

## Revisión de alternativas propuestas para mejorar el aprendizaje de la Probabilidad<sup>1</sup>

### Review of Alternatives Proposed to Improve the Learning of Probability

### Révision d'alternatives proposées pour améliorer l'apprentissage de la probabilité

#### María Alejandra Osorio Angarita

Docente de Tiempo Completo Departamento de Matemáticas  
Universidad de Boyacá  
Licenciada en Ciencias de la Educación- Matemáticas y Física  
Ingeniera de Sistemas, Magíster en Ciencias Matemáticas  
Estudiante de Doctorado en Ciencias Matemáticas  
maosorioan@unal.edu.co,  
aosorio@uniboyaca.edu.co

#### Augusto Suárez Parra

Docente de Tiempo Completo Departamento de Matemáticas  
Universidad de Boyacá  
Licenciado en Ciencias de la Educación - Matemáticas y Estadística  
Administrador de Empresas, Especialista en Estadística  
Especialista en Gerencia Financiera  
Estudiante de Maestría en Epidemiología y Bioestadística  
augustosuares@uniboyaca.edu.co

#### Carmen Constanza Uribe Sandoval

Docente de Tiempo Completo Departamento de Matemáticas  
Universidad de Boyacá  
Ingeniera de Sistemas, Especialista en Telemática  
Magíster en Ingeniería - Ingeniería de Sistemas  
ccuribe@uniboyaca.edu.co, ccuribes@unal.edu.co

Recibido: agosto 23 de 2012  
Evaluado: septiembre 22 de 2012  
Aprobado: diciembre 14 de 2012  
Tipo de artículo: revisión resultado de investigación

#### Contenido

1. Introducción
2. Software educativo
3. Simuladores y *Applets*
4. Actividades lúdicas
5. Metodologías basadas en la práctica
6. Consideraciones finales
7. Lista de Referencias

<sup>1</sup> Este artículo hace parte del Estado del Arte del proyecto de Investigación: "Probabilidad de la Teoría a la Práctica: Una Estrategia Metodológica Soportada en Software Educativo", correspondiente a la Línea de Investigación Software Educativo del grupo de investigación GIPROCAS de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Boyacá. Fecha de Inicio: octubre de 2008, fecha de culminación: septiembre de 2013.

## Resumen

El rápido avance tecnológico y el creciente uso del computador en la sociedad, particularmente en el contexto académico, generan en los docentes la necesidad de utilizar estrategias novedosas para captar el interés de los estudiantes por el aprendizaje de la Probabilidad. Luego de realizar una exploración en internet sobre las diferentes alternativas que se han propuesto como ayuda para alcanzar dicho aprendizaje, se presenta en este artículo una recopilación de software educativo que apoya este proceso, así como simuladores, applets, actividades lúdicas, metodologías basadas en la práctica, y otras estrategias que se han empleado en el mismo sentido. Luego de la revisión, se confirma que en el ámbito académico existe una preocupación general por el desarrollo y uso de diferentes herramientas y estrategias que complementan el quehacer del docente en la enseñanza y aprendizaje de la Probabilidad.

## Palabras clave

Aprendizaje, Educación, Enseñanza, Probabilidad Estadística y Software educativo.

## Abstract

Rapid technological advances and the increasing use of computer in society, particularly in the academic context, results in teacher's need to use innovative strategies to get the interest of students in learning Probability. After exploring on the internet about the different alternatives that have been proposed as aids to achieve the learning of probability, this article shows a collection of educational software that supports this process, as well as simulators, applets, playful activities, practice-based methodologies, and other strategies that have been used with the same purpose. After the review, we have verified that in the academic sphere there is a general concern for the use and development of different tools and strategies that complement teacher's work in teaching-learning of Probability.

## Keywords

Learning, Education, Teaching, Statistical Probability and Educational Software.

## Résumé

Le rapide progrès technologique et l'augmentation de l'usage des ordinateurs dans la société, en particulier dans le contexte académique, génèrent chez les professeurs la nécessité d'utiliser des nouvelles stratégies pour gagner l'intérêt des étudiantes par l'apprentissage de la probabilité. D'après une recherche sur l'Internet au sujet des alternatives qu'ont été proposés comme des aides pour réussir tel apprentissage, on présente dans cet article un recueil des logiciels éducatifs qui supportent ce processus, de même que des simulateurs, *applets*, activités ludiques, méthodologies qui se basent sur la pratique, et des autres stratégies qu'ont été utilisée avec la même intention. Après de la révision, on confirme que dans le milieu académique il y a un souci général par le développement et l'usage des différents outils et stratégies qui complètent le travail du professeur dans l'enseignement et l'apprentissage de la probabilité.

## Mots-clés

Apprentissage, Education, Enseignement, Probabilité Statistique et Logiciel Educatif.

## 1. Introducción

Por su inseparable relación con la Estadística, y el uso de ella en la vida cotidiana, se le ha dado una creciente importancia a la enseñanza de la Probabilidad, tanto en la educación básica y media como en la universitaria. A pesar de su importancia, no todos los estudiantes asimilan o aplican los conceptos como sería el ideal, por esto se han estudiado los obstáculos que se presentan en su aprendizaje, entre los cuales podemos mencionar: la dificultad para el manejo de conceptos básicos por bases insuficientes en la formación matemática (Cochran, 2005), el bajo nivel de motivación intrínseca (Peñaloza y Vargas, 2006), las intuiciones y su dificultad para cambiarlas en un curso (Konold, 1995), el lenguaje probabilístico que el estudiante maneja y su formalización a través del curso (Ortiz, Batanero y Serrano, 2001) y la relación compleja de la Probabilidad con el pensamiento determinista predominante en los procesos educativos (Azcárate, 2006). Una descripción más detallada de estos obstáculos y otros relacionados con los estudiantes, los profesores y los currículos, se presentan en Osorio, Suárez y Uribe (2011).

