

CONSTRUCCIÓN DE UNA LIBRERÍA DE NÚMEROS PSEUDOALEATORIOS Y MUESTRAS ARTIFICIALES CON MATLAB

CARLOS R. PRIMORAC¹ - MARÍA V. LÓPEZ^{1,2} - SONIA I. MARIÑO^{1,2}

¹ Departamento Informática. Facultad Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura Corrientes.

² Facultad de Humanidades Resistencia, Chaco. ARGENTINA

Universidad Nacional del Nordeste.

carlosprimorac@gmail.com - vlopez@arnet.com.ar - simarinio@yahoo.com

Fecha Recepción: Febrero 2010 - Fecha Aceptación: Noviembre 2010

RESUMEN

Se describe una librería de generadores de números pseudoaleatorios, muestras artificiales y pruebas estadísticas programadas en MatLab. El mismo se encuentra incorporado al entorno virtual de enseñanza y aprendizaje (EVEA) de la asignatura Modelos y Simulación de la FACENA (UNNE), y apoya el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos en la modelización y simulación de problemas abstraídos de situaciones reales. El trabajo se compone de cuatro secciones. En la primera sección se sintetiza el marco institucional y el estado del arte en el que se encuadra el trabajo. La segunda resume la propuesta metodológica diseñada ad-hoc como una natural consecuencia de la experiencia en estos tipos de software. En la tercera sección se describen las funcionalidades y los resultados obtenidos al experimentar con los generadores. Finalmente, se mencionan las conclusiones y futuras líneas de trabajo.

PALABRAS CLAVE: Modelos y simulación - Números pseudoaleatorios - Muestras artificiales - Pruebas de hipótesis - Educación superior - Entornos de enseñanza-aprendizaje.

ABSTRACT

A library of generators of pseudo random numbers, artificial samples of random non uniformed variables and hypothesis proof in MatLab has been developed. It has been incorporated to the virtual framework of teaching-learning from the Models and simulation subject from the FACENA (UNNE), Argentina. This work is composed by four sections which describe: the institutional framework, applied methodology, functionalities and obtained results in the use of generators, conclusions and future work lines.

KEYWORDS: Models and simulation - Pseudo random numbers - Artificial samples - Statistical proves - Higher education - Teaching-learning frameworks.

1. INTRODUCCIÓN

Modelos y Simulación, contexto en donde se encuadra el presente trabajo, es una asignatura optativa del Plan de estudios de la carrera de Licenciatura en Sistemas de Información, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste (FACENA-UNNE), en Corrientes, Argentina. Esta asignatura nació con la puesta en marcha de la carrera de Licenciatura en Sistemas (Plan anterior) en el año 1988, y tuvo siempre el carácter de optativa, entre otras tres asignaturas: "Introducción al diseño digital y los microprocesadores", "Computación gráfica" y "Diseño de compiladores y traductores", implementadas recientemente. Cabe destacar que en el Plan anterior, la carrera tenía una duración de cinco años para la obtención del título de grado, Licenciatura en Sistemas, previendo una salida laboral intermedia (pre-grado) a los tres años, es decir, Programador Universitario de Aplicaciones. En el año 2000 se implementó el plan de estudios que otorga el título denominado Licenciado en Sistemas de Información (Plan actual), el cual se caracteriza por tener una duración de cuatro años para la carrera de grado, con una salida laboral intermedia (pre-grado) a los dos años, es decir, Programador Universitario de Aplicaciones.

Esta asignatura, durante la implementación del plan anterior, se dictaba en el primer cuatrimestre del último año. Actualmente, se dicta en el segundo cuatrimestre del tercer año de la mencionada carrera. La carga horaria es de 9 horas reloj semanal, y 144 horas totales en el cuatrimestre.

El objetivo general de la asignatura es proporcionar una formación sólida en el manejo de los conceptos y técnicas utilizadas en la simulación de sistemas mediante el procesamiento digital de modelos matemáticos. Se enfatizan la búsqueda y la solución de problemas científicos y profesionales aplicando técnicas específicas.

Para regularizar la asignatura, los alumnos deben aprobar con 6 (seis) dos evaluaciones parciales. Para promocionar la asignatura, los alumnos deben aprobar con 7 (siete) o más dos evaluaciones parciales. En ambos casos, se exige la presentación de un trabajo práctico de desarrollo de un modelo de simulación en computadora. La Figura 1 sintetiza el número de alumnos inscriptos, regulares y promocionales en la asignatura en las cohortes 2005 a 2009.

Rivera et al. (2009, p. 348) definen al e-learning como "Enseñanza a distancia caracterizada por una separación física entre profesorado y alumnado (sin excluir encuentros físicos puntuales), entre los que predomina una comunicación de doble vía asíncrona donde se usa preferentemente Internet como medio de comunicación y de distribución del conocimiento, de tal manera que el alumno es el centro de una formación independiente y flexible, al tener que gestionar su propio aprendizaje, generalmente con ayuda de tutores "enseñanza combinada o mixta".

