas abstractas.
- Definir los lineamientos generales y las principales características de un modelo de enseñanza y evaluación de la simulación como método de enseñanza, para su aplicación en forma sistemática en el contexto de la asignatura SSL.

En esta presentación nos centramos en los dos últimos objetivos.

Elementos del Trabajo y metodología

Para dar solución a la problemática planteada y de acuerdo a los objetivos enunciados, establecimos una propuesta educativa para la implementación de la simulación por computadora para las distintas máquinas abstractas que son estudiadas en la asignatura SSL.

En la elaboración de esta propuesta partimos del análisis de las características de la simulación por computadora como estrategia de enseñanza [3], [4]. Estas características no solamente fueron examinadas de manera conceptual a través

de distintos autores, sino también, como un recurso didáctico aplicado con el mismo fin que el de nuestra asignatura en otras universidades del país y del mundo [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15].

Luego y como un paso previo en la construcción de nuestra propuesta concreta, diseñamos un plan piloto de enseñanza y evaluación para la aplicación de la simulación, ya que se trataba de la primera vez que se iba a llevar a cabo esta experiencia [16]. Dentro del plan se analizaron, seleccionaron y emplearon los recursos necesarios para la implementación que se llevó a cabo sobre una sola máquina abstracta: el Autómata Finito (AF) [2].

Analizamos varios simuladores desde un punto de vista didáctico, entre ellos, Minerva de la Universidad Nacional de Buenos Aires [9], Proyecto SEPA de la Universidad Católica de Santiago del Estero [11], XTuringMachine de la Universidad de Tennessee [15] y JFLAP de la Universidad de Duke [7]. Para la implementación del plan piloto seleccionamos el simulador GHD Grupo de Herramientas Didácticas creado por docentes investigadores de la UTN FRC [6]. GHD es una herramienta didáctica para la enseñanza y ejercitación práctica en laboratorio de informática teórica en las carreras de informática, contiene las siguientes herramientas: fundamentos teóricos y prácticos sobre Gramáticas y Autómatas Finitos, los Simuladores donde se presentan los simuladores de Autómatas Finitos, Autómatas a Pila y Máquinas de Turing, permiten a los estudiantes ejecutar máquinas para comprobar su funcionamiento, las mismas deben ser instaladas en las computadoras para su ejecución, y Autoevaluación: en esta herramienta se presentan formatos de evaluaciones de conceptos teóricos de estilo múltiple choice que permite al estudiante realizar una autoevaluación de los conocimientos adquiridos sobre los temas de la asignatura SSL.

El simulador de AF que presenta GHD, tiene una gran ventaja con respecto a otros del mismo tema, ya que fue creado en base a la asignatura SSL y principalmente como herramienta para dicha asignatura. Emplea la misma nomenclatura utilizada en SSL y no resulta extraño ni complejo el manejo del mismo para quien conozca la asignatura, motivo principal por el que ha sido seleccionado para implementar nuestra estrategia.

El plan se aplicó durante el 1er. Cuatrimestre de un ciclo lectivo, en el dictado de la asignatura SSL, UTN, FRC, con un grupo de 25 estudiantes que participaron de la práctica de la simulación. El 100 % de los estudiantes aseguraron que usaban por primera vez un simulador didáctico como parte del aprendizaje de una asignatura, además de cursar por primera vez la asignatura SSL.

Resultados

Los recursos empleados, tanto humanos como materiales, permitieron llevar a cabo la simulación de acuerdo al plan. Lo que deseamos destacar aquí es lo concerniente al empleo de la simulación y del simulador. En este sentido los 25 estudiantes opinaron que fue positivo el uso del mismo, el 72 % consideró adecuada su utilización para un mejor aprendizaje de estas máquinas abstractas (*Figura 1*) y un 52% consideró que no podría diseñar directamente un AF en el simulador aduciendo que primero debía hacerlo en forma manual (*Figura 2*).