La enseñanza de la Probabilidad en muchas universidades generalmente se limita a seguir los temas que se encuentran en varios textos de Estadística, los cuales son impuestos por el profesor desde el inicio del semestre. Sin embargo, esta estrategia tradicional para enseñar Probabilidad, a veces no es la mejor y los estudiantes se pueden ver frustrados en su aprendizaje a la hora de entender la aplicabilidad de la Probabilidad en diferentes situaciones reales (Cochran, 2005).

Generalmente, el proceso de la enseñanza de la Probabilidad comienza con la presentación de conceptos que previamente ha preparado el profesor junto con ejemplos, el uso de algún material manipulativo y ocasionalmente el computador; todo con el interés de que el estudiante se apropie del tema y haga posteriormente su aplicación en un contexto. Dada la incursión de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) en la educación y los nuevos estilos de aprendizaje, el docente necesita buscar estrategias que capten la atención de los estudiantes y hagan más efectiva la enseñanza y el aprendizaje de la Probabilidad en el contexto de la educación superior.

Algunos autores manifiestan la importancia que en la investigación educativa se le da al uso de la tecnología. En el área específica de la Probabilidad se puede citar a Kapadia y Borovcnik (2010) y a Borovcnik y Kapadia (2010), quienes resaltan la importancia de simular modelos en la enseñanza de la Probabilidad y la calidad de tiempo que se le puede dedicar a consolidar los conceptos cuando se usan las herramientas electrónicas para agilizar los cálculos numéricos.

Diversas herramientas y estrategias que se han propuesto para apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Probabilidad, así como su aplicación, se recopilan y describen en el presente artículo, clasificadas en: Software educativo, Simuladores y *Applets*, Actividades lúdicas y Metodologías basadas en la práctica; vale la pena aclarar que algunos de estos temas son considerados dentro del área de la Estadística, ya que tradicionalmente se abordan allí.

Con el propósito de saber si existe una herramienta que permita contextualizar el aprendizaje de la Probabilidad en el estudiante universitario, de forma que facilite la construcción de su propio aprendizaje en un entorno real, se realizó la búsqueda del material teniendo en cuenta como primer criterio de selección que abordara los temas de Probabilidad, aunque estuvieran combinados con otros de Estadística; además se tuvo en cuenta la vigencia de las propuestas, tomando las posteriores al año 2000, en lo posible.

## 2. Software educativo

El término *software educativo* ha recibido diferentes interpretaciones por parte de autores como Sánchez (1999), Galvis (2000), Cataldi (2000) y Rodríguez (2000); sin embargo, haciendo un análisis de las mismas, para este trabajo se tiene en cuenta esta última: “una aplicación informática, que soportada sobre una bien definida estrategia pedagógica, apoya directamente el proceso de enseñanza-aprendizaje constituyendo un efectivo instrumento para el desarrollo educacional del hombre del presente siglo” (Rodríguez, 2000, p. 54). Así, entre los trabajos que cumplen con las características de Software educativo que apoyan la enseñanza de la Probabilidad se destacan los siguientes:

### 2.1 Fathom

El software Fathom puede ser utilizado con éxito en un curso de instrucción para profesores y estudiantes de educación básica y media e introductorio a la universidad, con el fin de apoyar el proceso de aprendizaje de diferentes temas de Estadística y Probabilidad, además se destaca el fortalecimiento de la competencia de modelado y simulación de situaciones donde hay dificultad para el trabajo; para ello el estudiante deberá construir un modelo formal con datos reales (Maxara y Biehler, 2006).

El objetivo principal de este software es mejorar la comprensión de las Matemáticas y la Estadística. Entre sus ventajas se tienen: presenta diversas aplicaciones de la vida real, permite a los estudiantes

manipular datos, ofrece facilidad de interacción con el usuario, cuenta con diferentes alternativas para presentar la información y motivar permanentemente al usuario, como son las gráficas y los videos; ayuda a construir simulaciones para entender los conceptos de Probabilidad e incluye muestreo y distribuciones de muestreo para entender los procesos inferenciales y por último, se puede utilizar en la educación media y en la universidad. Este software fue desarrollado en Estados Unidos y para ser utilizado completamente, requiere de una licencia y un número de serie, sin embargo hay una versión disponible de manera gratuita que se puede descargar en <http://www.keypress.com/x3741.xml> (Finzer, 2002).

## 2.2 Probability Explorer

Es una herramienta informática que permite a los estudiantes y a los profesores diseñar, simular y analizar una variedad de situaciones probabilísticas. Este software puede ser usado de forma grupal por estudiantes de primaria y secundaria (Stohl y Tarr, 2002). Está diseñado con el propósito de tener un ambiente de aprendizaje con múltiples formas de representar los datos, de tal manera que los estudiantes se involucran en el diseño, la simulación y el análisis de los resultados de los experimentos de Probabilidad dentro del contexto de un juego.

Al ingresar a Probability explorer el estudiante se encuentra con una serie de íconos donde tiene la posibilidad de experimentar con monedas, dados y balotas o puede diseñar su propio experimento. En esta última opción el estudiante dispone de una galería de íconos que le permiten experimentar fenómenos del mundo real con el uso de balones deportivos, rostros de personas, especies de peces o con el modelo de clima. En todos los casos, exceptuando el juego con balotas, el estudiante puede cambiar el resultado de las probabilidades con la asignación deliberada de pesos; con esta estrategia se busca conectar el aprendizaje de las probabilidades con los números racionales y mejorar su razonamiento proporcional.

En Probability explorer el estudiante aprende el concepto de Probabilidad cuando asocia la ley de los grandes números con el enfoque frecuentista mediante un aprendizaje significativo, y además puede corregir el sesgo de equiprobabilidad que se puede presentar al pensar que como los resultados son aleatorios todos tienen la misma probabilidad de ocurrir.