Por otra parte, la introducción de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en las aulas de educación superior abrieron nuevas posibilidades, facilitando la introducción de la modalidad de blended-learning o "enseñanza combinada o mixta".

Se coincide con Totter y Raichman (2009, p. 60) quienes expresan que "La propuesta diseñada en esta modalidad de blended-learning, tiene por objetivo lograr un incremento en la comprensión e internalización de los conceptos por parte de los estudiantes, brindando nuevas posibilidades de acceso al conocimiento y tendiendo puentes por medio de la utilización de las nuevas tecnologías, hacia una mejor visualización de aquellos conceptos de difícil o imposible representación en clases presenciales de aula."

Tanto el e-learning como el blended learning son modelos de aprendizaje en los que el estudiante debe desarrollar habilidades para su vida futura en la sociedad y su inserción en el ámbito laboral posterior, tales como: a) buscar y encontrar información relevante en la red; b) desarrollar criterios para valorar esa información, poseer indicadores de calidad; c) reelaboración de nueva información basada en otras anteriores y en situaciones reales; d) trabajar en equipo compartiendo y elaborando información; e) tomar decisiones en base a informaciones contrastadas; f) tomar decisiones en grupo, entre otras.

El modelo de enseñanza presencial no ayuda al desarrollo de esas competencias, pero el modelo semipresencial sí las fomenta en el estudiante como parte de su aprendizaje (Cataldi et al, 2005).

En la cátedra Modelos y Simulación, desde el año 2005, se aplica la modalidad de aprendizaje combinado o blended learning (Mariño y López, 2007; y Mariño y López, 2007b), caracterizada por:

- * Clases teórico-prácticas: Las unidades temáticas de la asignatura se desarrollan en una secuencia de integración de la teoría con la práctica. Las clases se inician con una exposición de los contenidos, orientados a lograr el encuadre teórico necesario para, luego, abordar la resolución de los trabajos prácticos (TP), requiriéndose manejo de información teórica previa sobre el tema.

Durante las clases prácticas, los docentes cumplen la función de guía-consultor, respondiendo a las cuestiones planteadas por los alumnos, tanto en lo referente a la concreción de los TP como a los fundamentos teóricos de la técnica (conceptos de modelado y simulación de sistemas).

- Evaluaciones parciales: Como condición para la promoción o regularización de la asignatura, los alumnos son evaluados, parcialmente, en dos instancias. En la primera de ellas se evalúan los contenidos de los dos primeros ejes temáticos y, en la segunda, deben modelizar y simular un problema integrando todos los contenidos tratados.
- Seminarios presenciales: Como condición para la promoción o regularización de la asignatura, los alumnos modelan y desarrollan un software de simulación acompañado por su correspondiente informe. El trabajo elaborado, en forma grupal o individual, es expuesto frente a la clase en los seminarios o sesiones de evaluación.

Clases de prácticas de laboratorio: El objetivo específico de estas clases es el entrenamiento y profundización del conocimiento de los alumnos en la programación y procesamiento, mediante computadoras, de los ejemplos prácticos expuestos en el desarrollo de las clases teórico-prácticas. En el año 2009 se diseñaron ad-hoc guías de ensayos de laboratorio. Sus contenidos están especialmente dirigidos a afianzar las instancias de prácticos mediante la implementación de los métodos estudiados en algún lenguaje de programación a elección.

Acceso a un entorno interactivo diseñado ad-hoc. El material producido por los integrantes de la cátedra se compiló en un entorno de enseñanza-aprendizaje disponible en un CD-ROM interactivo. El mismo se encuentra disponible en la biblioteca de la Facultad y en el Laboratorio de Informática. Los alumnos toman conocimiento de la existencia del mismo, ya sea en las clases presenciales o mediante los continuos correos electrónicos enviados. Este CD-ROM contiene una variedad de problemas o casos de estudios abstraídos y/o simplificados de situaciones reales.

Estudio independiente: Los alumnos pueden acceder al material disponible sin restricciones espacio-temporales. Las consultas y comunicaciones se mediatizan entre los estudiantes entre sí o entre ellos y con los docentes.

Comunicación asincrónica: El correo electrónico es el medio de comunicación empleado para evacuar las dudas surgidas del estudio independiente con apoyo del entorno interactivo. Las preguntas efectuadas por un alumno, así como las respuestas, son elevadas a consulta con el grupo, tendiendo a un trabajo colaborativo.

Desde el año 1999 se difunden numerosos trabajos elaborados por las autoras que incluyen desde el diseño y desarrollo de diversas innovaciones educativas, hasta la elaboración de una metodología para el desarrollo de sistemas de información aplicando el modelado y la simulación (Mariño y López, 2009).

El trabajo descrito está enmarcado en las acciones de docencia, extensión e investigación impulsadas desde la cátedra Modelos y Simulación (Mariño y López, 2008). Entre ellas se pueden mencionar: la incorporación de recursos humanos de grado a fin de afianzar y propiciar un ámbito de formación continua en temas específicos de la asignatura, la aplicación de las tecnologías de la información y comunicación plasmadas en innovaciones pedagógicas (alternativas complementarias para acompañar el proceso de enseñanza-aprendizaje), la elaboración de materiales didácticos en diversos formatos y la integración de temas abordados en la asignatura con otras disciplinas, otros dominios del conocimiento y/o la práctica profesional.