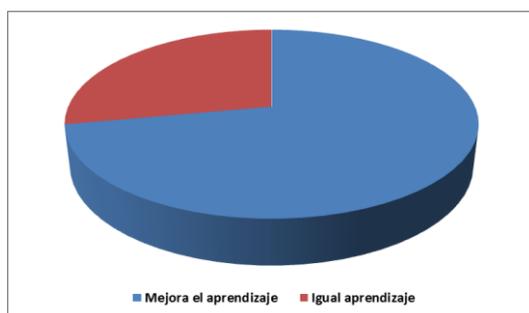


Figura 1: Utilización del simulador para mejorar el aprendizaje

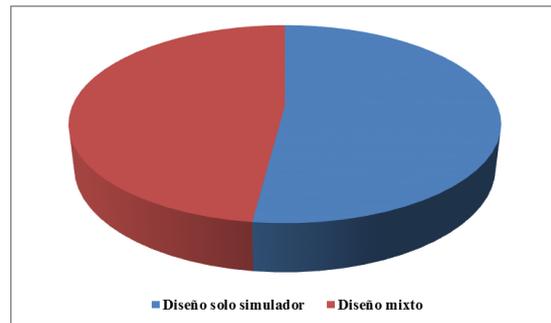


Figura 2: Diseño del AF utilizando simulador

Con respecto a la enseñanza del AF: el 80% de los estudiantes opinaron que en la enseñanza del AF, el método manual se podría complementar con el simulador, sólo el 20 % restante opinó que con el método manual solo es suficiente.

Con respecto a los conceptos relacionados con el AF el 68 % de los estudiantes opinó que la definición formal de un AF (*Figura 3*) les resultó clara con ambas formas, es decir con el simulador y manualmente.

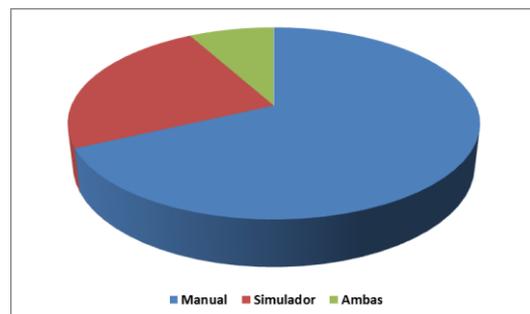


Figura 3: Conceptos relacionados con el AF

Con respecto al diseño del grafo de un AF, al 76% de los estudiantes les resultó claro también con ambos métodos, mientras que un 52% de los estudiantes contestó que el reconocimiento del lenguaje de un AF se visualiza con mayor claridad en el simulador, otro 44 % contestó que la visualización del comportamiento del AF les resultaba claro en cualquiera de los dos métodos.

Por otro lado, se analizaron conceptualmente distintos modelos de enseñanza [16], como así también, el

modelo que utiliza la asignatura. Existen trabajos de investigación sobre modelos de enseñanza que demuestran que no hay un modelo en particular que logre con éxito el aprendizaje en todos los estudiantes [17]. En base a esto y al trabajo realizado se asumió que lo óptimo era abordar la enseñanza según distintos modelos dependiendo de la diversidad de estudiantes que se presenten y de la situación en particular. Se considera que no es posible encasillar a la simulación por computadora en un modelo de enseñanza determinado.

Discusión

A partir de los resultados y del análisis realizado, pudimos detectar que la simulación no puede constituirse en un modelo que reemplace al ya existente en la cátedra de SSL, si no, que lo complemente. Por lo tanto, nuestra propuesta es seguir aplicando el método manual tradicional, ya que es totalmente necesario que los estudiantes continúen haciendo sus diseños en el aula y luego sean volcados al simulador, de manera de verificar su funcionalidad.

Comprobamos que la simulación es un buen complemento del proceso de enseñanza y de aprendizaje, pero no sustituye la interacción del educando con el educador.

La simulación presenta una visión de un funcionamiento real, en este caso de una máquina abstracta, que permite al estudiante probar y descubrir cómo funciona y como se comporta dicho autómata a través de una palabra o un lenguaje.