Este software fue desarrollado por el Centro de Tecnología y Formación del Profesorado de la Universidad de Virginia. En el año 2000, recibió una mención honorífica en el concurso de diseño de software educativo patrocinado por el Instituto de Diseño de la Universidad de Minnesota. Puede descargarse un demo en la dirección <http://www.probexplorer.com>

## 2.3 MATH-TEACHER Educational Software

Este software tutorial de Matemáticas incluye un módulo de Probabilidad llamado *Probability - First Steps*, en el cual se abordan temas básicos como espacio muestral, eventos, probabilidad de eventos, eventos independientes, probabilidad condicional y diagramas de árbol, entre otros.

Proporciona diferentes niveles de ayuda, entre ellos se cuentan tutoriales sobre los conceptos, ejemplos que detallan la solución, orientaciones de cómo iniciar o continuar un problema y consejos para resolver problemas específicos. El estudiante puede escribir soluciones y él las interpreta paso a paso. Como ayuda para el profesor, presenta la opción de ajustar los tutoriales, las pruebas y controlar el tiempo de ejecución de dichas pruebas. Además, contiene un generador de problemas, con o sin respuestas, que se puede complementar con explicaciones, gráficos, figuras y tablas. En relación con las calificaciones, el software las recoge de forma automática y así facilita el registro del avance del estudiante.

Se puede consultar un demo en la dirección electrónica [http://www.mathkalusa.com/probability\\_1.html](http://www.mathkalusa.com/probability_1.html) (Math-Kal, 2003).

## 2.4 EstadLab

Nació como una herramienta informática de apoyo a la docencia en la teoría de la Probabilidad, fue desarrollada bajo la dirección de docentes de la universidad de Vigo en España, por la necesidad de integrar el nuevo plan de estudios y el aumento de prácticas en la asignatura de caracterización de señales aleatorias del programa de Ingeniería de Telecomunicaciones. Se compone de varios módulos con prácticas relevantes, como son: probabilidad, variables aleatorias y transformaciones de variables aleatorias, esperanzas, sucesiones de variables aleatorias, procesos estocásticos e inferencia estadística.

EstadLab utiliza la técnica de simulación a través de experimentos y permite la personalización de los menús de cuestionarios, evaluación y ayuda. Al entrar al módulo de probabilidad se pueden aprender los conceptos, por el enfoque clásico y frecuentista, la definición axiomática de probabilidad, probabilidad condicionada, teorema de las probabilidades totales y Teorema de Bayes; todo lo anterior, a partir de la ejecución de una simulación, su representación gráfica y su evaluación automática. EstadLab tiene la particularidad de dinamizar procesos reflexivos sobre los avances en el aprendizaje de los estudiantes. El software EstadLab es de uso libre, está disponible para su descarga en la dirección <http://www.tsc.uvigo.es/BIO/Docencia/CSA/EstadLab.html>, y para su ejecución requiere de MatLab y ocasionalmente de Simulink (Alonso, Fernández y Pascual, 2003).

## 2.5 Siespro - Simulador experimental para Estadística y Probabilidad

Es un software didáctico diseñado para apoyar el estudio de las asignaturas de Estadística y Probabilidad que puede ser utilizado como laboratorio en dichas asignaturas. Contiene 3 módulos principales: Laboratorios, Práctica y Teoría. En los dos primeros se refuerzan los temas de distribuciones e histogramas de frecuencias, medidas de centralización y dispersión, distribuciones de probabilidad, distribución muestral de medias, intervalos de confianza, pruebas o contrastes de hipótesis, pruebas Chi cuadrado y modelos de regresión.

El módulo de teoría contiene temas como: conceptos preliminares, representación de datos, medidas de tendencia central, medidas de dispersión, probabilidades, variables aleatorias, distribuciones de probabilidad e inferencia estadística. Estos temas, que también se incluyen en un texto, producto de la misma investigación, se presentan en diferentes formas de animación que facilitan la consulta por parte del estudiante.

Su diseño se apoya en procesos productivos propios de la región donde se encuentra la universidad, como los relacionados con la caña de azúcar, de forma que facilita la contextualización por parte de los estudiantes.

El lenguaje utilizado para este software fue Visual Basic y se terminó de desarrollar en el año 2006 en la Universidad Santiago de Cali-Colombia (Rincón, Tabares y González, 2006) y no se encuentra disponible en la red.

## 2.6 AnExDat - Software educativo para la enseñanza de distribuciones de frecuencia, utilizando el análisis exploratorio de datos

El diseño de esta propuesta, elaborada por docentes de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, tiene como propósito contribuir al desarrollo del pensamiento aleatorio de los estudiantes y facilitar la actividad docente, bajo un ambiente de simulación que permita la exploración y participación activa del usuario en entornos de aprendizaje contextualizados, en los cuales el estudiante debe tomar decisiones en la búsqueda de la mejor solución en cada caso, para ello contaría con un asistente llamado Óscar que repite las instrucciones cuando el usuario lo considere necesario.

AnExDat está proyectado para que el estudiante pueda aprender conceptos básicos de Probabilidad y análisis exploratorio de datos. Esta iniciativa permitiría al docente hacer un seguimiento personalizado del progreso académico del estudiante (Cerero y López, 2007).

### **2.7 ProbSim**

Es un software para enseñar la Probabilidad vía simulaciones con el acompañamiento de actividades de instrucción para estudiantes de secundaria. En él se puede ejercitar muestreo y comprender la incertidumbre que gira alrededor de este tema. Su desventaja principal es que requiere del sistema operativo *Macintosh* para su ejecución. Este software fue desarrollado por Clifford Konold y Craig D. Miller, de la Universidad de Massachusetts, con el apoyo de la National Science Foundation y se permite su uso registrándose en la página [http://srri.umass.edu/prob\\_sim](http://srri.umass.edu/prob_sim) (Scientific Reasoning Research Institute, 2008).