Los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje (EVEA) son aplicaciones informáticas desarrolladas con fines pedagógicos (Ferreira Szpiniak y Sanz, 2007). En trabajos previos (Mariño y López, 2007b, López y Mariño, 2008) se describieron las funcionalidades del EVEA diseñado y desarrollado para esta asignatura, el cual ha evolucionado desde el año 1999. Además, se han publicado artículos donde se detallaron componentes de software creados para la generación de números pseudoaleatorios y su validación (López et al., 1999; Carrillo et al., 2008; Mariño. y López, 2008; Pérez et al., 2009) accesibles desde este EVEA.

La asignatura "Modelos y Simulación" se compone de cuatro grandes ejes temáticos o disciplinares. El primero comprende las unidades donde se introducen los temas de sistemas, modelos, simulación y metodología de un estudio de simulación. El segundo eje aborda la generación de series de números pseudoaleatorios. El tercer eje temático trata la construcción de muestras artificiales representativas de distintas distribuciones de probabilidades, discretas y continuas. El cuarto eje integra los conceptos teóricos y prácticos vistos anteriormente, plasmados en la construcción de modelos de simulación. Este último integra todos los contenidos teóricos prácticos abordados en la asignatura, mediante la modelización y construcción de simulaciones representativas de casos reales.

El desarrollo descrito en este trabajo se enfoca a aplicaciones simuladoras de los conceptos abordados en el segundo eje temático y algunos tratados en el tercer eje temático. Específicamente, se presenta una o librería de funciones de generadores de números pseudoaleatorios, el método de los números índices y pruebas de hipótesis, programados en MatLab.

El artículo se compone de cuatro secciones. En esta primera sección se caracterizó la asignatura objeto de estudio y la modalidad de dictado. En la segunda sección se describe la metodología adoptada en la construcción de la librería en MatLab. En la tercera sección se sintetizan los resultados obtenidos. Finalmente, se comentan algunas conclusiones y futuros trabajos.

2. METODOLOGÍA

En esta sección se expone la metodología elaborada ad-hoc que se adopta en el diseño y construcción del software de enseñanza-aprendizaje aplicable en el ámbito de la asignatura (Mariño y López, 2009). La misma consiste en las siguientes etapas:

1. Estudio de factibilidad. Consiste en una estimación de recursos necesarios y escenarios posibles. Permite establecer claramente los límites del entorno virtual y su integración con otros entornos similares aplicables en la asignatura. Primeramente como paso fundamental y previo a la etapa de selección de la herramienta, se observaron las necesidades del sistema y qué aplicabilidad tendría, para luego acotar más el espectro que definiría los posibles lenguajes o herramientas que serían utilizados a tal efecto. Las necesidades requeridas por el sistema a desarrollar son de tipo educativo con el objetivo de desarrollar uno o varios complementos para apoyar el proceso de aprendizaje de la asignatura Modelos y Simulación.
2. Definición de los destinatarios. Al diseñar un software un interrogante muy importante que se debe plantear es: ¿Quiénes utilizarán el software que se va a diseñar? Los destinatarios de este software interactivo son los alumnos de la asignatura Modelos y Simulación de la carrera de Licenciatura en Sistemas de Información de la FACENA - UNNE. Realizada la delimitación geográfica, se puede decir que el software podrá ser utilizado en los laboratorios de la institución como así también en los domicilios de los alumnos, convirtiéndose de esta manera en una herramienta de apoyo fuera del horario del cursado de la asignatura.
3. Identificación de los requerimientos. En esta etapa de la construcción de los materiales instruccionales interactivos se establece de manera clara y precisa el conjunto de requisitos que debe satisfacer el software. Desde el punto de vista del rendimiento, éste debe generar series de números pseudoaleatorios y muestras artificiales en lapsos muy breves de tiempo. Para brindar una visión más clarificadora de los requerimientos del sistema se recurre a técnicas de modelado UML (Unified Modeling Language).