El simulador que empleamos, GHD Herramientas didácticas, permite verificar el funcionamiento de una máquina abstracta a través de un diseño propio de cada estudiante, brinda la posibilidad de evaluar a cada uno, no solo por el conocimiento del manejo propio del simulador (software), sino también, poder evaluar su habilidad de diseñador, ya que depende de su prototipo para el éxito del funcionamiento real de la

máquina en el simulador. El simulador refleja el funcionamiento de un autómata de acuerdo a los datos e ingresos de los parámetros.

Hemos comprobado que este tipo de herramienta didáctica motiva al estudiante a intensificar la práctica de máquinas abstractas obteniendo como resultado la adquisición de habilidades, como así también, ayuda a la comprensión de la temática a través del ensayo-error.

Verificamos durante el desarrollo de la aplicación y a través de las encuestas que la simulación como estrategia de enseñanza se organiza para que los estudiantes aprendan mediante la participación en una situación similar a la real. Conscientes de que es una participación ficcional, más de una vez, se le asigna un sentido lúdico que estimula la actividad. Se trata de replicar una situación o construir un modelo para que los estudiantes participen en una experiencia de aprendizaje fructífera.

En el caso de SSL, estamos convencidos que la simulación constituye una solución efectiva a los problemas de enseñanza que se plantearon. Conocer el funcionamiento real de una máquina abstracta y verificar su funcionamiento a través de una cadena o de un lenguaje por medio de un simulador, es el complemento del método de enseñanza existente en la cátedra, es decir, del método manual.

La simulación por computadora puede integrarse en el programa de la asignatura SSL a través de las prácticas de laboratorio. Esta actividad debe incorporarse a la cátedra, por lo que debe ser planificada ya que se está innovando en la misma y en la Universidad, ninguna otra asignatura de la carrera emplea este recurso didáctico.

Conclusiones y Líneas de investigación futuras

En el caso de SSL, estamos convencidos que la simulación constituye una solución efectiva a los problemas de enseñanza planteados. Conocer el funcionamiento real de una máquina abstracta y verificar su

funcionamiento a través de una cadena o de un lenguaje por medio de un simulador, constituye el complemento del método de enseñanza existente en la cátedra, es decir, del método manual.

La simulación por computadora puede integrarse en el programa de la asignatura SSL a través de las prácticas de laboratorio y para ello debe ser planificada.

El análisis efectuado en esta investigación sobre la aplicación de la simulación nos permitirá abordar los contenidos de la asignatura SSL con sólidos fundamentos, no solo didácticos, sino también teóricos.

Por último, podemos mencionar que en la Facultad Regional Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional no se ha aplicado este tipo de estrategia en ninguna otra asignatura de la carrera, con ella se está innovando didácticamente y por ello se considera la ventaja de contar con ella para las futuras prácticas que los estudiantes realicen sobre estos temas.

En lo que concierne a líneas de investigación futuras a partir de este trabajo, se considera interesante abrir nuevas líneas, dentro de la cátedra en los temas que se exponen a continuación:

- Innovar didácticamente:

En esta investigación hemos constatado y demostrado la efectividad y la factibilidad de la aplicación de la simulación como estrategia didáctica. Es preciso extender el estudio de la aplicación de la simulación y de los efectos de la misma a toda la cátedra ya que constituye una innovación didáctica que debe ser valorada y aplicada.

- Formar a los profesores

La aplicación de nuevos modelos educativos, como el aquí propuesto, requiere indispensablemente de profesores formados e identificados con el modelo mismo. La formación de los profesores es parte del éxito de aplicar la innovación didáctica en la cátedra de SSL.

- Investigar los enfoques de aprendizaje

El enfoque cognitivo contemporáneo [4], sustentado en las teorías de la información, la psicolingüística, la simulación por

computadora, y la inteligencia artificial, condujo a nuevas conceptualizaciones acerca de la representación y naturaleza del conocimiento, y de fenómenos como la memoria, la solución de problemas, el significado y la comprensión y producción del lenguaje.