### **2.8 Simulaprob**

Este software fue desarrollado para apoyar la enseñanza de la Probabilidad en los niveles de educación media y en un curso básico a nivel universitario, con el fin de mejorar la intuición y el razonamiento probabilístico de los estudiantes, a partir de un enfoque frecuentista; está basado en la simulación de experimentos aleatorios bajo lineamientos constructivistas de aprendizaje. En él se abordan conceptos tales como: espacio muestral, aleatoriedad y modelos de urna; el software tiene la capacidad de simular fenómenos aleatorios derivados de un modelo cuyos resultados conducen a distribuciones de Probabilidad discretas como es el caso de la Bernoulli, Geométrica, Binomial e Hipergeométrica.

Se observa que solo se aborda el enfoque de Probabilidad frecuentista y que las actividades que se desarrollan son los tradicionales juegos de azar. Este software fue desarrollado en México y se puede descargar de la página <http://pcc.uasnet.mx/~dchavira/simulaprob.html> (Insunza, Gastélum y Álvarez, 2009).

### **2.9 CDPYE**

Es un software interactivo creado para gestionar material de apoyo para docentes y estudiantes en el estudio del Cálculo de Probabilidades y Estadística Matemática, en temas como: probabilidad, probabilidad condicional, variable aleatoria, distribuciones de probabilidad unidimensionales y vectores aleatorios; todos con presentaciones animadas y acceso a archivos en pdf, pps, wav, html, java. El software puede ser utilizado en cursos de Estadística y Probabilidad de cualquier programa de educación superior y consta de varios módulos interrelacionados que incluyen resúmenes, contenidos, aplicaciones, complementos, ejercicios, y autoevaluaciones. En esta última opción el estudiante puede conocer su avance cognitivo mediante el desarrollo de cuestionarios con diferente grado de dificultad y la posibilidad de realimentar sus resultados.

El uso de CDPYE ayuda al estudiante a complementar los conceptos recibidos en la clase tradicional y los motiva a realizar su aprendizaje de manera autónoma, fue desarrollado por la Universidad de Granada en el marco del Proyecto de Innovación Docente: Elaboración de material docente sobre probabilidad. En las pruebas preliminares de evaluación ha tenido buena acogida por parte de la comunidad de estudiantes y docentes lo que le ha merecido el premio Innovación Docente de la Universidad de Granada (García, Hermoso, Maldonado, Román, y Torres, 2009), pero no está disponible para su uso público.

### **2.10 TinkerPlots Dynamic Data Exploration**

El explorador dinámico de datos TinkerPlots es un software educativo diseñado con el propósito de entusiasmar a los profesores y estudiantes de educación media por la enseñanza y aprendizaje de la Probabilidad y la Estadística mediante presentaciones animadas que le dan sentido real a los datos. El software incluye múltiples actividades con tutoriales, videos y grupos de datos que promueven el estudio de la Probabilidad y el tratamiento estadístico mediante la ayuda de simulaciones, con su posterior

representación gráfica para visualizar resultados en diversas muestras. Puede verse en la dirección electrónica <http://www.keycurriculum.com/products/tinkerplots/download-tinkerplots-free-preview>.

TinkerPlots ha recibido varios reconocimientos, el último le fue otorgado en el año 2010 como mejor software educativo por el Centro de Aprendizaje Computarizado (Key Curriculum Press, 2011).

Fitzallen y Watson (2010) utilizan el software *Tinkerplots* para mejorar el razonamiento estadístico de los estudiantes. La experiencia se inició en el aula con estudiantes sin conocimientos en análisis de datos, se realizaron mediciones de la frecuencia cardíaca antes y después del ejercicio, luego de un encuentro deportivo, para posteriormente hacer inferencias con la ayuda del software. Los análisis, luego de unos meses, muestran que hay mejoras en el razonamiento estadístico de dichos estudiantes.

### **2.11 StatGames**

Kit de juegos que apoyan el aprendizaje de diferentes temas de Estadística y Probabilidad, desarrollado por la University of California Riverside y Claremont McKenna College y disponible en la dirección <http://statgames.ucr.edu>. Actualmente cuenta con una aplicación que ilustra la distribución hipergeométrica, otra para la distribución binomial y una para los conceptos de dependencia e independencia de eventos. Está dirigido a estudiantes de secundaria, cuenta con una presentación en forma de juego atractiva para los jóvenes, con la posibilidad de consultar la parte teórica que aplica a cada uno. Muestra los puntajes que el estudiante obtiene en cada uno de los juegos (University of California Riverside y Claremont McKenna College, 2010).

### **2.12 Acção Local Estatística Aplicada (ALEA)**

Software de Estadística y Probabilidad que se desarrolló mediante un proyecto conjunto entre el Instituto Nacional de Estatística, Escola Secundária Tomaz Pelayo y Direcção Regional de Educação do Norte (del Ministerio de Educación) de Portugal, con el objeto de ayudar a estudiantes, profesores y personas interesadas en la comprensión de los conceptos de Probabilidad y de Estadística. Aunque está enriquecido con animaciones y simulaciones en temas básicos de Probabilidad y Estadística, éstas se basan únicamente en juegos tradicionales como los dados y el lanzamiento de monedas. De otra parte, el software se limita a transmitir el conocimiento, sin brindar el acompañamiento y la evaluación que den cuenta del progreso de los usuarios. Se encuentra disponible en <http://alea-estp.ine.pt/html/probabil/html/Probabilidades.html> (Acção Local Estatística Aplicada, 2011).

## **3. Simuladores y Applets**

La simulación se entiende como “la sustitución de un experimento aleatorio por otro equivalente con el cual se experimenta para obtener estimaciones de probabilidades de sucesos asociados al primer experimento” (Batanero y Godino, 2002, p. 54). En este punto es importante tener en cuenta a Batanero (2003), quien expone aspectos relacionados con la compleja tarea de enseñar Probabilidad como una actividad de modelización y no como un conjunto de reglas establecidas. En el mismo sentido ubica los problemas de simulación en Probabilidad, entre un ideal teórico que se obtiene por la vía del modelamiento matemático y la proximidad que puede tener con la realidad de un fenómeno determinado.