4. Definición de la arquitectura general o infraestructura. Desde el punto de vista de la arquitectura o infraestructura sobre la cual se ejecuta el software, en general se requiere una computadora con sistema operativo. En este caso, los procedimientos requieren del producto MatLAB.
5. Selección del medio de distribución. Se deben tener en cuenta las características del desarrollo, respecto a la forma de ejecución y tamaño, a la hora de decidir el medio en el cual será distribuido.
6. Análisis del entorno virtual. Luego de realizar el estudio de los aspectos fundamentales del software educativo, se logra una visión más clara del entorno que éste debe presentar.
7. Diseño del entorno virtual. Se contemplan características como: i) Interactividad, ii) Integración de contenidos en múltiples formatos, iii) Definición del objetivo de implementación. En el diseño de las interfaces se deben considerar la navegabilidad, accesibilidad y comunicación, y su especificación en el desarrollo de entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje.
8. Selección y evaluación de herramientas. El análisis de las herramientas de software permite obtener una visión más concreta de las funcionalidades y características más importantes de las mismas, e identificar cuáles de ellas posibilitan dar un enfoque más sencillo y práctico de los problemas de simulación abordados. Para la construcción de los simuladores se seleccionan una diversidad de herramientas de programación como Flash, MatLab, Visual Basic, Java, Mathematica, Octave, entre otros. En este trabajo, particularmente, se aborda el uso MatLab. La librería desarrollada será integrada al entorno virtual de la asignatura, distribuible desde diversos medios, ya sea vía web o en dispositivos digitales como cd-rom o dvd-rom.
9. Selección y preparación de contenidos. Los contenidos incorporados al entorno virtual tienen como finalidad facilitar y/o complementar el desarrollo de las clases presenciales de la asignatura. El mismo tiene como finalidad integrar los conceptos abordados, así como facilitar y/o complementar el desarrollo de las clases presenciales de la asignatura (Mariño y López, 2007b). En este caso en particular, se incorporará al EVEA las librerías de generadores y pruebas estadísticas codificadas en MatLab y basadas en textos disciplinares. Se programaron: i) Los métodos aditivo, multiplicativo y mixto de las congruencias para generar números pseudoaleatorios (Coss Bu, 1991; Mariño y López, 2008; Pace, 1996); ii) La prueba Chi Cuadrado para la validación estadística de una serie de números pseudoaleatorios (Pace, 1996); iii) El método de los números índice para generar muestras artificiales de variables aleatorias no uniformes (Pace, 1996); iv) La prueba Chi Cuadrado para la validación estadística de una muestra artificial (Pace, 1996).

10. Desarrollo del entorno virtual. Este trabajo requirió la incorporación de una opción dentro del EVEA desde la cual sea accesible el caso experimental abordado.
11. Incorporación de contenidos. Se incorpora este caso de estudio al entorno virtual de la cátedra, con miras a contribuir como contenido didáctico.
12. Validaciones. Finalizado el desarrollo, se verificó el correcto funcionamiento del sistema y el acceso a los contenidos. Con respecto al funcionamiento se comprueba: i) Mapa de navegación. Buena estructuración que permite acceder bien a los contenidos, actividades, niveles y prestaciones en general. ii) Sistema de navegación. Entorno transparente que permite al usuario tener el control. iii) Velocidad entre el usuario y el programa (animaciones, lectura de datos, etc.). iv) Ejecución de los programas incluidos para actuar como simuladores de lo problemas abordados.

3. DESARROLLO

Este trabajo se centraliza en la puesta a disposición de los alumnos de una librería de generadores de números pseudoaleatorios y pruebas de hipótesis programadas en MatLab.

Se definieron como objetivos particulares factibles de ser trabajados con el uso en el aula de la librería de generadores en Matlab: i) Integrar los contenidos abordados en el desarrollo de la asignatura Modelos y Simulación. ii) Aplicar los principios teóricos de la modelización matemática de sistemas reales o ficticios, naturales o artificiales y su implementación en computadoras aplicados a situaciones reales. iii) Diagramar y codificar en algún lenguaje de programación los algoritmos correspondientes para su procesamiento en computadoras. iv) Adquirir destreza en la elaboración de informes técnicos y presentaciones.

La librería se compone de una serie de funciones desarrollados en MatLab para generar números pseudoaleatorios en el intervalo real $[0, 1]$ mediante los Métodos de las Congruencias y una función para obtener muestras artificiales aplicando el Método de los Números Índice utilizando una Función de Distribución $F(x)$ cualquiera.

Asimismo, se han desarrollado también dos funciones para la validación estadística de las series y de las muestras artificiales, mediante la prueba Chi cuadrado de bondad de ajuste.

La función `multip01()` implementa el método Multiplicativo de congruencias y retorna una serie de números pseudoaleatorios entre cero y uno. Los argumentos que recibe la función son: la cantidad de números a generar (n), el valor semilla a partir del cual se generan los números de la serie (semilla), cualquier número entero (t), y cualquiera de los siguientes valores: 3, 11, 13, 19, 21, 27, 29, 37, 53, 59, 61, 67, 69, 77, 83, 91 (p).

La función `mixto01()` implementa el método Mixto de congruencias y retorna una serie de números pseudoaleatorios entre cero y uno. Los argumentos que recibe la función son: la cantidad de números a generar (n), el valor semilla a partir de cual se generaran los números de la serie (semilla), un número entero impar no divisible entre 3 y 5 (a), y un número entero impar (c).

La función `aditivo01()` implementa el método Aditivo de congruencias y retorna una serie de números pseudoalatorios entre 0 y 1. Las primeras $k+1$ semillas se generan internamente mediante el método Multiplicativo de congruencias. Los argumentos que recibe la función son: la cantidad de números pseudoaleatorios a generar (n), un entero ($k \geq 16$) que representa el número de semillas a partir de las cuales se genera la serie, el valor semilla a partir del cual se generan las $k+1$ semillas iniciales (semilla), cualquier número entero (t), y cualquiera de los siguientes valores 3, 11, 13, 19, 21, 27, 29, 37, 53, 59, 61, 67, 69, 77, 83, 91 (p).