Consideramos que este enfoque al igual que otros debería ser objeto de estudio en la cátedra con el fin de contribuir al aprendizaje significativo en los estudiantes. El enfoque cognitivo contemporáneo se presenta a través de la presentación de situaciones reales, simulaciones vinculadas al ejercicio profesional, aprendizaje mediado por las nuevas tecnologías, entre otras, aplicables en la cátedra de SSL.

- Evaluar la parte práctica de la asignatura SSL en los exámenes a través de un simulador

Otra aplicación de la simulación en la cátedra de SSL, además de una herramienta didáctica, sería utilizarla como un instrumento de evaluación.

Los exámenes en SSL se componen de dos partes: práctico y teórico, el examen práctico consiste en la resolución de ejercicios entre los que se pide una máquina teórica, la misma podría realizarse a través del simulador.

Esto implicaría un gran cambio en la forma de evaluar como así también en la organización de la cátedra, ya que los exámenes son unificados para todos los segundos años de la carrera de ingeniería en Sistemas de Información. Como principal ventaja de aplicar la simulación en un examen sería la rapidez y veracidad para verificar el funcionamiento de una máquina abstracta. A su vez, encontraríamos varias desventajas, por ejemplo, la infraestructura del laboratorio de computación con el que cuenta la UTN actualmente.

Referencias

- [1]LITWIN, Edith (1997). "Las configuraciones didácticas. Una nueva agenda para la enseñanza superior". Editorial: Paidós Ibérica.
- [2]GIRÓ, Juan, VAZQUEZ, Juan, MELONI, Brenda, CONSTABLE, Leticia (2012). "Máquinas

abstractas y gramáticas formales”. Edición de los autores, impreso y distribuido por M&Copias impresiones. Edición previa. ISBN en trámite.

[3] NAYLOR, Thomas H. (1993). “Técnicas de simulación en computadoras”. Primera edición. México: Editorial Limusa.

[4] DÍAZ BARRIGA, Frida y HERNÁNDEZ, Gerardo (2002). “Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista” (2ª. ed.). México: McGraw Hill.

[5] ANAGRA. Página WEB: http://webdiis.unizar.es/~ezpeleta/ANAGRA/AnagraV2_01.zip

[6] GHD Grupo de Herramientas didácticas. Página WEB:

<http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/sistemas/ssl/Marciszack/GHD>

[7] JFLAP. Página WEB: www.flap.org

[8] JKTURING. Página WEB: www.homepage.smc.edu

[9] MINERVA. Página WEB: <http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/ccomp1/Minerva.htm>

[10] PROLETOOL. Página WEB: <http://apps.oreto.inf-cr.uclm.es/proletool/>

[11] PROYECTO SEPA. Página WEB: www.ucse.edu.ar/fma/sepa

[12] SEFALAS. Página WEB: <http://lsi.ugr.es/plweb/static/software.html>

[13] SELFA. Página WEB: <http://apps.oreto.inf-cr.uclm.es/selfa/>

SIMULADOR MÁQUINA DE TURING. Página WEB: <http://www.rastersoft.com>

[14] THOTH. Página WEB: <http://pisuerga.inf.ubu.es/cgosorio/THOTH/runnable/Thothv2Rev1.zip>

[15] XTURINGMACHINE. Página WEB: <http://sunsite.utk.edu>

[16] PERE MARQUÈS GRAELLS (2001). Página WEB: [Los procesos de enseñanza y aprendizaje](#)

[17] FENSTERMACHER, Gary y SOLTIS Jonas (1998). “Enfoques de la enseñanza”. Editorial Amorrortu Edito.

Datos de Contacto

Brenda E. Meloni

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba

Maestro Marcelo López y Cruz Roja Argentina, Ciudad Universitaria, Córdoba Capital, Córdoba, CP 5016.

*e-mail: bmeloni@sisistemas.frc.utn.edu.ar
bemeloni@gmail.com*

Claudia I. Inchaurreondo

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba

Maestro Marcelo López y Cruz Roja Argentina, Ciudad Universitaria, Córdoba Capital, Córdoba, CP 5016.

*e-mail: cinchaurrondo@sisistemas.frc.utn.edu.ar
cinchaurrondo@hotmail.com*