A la par con la importancia que desde la educación básica y media del sistema educativo colombiano (MEN, 2006) se le ha dado al pensamiento aleatorio y a los sistemas de datos, la simulación cumple un papel primordial en la enseñanza y el aprendizaje de la Probabilidad y de la Estadística, tal como lo indican Ortiz y Serrano (2008), al referirse al uso de la simulación y su relación con los conceptos de azar y Probabilidad en los libros de texto. Ellos destacan que al hacer uso de la simulación, el estudiante puede superar concepciones erradas de probabilidad mediante la aproximación a la realidad con experimentos sencillos que, en otras circunstancias, no se pueden realizar por limitaciones de tiempo, costo y lugar.

En Internet se puede encontrar una variedad de aplicaciones que apoyan el aprendizaje de la Probabilidad, haciendo uso de la simulación, no necesariamente siguiendo una estrategia pedagógica bien definida, como lo relaciona Batanero (2001). Este material que se utiliza para la enseñanza de la Probabilidad tiene una influencia positiva sobre la motivación y la apropiación de conceptos por parte del estudiante, y como lo expone Savard (2010) ayuda a mejorar el pensamiento probabilístico de los estudiantes, ya que pueden establecer comparaciones de los resultados del simulador con la realidad.

Zacarías, Zacarías y López (2008) realizaron una amplia revisión en un contexto global de los simuladores puestos en diferentes portales en Internet, los cuales se han desarrollado para complementar el aprendizaje de conceptos de Probabilidad. Los portales que ellos presentan junto con las direcciones electrónicas fueron seleccionados con base en los objetivos de su desarrollo, su contenido, las ayudas que dan a los usuarios y la calidad de las actividades y de las aplicaciones elaboradas.

Un desarrollo práctico de simulación, realizado en las escuelas secundarias de Quebec, lo presentan Theis y Savard (2010), en el cual se ofreció a los profesores una herramienta para enseñar Probabilidad, en ella simulan actividades de juegos de diferente naturaleza, tales como dados, monedas, ruletas, así como la paradoja de *Monty Hall*. En dichos juegos, el software permite gran número de ensayos y ofrece resultados en cuanto al número de victorias, cantidad de dinero ganado y perdido y gráficos con la evolución de los triunfos.

Los programas de computador que cumplen tareas específicas y muestran resultados, sin detallar procedimientos, son conocidos como *applets*, los cuales generalmente están escritos en lenguaje JAVA y se ejecutan en una página web. Su objetivo en Estadística y Probabilidad es ilustrar, simular y explorar conceptos, de manera llamativa para el estudiante, por eso presenta gráficas, tablas e imágenes. El estudiante puede acceder a estos programas y ejecutarlos desde su computador de manera fácil, ya que no requieren muchos recursos técnicos ni tampoco licencia.

Algunos ejemplos de *applets* relacionados con los temas de Probabilidad se encuentran en el laboratorio virtual que se puede consultar en Afonso (2006). En él se puede experimentar con: modelos geométricos, modelos finitos de muestreo, ensayos de Bernoulli, dados y ruletas, juegos de azar, muestreo aleatorio, distribuciones de probabilidad discretas y continuas, inferencia estadística y procesos de Markov.

Dinov y Sánchez (2006) presentan los resultados de un diseño cuasiexperimental con grupo control, donde los estudiantes utilizan recursos computacionales en línea para Estadística (SOCR por sus iniciales en inglés Online Computational Resource) en un curso de introducción a la Probabilidad, con instrucciones precisas de cómo utilizar los *applets*. En el ensayo se evaluó su uso en tres categorías: notas del curso, grado de satisfacción, y la elección de la tecnología para el examen final. Como resultado se encuentra que los estudiantes que usan SOCR muestran mejor rendimiento frente al grupo de control y una reacción positiva por el hecho de usar herramientas computacionales.

## 4. Actividades lúdicas

La Probabilidad tiene sus orígenes en el año 1654 por la necesidad de formular estrategias ganadoras en los juegos de azar, además, cotidianamente su enseñanza se apoya en juegos tradicionales como cartas, monedas y dados, entre otros (Restrepo y González, 2003). Algunos juegos novedosos que se proponen para el mismo propósito, se presentan a continuación.

### 4.1 Strat-O-Matic® Baseball

Para la enseñanza y comprensión de los conceptos básicos de Probabilidad, tales como: experimento aleatorio, espacio muestral, ley de la adición, ley de la multiplicación, independencia, dependencia y el teorema de Bayes, y para la aplicación de estos a la inferencia estadística, se ha propuesto un simple juego

de mesa denominado *Strat-O-Matic Baseball*, que se puede utilizar con un mínimo de conocimiento de las reglas del *Baseball*.

Se ha mostrado que su uso es efectivo para apropiarse los conceptos que giran en torno a la Probabilidad por parte de los estudiantes. Aprender Probabilidad mediante el uso de un juego de mesa resulta atractivo para los estudiantes, pues aunque ellos muchas veces desconocen la práctica de un deporte, casi todos muestran interés por algún tipo de juego, aspecto que resulta motivante y con sentido práctico para la aplicación de los conceptos (Cochran, 2005).

## 4.2 Explorando dados

La estrategia planteada por el grupo *The mathematics teacher* en el artículo *Exploring 'Different' Dice* presenta una actividad lúdico-pedagógica para enseñar Probabilidad y otros conceptos básicos de Estadística, con el uso de dados normales y dados modificados con números diferentes (dado de *Sicherman*) y plantea los pasos a seguir para obtener conclusiones por parte de los estudiantes sobre predicciones que podrían hacer al momento de lanzar un par de dados.