La función `chi2s()` implementa la Prueba Chi Cuadrado de bondad de ajuste para la validación estadística de una serie de números pseudoaleatorios en el intervalo $[0, 1]$ retornando 1 o 0 si se verifica ó no la hipótesis de que la serie proviene de una distribución uniforme. La función devuelve 1 (true) si el valor de x^2 observado es menor que el valor x^2 de la tabla, y 0 (false) si el x^2 observado es mayor que el x^2 teórico. Los argumentos de la función son: el vector con la serie de números pseudoaleatorios (serie), el número de subintervalos considerados (ns) y el nivel de significación (α).

La función `indices()` implementa el método de los números índice y retorna una muestra artificial de la distribución considerada ($F(x)$). Los argumentos que recibe la función son: el tamaño de la muestra artificial (n), el vector de números pseudoaleatorios (serie), el vector de marcas de clase de la distribución considerada (mc) y el vector de probabilidades correspondientes a las marcas de clase (pf).

La función `chi2m()` implementa el test chi cuadrado de bondad de ajuste para la validación estadística de una muestra artificial, retornando 1 o 0 si se verifica o no la hipótesis de que la muestra proviene de la distribución considerada. La función devuelve 1 (true) si el valor de x^2 observado es menor que el valor x^2 de la tabla, y 0 (false) si el x^2 observado es mayor que el x^2 teórico.

Los argumentos que recibe la función son: un vector con la muestra artificial, el vector de marcas de clase de la distribución considerada (mc), el vector de probabilidades correspondientes a las marcas de clase (pf), y el nivel de significación (α).

La Figura 2 ilustra los comandos que invocan a los procedimientos `multi01p()` y `chis2()`, junto a las salidas obtenidas en cada ejecución.

La Figura 3 muestra el gráfico de frecuencias observadas y esperadas, parte de la salida obtenida de la ejecución de la función `chi2s()`.

La Figura 4 ilustra los comandos que invocan a las funciones `indices()`, en este caso para obtener una muestra artificial correspondiente a una distribución de Poisson con parámetro $\lambda = 1,6$, empleando los generadores de números pseudoaleatorios descritos anteriormente y `chi2m()`, para efectuar la verificación estadística de la muestra artificial mediante la prueba Chi cuadrado de bondad de ajuste.

La Figura 5 muestra el gráfico de frecuencias observadas y esperadas, producto de la ejecución de la función `chi2m()`.

Se han efectuado diferentes ejecuciones de los métodos de generación de números pseudoaleatorios descritos (Aditivo, Multiplicativo y Mixto de Congruencias), asignando en cada caso diferentes valores a los parámetros iniciales de los mismos. Se ha aplicado luego la prueba de hipótesis Chi cuadrado para verificar la validez estadística de las series de números pseudoaleatorios. Seguidamente, se han empleado estos números pseudoaleatorios para generar muestras artificiales que siguen diferentes distribuciones de probabilidad teóricas (Binomial, Poisson, Normal). Finalmente, se ha aplicado la prueba de Chi cuadrado para comprobar la calidad de las muestras artificiales generadas (Tabla 1).

El empleo y manipulación de los métodos de generación de números pseudoaleatorios incluidos en la librería desarrollada, permite a los estudiantes afianzar los conocimientos adquiridos a medida que avanzan en la lectura y estudio de los contenidos teóricos, y efectuar auto-evaluaciones del aprendizaje de manera continua.

Desde el punto de vista funcional, la incorporación de esta librería de funciones permitirá al alumno: i) Emplear las computadoras en el tratamiento de problemas reales; ii) Disponer de una herramienta complementaria para afianzar conocimientos de uno de los ejes temáticos de la modelación y simulación; iii) Implementar procedimientos interactivos para la generación de números pseudoaleatorios, muestras artificiales y la implementación de pruebas de hipótesis. v) Experimentar con diferentes ejercicios que simulen problemas reales. vi) Repasar conceptos fundamentales de la asignatura. vii) Diseñar

experimentos a fin de evaluar el rendimiento de los resultados proporcionados por los diferentes generadores programados en Matlab, y su comportamiento con respecto a aquellos similares programados en otros lenguajes de programación, como los mencionados en Mariño y López (2008) desarrollados en Mathematica o en Perez et al. (2009) elaborados en Octave. En este caso, se adhiere a Castellaro y Alberto (2009, p. 22) quienes expresan que “La aplicación de estas herramientas complementarias también generan en los alumnos capacidades de aprendizaje diferentes y competencias nuevas, entre ellas las de validación y valorización de los instrumentos”.

4. CONCLUSIONES

Se propicia un ámbito de formación continua en temas específicos de la asignatura Modelos y Simulación de la FACENA (UNNE), aplicación de las TIC plasmadas en innovaciones pedagógicas (alternativas complementarias para acompañar el proceso de enseñanza), elaboración de materiales didácticos en diversos formatos e integración de temas abordados en la asignatura con otras disciplinas, otros dominios del conocimiento y/o la práctica profesional.