Los dados son un instrumento comúnmente usado por los profesores cuando se enseña Probabilidad y Estadística. Una estrategia introductoria es lanzar un par de dados y descubrir el resultado más frecuente de sumar las caras, luego se le pide al estudiante que ubique los resultados en una tabla y luego que los grafique para que se familiarice con la curva normal que aparece. Esta actividad permite enseñar el concepto de Probabilidad mediante los resultados obtenidos y se puede realizar con un dado de *Sicherman*, luego, los estudiantes sacan sus propias conclusiones y crean propiedades para los dados mediante tablas y gráficas. Después de esto, los estudiantes y los docentes observan la curva normal que se produce con el dado normal y con el dado de *Sicherman* (Drake, 1993).

## 4.3 Monica's random walks

Hernández, Kataoka y Silva (2010) proponen una actividad para la enseñanza de conceptos básicos de Probabilidad. Dicha actividad está compuesta por 4 secciones: en la primera el estudiante lee la historia de un personaje que, desde la esquina inferior izquierda de un cuadrado de cuatro filas por cuatro columnas, puede visitar, en forma aleatoria, a cinco amigos ubicados en la diagonal opuesta del cuadrado; el personaje puede avanzar al Este o al Norte un paso, de acuerdo al resultado de lanzar una moneda; sin desarrollar el juego, el estudiante debe responder 26 preguntas acerca de las probabilidades que tienen de ser visitados los amigos. En la segunda sección el estudiante ejecuta el ejercicio, en la tercera, construye un diagrama de árbol, y en la última, diferencia la Probabilidad clásica con la frecuentista y el experimento aleatorio con el determinista. Este ejercicio permite que el estudiante sea consciente de los errores que se pueden cometer al responder intuitivamente.

# 5. Metodologías basadas en la práctica

En el modelo tradicional, el docente utiliza los libros de texto como apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje. Esta práctica educativa, en el contexto de la probabilidad, priva al estudiante de la posibilidad de conocer el origen de los datos y experimentar su recolección. Algunas metodologías que buscan suplir estas falencias y que pretenden incrementar la motivación del estudiante, se muestran a continuación.

## 5.1 Utilización de datos reales

El deseo de lograr un aprendizaje significativo en programas profesionales, incrementa la necesidad de una cultura estadística y la importancia que actualmente tiene, por su relación con diferentes disciplinas y como herramienta para la toma de decisiones cotidianas, donde se tiene que medir y analizar la validez y confiabilidad de conjuntos de datos (Zapata, 2011).

Al respecto, es importante tener como referente lo expuesto por Campos (2008), quien considera que un aprendizaje es significativo si mediante la recopilación de datos, por observación o por experimentación, es posible obtener cambios de actitud hacia la utilización de la Estadística por parte de los estudiantes. Además recomienda el trabajo con datos reales donde se evidencie la incertidumbre en su recolección, el muestreo, la experimentación y la capacidad para generalizar resultados del modelo utilizado y de las soluciones en el momento del estudio, acordes al contexto y futuro inmediato.

Así también, Arizaga (citado en Campos, 2008) señala que la enseñanza de la Estadística no se debe limitar solamente a los conocimientos teóricos sino que actualmente los profesores deben hacer esfuerzos para desarrollar habilidades y competencias, propias de la Estadística aplicada al mundo de la Ingeniería. Incluso señalan que el aprendizaje teórico de la Estadística va a la par con el manejo del computador, comenzando con el manejo deductivo de la información acompañada de ejemplos prácticos; posteriormente se debe entender la naturaleza de los métodos inferenciales donde sus resultados no son infalibles, pero sí proporcionan suficiente evidencia para tomar estadísticamente una decisión.

Otros investigadores como Albert, Colunga y López (2006), abordan la enseñanza de las distribuciones de probabilidad y el valor esperado en un contexto de aprendizaje con datos reales mediante el análisis exploratorio en donde los estudiantes dan cuenta de su trabajo con mayor agrado y entusiasmo por el hecho de trabajar con datos cercanos a sus comunidades.

Por último se destaca el proyecto *CensusAtSchool*, creado como herramienta para desarrollar habilidades en el cálculo y el pensamiento estadístico. Se le permite al profesor y al estudiante utilizar datos reales del censo nacional, de forma que pueda evaluar sus resultados en un contexto real. Está disponible en la dirección <http://www.censusatschool.org.uk/> para que estudiantes de diferentes países lo utilicen. Contiene repositorios de datos de los censos del Reino Unido desde el año 2001 (Davies, Connor y Spencer, 2003).

## 5.2 Proyectos

Es necesario que los profesores trabajen la Estadística desde proyectos, puesto que los conceptos y técnicas descontextualizados no tienen ninguna importancia en la vida real. Al respecto, Connor, Davies y Payne (2002) indican que esto cada día es más frecuente en Inglaterra y países de Europa, en la secundaria y la universidad, ya que el currículo de Matemáticas contempla como obligatorio hacer proyectos.

Un análisis estadístico de un proyecto logra reunir todos los conceptos, propiedades y algoritmos presentes en la Estadística de una manera más eficaz. Batanero y Díaz (2005), resaltan la importancia que tienen los proyectos y como se pueden aplicar para que sean una herramienta metodológica útil para afrontar con propiedad los desafíos que hoy exige el aprendizaje de la Estadística tanto para la solución de problemas de investigación de otras disciplinas como para mejorar la cultura estadística, muy útil en el actuar cotidiano de las personas. Sugieren además que el tema de cada proyecto sea elegido por el grupo de estudiantes, según sus intereses y que ojalá esté relacionado con otras disciplinas.