En este trabajo, se programaron un conjunto de generadores de números pseudoaleatorios, el método de los números índice y pruebas de hipótesis en MatLab con el fin de integrarlos al EVEA de la asignatura, recurso didáctico para afianzar integralmente el aprendizaje de los temas abordados. Asimismo, esta librería de funciones constituirá un elemento que permitirá propiciar prácticas interactivas, elaboración de diversos experimentos con fines comparativos y didácticos. La validación de la misma en el aula, se llevará a cabo en el próximo ciclo lectivo.

Por otra parte, en concordancia con la política institucional de la Universidad y la Facultad de promover el acceso y el desarrollo de cátedras desde la plataforma UNNE-Virtual, se prevé incorporar el recurso didáctico descrito como una herramienta más disponible desde el espacio virtual asignado a la cátedra Modelos y Simulación.

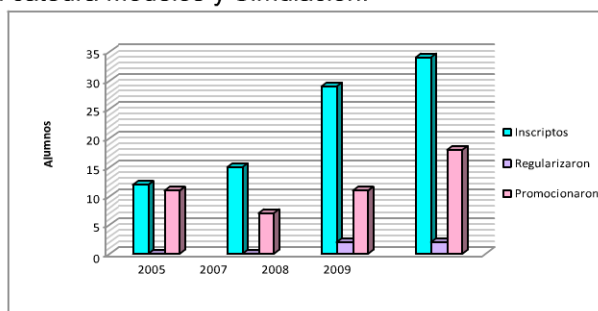


Figura 1. Alumnos inscriptos, regulares y promocionales en las cohortes 2005-2009 de la asignatura “Modelos y Simulación”

```

>> serie = multip01(100, 3251, 0, 37);
  0.203  0.506  0.729  0.974  0.042  0.557  0.594  0.972  0.953  0.271
  0.027  0.985  0.456  0.889  0.907  0.575  0.272  0.052  0.916  0.901
  0.319  0.798  0.533  0.722  0.718  0.569  0.038  0.400  0.789  0.203
  0.511  0.893  0.052  0.941  0.831  0.763  0.228  0.424  0.680  0.169
  0.235  0.690  0.537  0.870  0.194  0.181  0.682  0.228  0.425  0.735
  0.195  0.201  0.448  0.593  0.955  0.351  0.984  0.396  0.644  0.837
  0.951  0.182  0.741  0.418  0.470  0.393  0.526  0.456  0.861  0.867
  0.079  0.909  0.644  0.845  0.279  0.339  0.540  0.968  0.808  0.905
  0.467  0.274  0.145  0.366  0.546  0.205  0.570  0.084  0.097  0.599
  0.163  0.017  0.640  0.697  0.803  0.727  0.896  0.140  0.172  0.373

>> hos = chi2s(serie, 10, 0.10);
-----
PRUEBA CHI CUADRADO PARA VERIFICAR UNA SERIE
DE NUMEROS PSEUDOALEATORIOS
-----
Clase  Intervalo          F. Obs.  F. Esperada  ((fo-fe)^2)/fe
  1  (0.000; 0.100]         9      10.00        0.10
  2  (0.100; 0.200]         9      10.00        0.10
  3  (0.200; 0.300]        11      10.00        0.10
  4  (0.300; 0.400]         8      10.00        0.40
  5  (0.400; 0.500]         8      10.00        0.40
  6  (0.500; 0.600]        14      10.00        1.60
  7  (0.600; 0.700]         7      10.00        0.90
  8  (0.700; 0.800]         9      10.00        0.10
  9  (0.800; 0.900]        11      10.00        0.10
 10  (0.900; 1.000]        14      10.00        1.60
-----
* Grados de libertad 9
** Chi2 Observado = 5.400 < Chi2 Tabla = 14.684
*** Se acepta la hipótesis de que la serie de
Numeros Pseudoaleatorios proviene de una Distribucion Uniforme
>>

```

Figura 2. Generación de números pseudoaleatorios con el método Multiplicativo de congruencias y prueba de hipótesis Chi cuadrado para verificar la calidad de los mismos

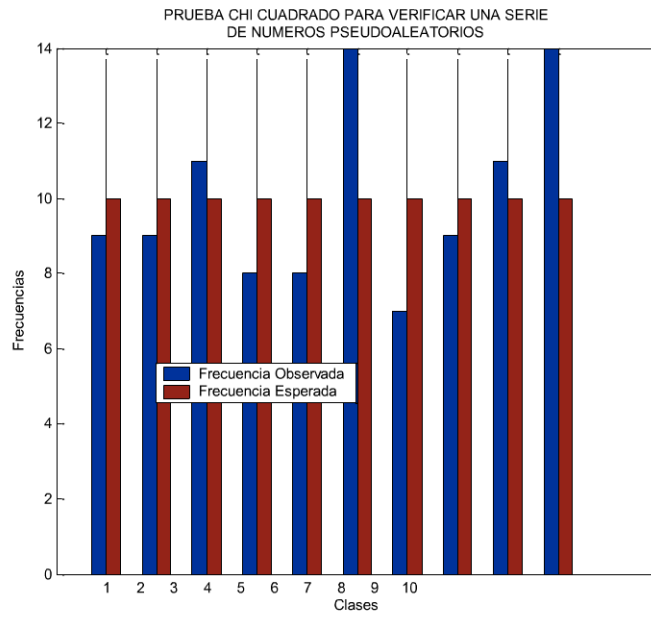


Figura 3. Prueba de Chi cuadrado para verificar una serie de números pseudoaleatorios

```

>> mc = [0 1 2 3 4 5 6 7];
>> pf = [0.2019 0.3230 0.2584 0.1378 0.0551 0.0176 0.0047 0.0011];

>> muestra = indices(100, serie, mc, pf);
-----
DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES
-----
MC(X)      0      1      2      3      4      5      6      7
P(X)      0.202  0.323  0.258  0.138  0.055  0.018  0.005  0.001
F(X)      0.202  0.525  0.783  0.921  0.976  0.994  0.999  1.000
-----
1  1  2  4  0  2  2  4  4  1
0  5  1  3  3  2  1  0  3  3
1  3  2  2  2  2  0  1  3  1
1  3  0  4  3  2  1  1  2  0
1  2  2  3  0  0  2  1  1  2
0  0  1  2  4  1  5  1  2  3
4  0  2  1  1  1  2  1  3  3
0  3  2  3  1  1  2  4  3  3
1  1  0  1  2  1  2  0  0  2
0  0  2  2  3  2  3  0  0  1

>> hom = chi2m(muestra, mc, pf, 0.10);
-----
PRUEBA CHI CUADRADO PARA VERIFICAR UNA MUESTRA ARTIFICIAL
-----
Clase  M.C.  F.Obs.  F. Esperada  ((fo-fe)^2)/fe
1      0     19     20.19       0.07
2      1     28     32.30       0.57
3      2     26     25.84       0.00
4      3     18     13.78       1.29
5      4      7     5.51       0.40
6      5      2     1.76       0.03
7      6      0     0.47       0.47
8      7      0     0.11       0.11
-----
* Grados de libertad 7
** Chi2 Observado = 2.952 < Chi2 Tabla = 12.017
*** Se acepta la hipótesis de que la muestra artificial
proviene de la distribución considerada
>>

```

Figura 4. Generación de una muestra artificial que sigue la distribución de Poisson mediante el método de los Números índice y prueba de hipótesis Chi cuadrado para verificar la calidad de la misma.

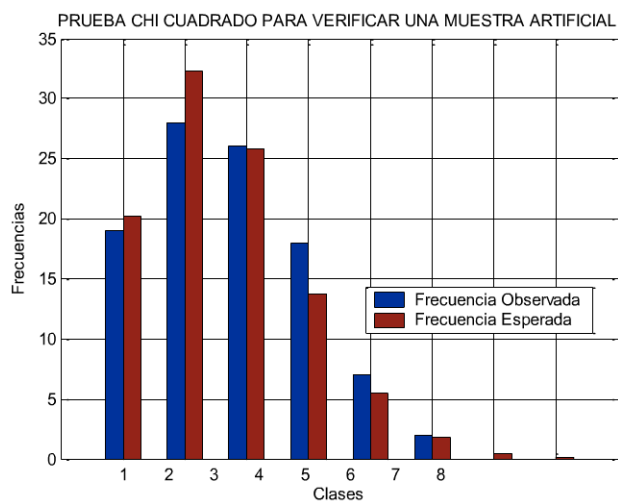


Figura 5. Prueba de frecuencias para muestras artificiales

Método	Parámetros del método generador						χ^2 Serie		Distribución	χ^2 Muestra	
	semilla	t	k	pa	pc	Obs.	Tabla (9, 0.10)	bs.		Tabla (gl, ns)	
Multipliativo	00	3251	121	1	-	-	4.30	14.684	Binomial (7, 0.7)	.54	12.017 (7, 0.10)
Mixto	00	5201	-	-	13	999	4.70	14.684	Binomial (7, 0.7)	.37	12.017 (7, 0.10)
Aditivo	00	3251	9	7	16	-	5.70	14.684	Binomial (7, 0.7)	.97	12.017 (7, 0.10)
Multipliativo	00	3433	0	3	-	-	6.10	14.684	Poisson (1.6)	.63	12.017 (7, 0.10)
Mixto	00	2991	-	-	29	13	8.20	14.684	Poisson (1.6)	.20	12.017 (7, 0.10)
Aditivo	00	470758	0	7	16	-	3.8	14.684	Poisson (1.6)	.69	12.017 (7, 0.10)
Multipliativo	00	9536	0	3	-	-	2.8	14.684	$N(0, 1)$.79	13.362 (8, 0.10)
Mixto	00	4569	-	-	37	7	9.00	14.684	$N(0, 1)$.56	13.362 (8, 0.10)
Aditivo	00	9536	0	7	16	-	4.7	14.684	$N(0, 1)$.87	13.362 (8, 0.10)