Adicionalmente, Batanero, Díaz, Contreras, y Arteaga (2011) compilan trabajos donde se aplica la enseñanza de la Estadística orientada por proyectos, dan las orientaciones para abordar dicha estrategia y presentan, además de los proyectos, vínculos electrónicos que ayudan sustancialmente al profesor que esté interesado en implementar esta iniciativa en su clase. Mencionan que el hecho de trabajar con datos contextualizados hace que se trascienda más allá de la Matemática, ayuda a incrementar la motivación y el interés de los estudiantes, mejora el razonamiento estadístico y hace que las personas tengan mayor capacidad para la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre.

### 5.3 Trabajo cooperativo

“Organizar el trabajo, compartir información, crear, aumentar y actualizar el conocimiento, mejorar la calidad de la enseñanza, mejorar el proceso de aprendizaje y prepararse para el futuro laboral”, son las razones que Bauerova y Sein-Echaluce, (Abril 2007) exponen para motivar al lector a trabajar en forma cooperativa.

El trabajo cooperativo se presenta como una alternativa que permite afianzar el aspecto investigativo en la enseñanza de la Probabilidad. Carvalho (como se cita en Batanero, 2007) hace un análisis de la importancia de esta práctica y el reto que representa su implementación para el docente. Al respecto, Muñoz y otros (2001) realizaron un experimento de trabajo colaborativo por parejas, mediante el uso de las tecnologías de información, donde los participantes obtuvieron un resultado positivo al final del ensayo.

Para César y Dias (2006) una combinación entre el trabajo por proyectos y el trabajo cooperativo para la enseñanza y el aprendizaje de la Estadística y la Probabilidad, es una buena estrategia para relacionar los conocimientos previos de los estudiantes con los conocimientos adquiridos y su aplicación al mundo real. Para la implementación de esta actividad se requieren docentes con actitud de cambio, dispuestos a brindar el acompañamiento requerido por los estudiantes y que reconozcan que su trabajo es indispensable para formar personas competentes, que lleguen a ser actores críticos frente a hechos de diferente naturaleza. Lo anterior está plenamente justificado al tener presente que el mundo actualmente está inmerso en la sociedad del conocimiento, lo cual implica, más consumo de información y mayor uso de la Estadística y la Probabilidad.

Por la importancia que se le ha dado en los últimos años al trabajo cooperativo, una de las más importantes conferencias internacionales sobre enseñanza de la Estadística, el ICOTS 7, en el año 2008, llevó como lema ‘Trabajando Cooperativamente en Educación Estadística’, donde se convocaron temáticas como el aprendizaje cooperativo en educación estadística, la cooperación entre docentes e investigadores de Estadística, la cooperación entre agencias de Estadística y educadores estadísticos, la cooperación interdisciplinaria para la investigación, la cooperación internacional en educación estadística y la globalización y diversidad en educación estadística (IASE, 2005), en donde también tienen cabida los temas de Probabilidad.

### 5.4 Otras propuestas metodológicas

Al considerar que la enseñanza de la probabilidad condicional es uno de los temas con mayor dificultad en el aprendizaje de esta disciplina, Cardona y Arias (2008) proponen una metodología que, a su juicio, mitiga esta dificultad dejando un aprendizaje significativo en educación media. La propuesta contempla partir del estándar en Matemáticas dado por el Gobierno Nacional, relacionar los preconceptos y lo aprendido en clase con las vivencias propias del estudiante, involucrar el uso de mapas conceptuales para exponer conceptos, y tener en cuenta laboratorios y talleres para el proceso evaluativo que se lleve a cabo en plenaria con el uso de estrategias como la heteroevaluación y la coevaluación.

De otra parte, Mendoza (2006) presenta su propuesta metodológica para la enseñanza de un curso de Probabilidad y Estadística con estudiantes de ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, basada en el uso de las herramientas virtuales en el aula de clase, con dos encuentros semanales de 120 minutos. El estudiante dispone del curso de Probabilidad y Estadística en línea y se contempla para su ejecución actividades como: clases, desarrollo de tema especial, lectura de artículos y trabajo con datos reales. Las herramientas virtuales utilizadas en la aplicación de la estrategia pedagógica son: aula virtual, *videochat*, *Microsoft Excel*, *Minitab* y *Scientific WorkPlace*; a lo largo del curso se hace el proceso evaluativo. Un análisis factorial realizado a una encuesta aplicada a estudiantes para indagar sobre el manejo técnico de las herramientas, el aprovechamiento de cada una de ellas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, la calidad de la infraestructura física, y opiniones generales sobre la modalidad de apoyo virtual, dio como resultado 4 perfiles de estudiantes: un 20% aproximadamente manifiestan estar conformes con la modalidad de

apoyo virtual, un 10% inconformes, un 35% muestran una reacción positiva y un 35% están indecisos con la modalidad de apoyo virtual.

Una estrategia metodológica para la enseñanza y el aprendizaje de la Estadística y la Probabilidad realizada en la Universidad de Córdoba en la modalidad *B-Learning*<sup>2</sup> y el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), la muestran Caro y Ahumada (2008); la experiencia se fundamenta en cuatro etapas: en la primera se hace una capacitación a los estudiantes en la plataforma virtual. En la segunda hay una presentación de contenidos, foros, políticas para alcanzar los objetivos del curso, lo mismo que entrega de material de apoyo y guías. Una tercera etapa contempla capacitación en tecnologías de la información y comunicación para finalmente hacer seguimiento y evaluación del rendimiento académico y actitudes de los estudiantes; en todo el curso ellos cuentan con acompañamiento de los docentes, quienes además de ser tutores del curso continúan con el rol de profesores tradicionales. Como resultado de la aplicación de la estrategia los estudiantes manifiestan satisfacción por el uso de la metodología, hay mejora en su capacidad interpretativa y mayor número de ellos aprobó el curso con respecto al periodo anterior.

Como se ha mostrado en este artículo, diversos autores realizan esfuerzos por diseñar e implementar propuestas metodológicas para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos de Probabilidad. Algunas de ellas han sido evaluadas mediante estudios que muestran resultados favorables frente al aprendizaje y cambio de actitud de los estudiantes.