5. REFERENCIAS

CARRILLO, C., MARIÑO, S. I.; LÓPEZ, M. V. (2008): "SOFTWARE INTERACTIVO PARA EL APRENDIZAJE DE NÚMEROS PSEUDOALEATORIOS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS (SIANP)": En: Caminoa, N., Carmona, F., Castro Lechtaler, A. (comp.): Anales del XIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. CACIC 2008. Chilecito, Argentina, pp. 1361-1370,

CATALDI Z., FIGUEROA, N., LAGE, F., KRAUS G., BRITOS, P.; GARCÍA MARTÍNEZ, R. (2005): "EL ROL DEL PROFESOR EN LA MODALIDAD DE B-LEARNING TUTORIAL", Anales del Congreso Internacional Educación Superior y Nuevas Tecnologías. Santa Fe. Argentina.

CASTELLARO, M.; ALBERTO, M. (2009): "APORTES DESDE LA ARTICULACIÓN E INTEGRACIÓN DE CÁTEDRAS A LA FORMACIÓN EXPERIMENTAL". Anales del IV Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. pp. 16-25.

COSS BU, R. (1991): "SIMULACIÓN. UN ENFOQUE PRÁCTICO". Ed. LIMUSA.

FERREIRA SZPINIAK, A.; SANZ, C. 2007): "HACIA UN MODELO DE EVALUACIÓN DE ENTORNOS VIRTUALES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE. LA IMPORTANCIA DE LA USABILIDAD." Anales del XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. CACIC 2007.

MARIÑO, S. I.; LÓPEZ, M. V. (2008): "GENERADORES DE NÚMEROS ALEATORIOS". Ed. Moglia. ISBN 978-987-05-5025-0.

LÓPEZ, M. V.; MARIÑO, S. I.; PETRIS, R. H. (1999): "UN ANÁLISIS DE GENERADORES DE NÚMEROS PSEUDO-ALEATORIOS EN MATHEMATICA 3.0". FACENA Vol. 15. 119-136. ISSN: 0325-4216. Edita: Facultad de Ciencias Exac. y Nat. y Agrimensura. UNNE. Argentina.

LÓPEZ, M. V.; MARIÑO, S. I. (2008): "DESARROLLO DE SOFTWARE INSTRUCCIONAL INTERACTIVO EN LA ASIGNATURA MODELOS Y SIMULACIÓN". Anales del 3er. Encuentro Internacional BTM 2008: Educación, Formación y Nuevas Tecnologías, Punta del Este, Uruguay, 1-4.

MARIÑO, S. I.; LÓPEZ, M. V. (2007): "LA SIMULACIÓN DE SISTEMAS EN UN ENTORNO INTEGRADO DE B-LEARNING". Anales del Encuentro Internacional BTM 2007 Educación, formación y nuevas tecnologías. UtemVirtual. Universidad Tecnológica Metropolitana. Punta del Este, Uruguay.

MARIÑO, S. I.; LÓPEZ. M. V. (2007b): "APLICACIÓN DEL MODELO B-LEARNING EN LA ASIGNATURA "MODELOS Y SIMULACIÓN DE LAS CARRERAS DE SISTEMAS DE LA FACENA- UNNE". EDUTEC: Revista Electrónica de Tecnología Educativa. España. ISSN: 1135-9250. Núm 23. En: <http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec23/revelec23.html>.

MARIÑO, S. I.; LÓPEZ. M. V. (2008): "UN PROYECTO DE DOCENCIA, EXTENSIÓN E INVESTIGACIÓN EN LA ASIGNATURA MODELOS Y SIMULACIÓN". Anales del X Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. X WICC. ISBN 978-950-863-863-101-5.

MARIÑO, S. I.; LÓPEZ. M. V. (2009): " PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SOFTWARE EDUCATIVO EN LA ASIGNATURA MODELOS Y SIMULACIÓN". Anales de XXII ENDIO y XX EPIO.

PACE, G. J. (1996): "MATERIAL DIDÁCTICO DE LA CÁTEDRA MODELOS Y SIMULACIÓN". FACENA. UNNE. Inédito. Corrientes. Argentina.

PÉREZ, C.; MARIÑO, S. I.; LÓPEZ, M. V. (2009): "DESARROLLO DE GENERADORES DE NÚMEROS PSEUDOALEATORIOS EN OCTAVE". Anales del IV Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología '09. 67-74pp.Universidad Nacional de la Plata.

RIVERA, E. A., ZAMORA, R. G.; SORIA, M. G. (2009): "SISTEMA DE EDUCACIÓN A DISTANCIA". Anales del IV Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología '09. 347-356pp.Universidad Nacional de la Plata.

TOTTER, E.; RAICHMAN, S. (2009): "CREACIÓN DE ESPACIOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE EN EL ÁREA CIENCIAS BÁSICAS EN CARRERAS DE INGENIERÍA". Anales del IV Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología '09. 59-66pp.Universidad Nacional de la Plata.