## 6. Consideraciones finales

La utilización de herramientas informáticas y computacionales para la enseñanza de la Estadística y la Probabilidad es cada vez mayor en el ambiente educativo, al punto que hoy en día no se concibe una clase de estas disciplinas desligada del computador. Los profesores pueden acudir a los diferentes simuladores disponibles en internet, utilizar bases de datos, optimizar cálculos por medio de paquetes estadísticos, valerse de tutoriales o implementar software educativo a lo largo del proceso de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, como lo señala Inzuna (2010), no se puede perder de vista, que para un adecuado aprovechamiento de la tecnología por parte de los estudiantes, es necesario que haya la debida orientación docente, con fundamento en un modelo educativo.

Existe la tendencia de utilizar las TIC en los procesos de enseñanza de la Probabilidad, como complemento para mejorar la adquisición de los conceptos, como estrategia efectiva para fomentar el aprendizaje autónomo por parte del estudiante y estimular su interés por los temas de Probabilidad.

Se observa que es difícil encontrar un software educativo para el nivel universitario, diseñado y validado de acuerdo a la realidad académica y al contexto de los estudiantes. La mayoría de las herramientas que se encuentran disponibles para apoyar la enseñanza de los temas de Probabilidad y Estadística, se reducen a mostrar los resultados de simulaciones, luego que el estudiante digita unos datos de entrada, y han sido diseñadas para la etapa escolar.

La enseñanza de la Probabilidad se convierte en un gran reto para los docentes, quienes deben enfocar su esfuerzo en aplicar diferentes estrategias y plantear otras que permitan captar el interés y tener éxito en la compleja tarea de formar profesionales con las competencias para responder a las necesidades del mercado laboral. Es deseable que los futuros profesionales tengan buena capacidad para interpretar, analizar, argumentar, comunicar, criticar y aplicar sus conocimientos en situaciones donde no siempre los fenómenos son de naturaleza determinista.

---

<sup>2</sup> Modalidad de aprendizaje que combina lo presencial con lo virtual.

## 7. Lista de Referencias

- Albert, J., Colunga, J. y López, J. (2006). *Learning based on real context problems and notions of probability distributions and expected value*. Trabajo presentado en la 7th international conference on teaching statistics (ICOTS7): Working cooperatively in statistics education. Salvador, Bahía, Brazil. Disponible en: [http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/17/2C3\\_ALBE.pdf](http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/17/2C3_ALBE.pdf)
- Ação Local Estatística Aplicada - ALEA. (2011). *Probabilidades*. Portugal: el autor. Recuperado el 3 de Marzo de 2011, de <http://alea-estp.ine.pt/html/probabil/html/Probabilidades.html>
- Afonso, H. (2006). *Laboratorio virtual en Probabilidad y Estadística*. Facultad de Matemáticas Universidad de La Laguna. Tenerife, España. Recuperado el 11 de octubre de 2009, de [http://www.planetamatematico.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=118&Itemid=158](http://www.planetamatematico.com/index.php?option=com_content&task=view&id=118&Itemid=158)
- Alonso, I., Fernández, J. y Pascual, A. (2003). *EstadLab: software multiplataforma de apoyo a la docencia de Probabilidad, variables aleatorias y procesos estocásticos*. Trabajo presentado en el VI Congreso de la Sociedade Galega para a promoción da Estatística e da Investigación de Operacións - SGAPEIO. Universidad de Vigo, España. Recuperado el 12 de febrero de 2009, de <http://www.tsc.uvigo.es/BIO/Docencia/CSA/EstadLab.html>
- Azcárate, P. (2006). *¿Por qué no nos gusta enseñar Estadística y Probabilidad?* Jornadas de Investigación en el Aula de Matemáticas: Estadística y azar. XII. Granada. Recuperado el 12 de febrero de 2009 de: [http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CE4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.earlystatistics.net%2Ftemplate%2Ffiles%2FAzcarate\\_thales2006\\_Conferencia.doc&ei=muy\\_T4vHOLK36QGu18iwCg&usq=AFQjCNFgzkvvg\\_V5hsz\\_MAG6NSzPU2TbblfA](http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CE4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.earlystatistics.net%2Ftemplate%2Ffiles%2FAzcarate_thales2006_Conferencia.doc&ei=muy_T4vHOLK36QGu18iwCg&usq=AFQjCNFgzkvvg_V5hsz_MAG6NSzPU2TbblfA)
- Batanero, C. (2001). *Didáctica de la Estadística*. Granada, España: Servicio de Reprografía Universidad de Granada.
- Batanero, C. (Enero - abril 2003). La simulación como instrumento de modelización en probabilidad. *Revista Educación y Pedagogía*, 35 (15), 39-54. Medellín: Universidad de Antioquia, Facultad de Educación. Disponible en: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/article/viewFile/5942/5352>
- Batanero, C. (2007). Enseñanza de la Estadística en los niveles no universitarios: algunos retos para la investigación. En: M. Camacho, P. Flores y M. Bolea (Eds.). *Investigación en educación matemática X* (pp. 93 - 98). San Cristóbal de la Laguna, Tenerife: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM. Disponible en: <http://funes.uniandes.edu.co/1272/>
- Batanero, C. y Díaz, C. (2005). *El papel de los proyectos en la enseñanza y aprendizaje de la estadística*. Trabajo presentado en el I Congreso de Estadística e Investigación Operacional da Galiza e Norte de Portugal e VII Congreso Galego de Estadística e Investigación de Operacións. Guimaraes, Portugal. Recuperado el 17 de Febrero de 2009, de <http://www.ugr.es/~batanero/ARTICULOS/CEIO.pdf>
- Batanero, C., Díaz, C., Contreras, M. y Arteaga, P. (2011). Enseñanza de la estadística a través de proyectos. En: Batanero, C. y Díaz, C. (Comp.). *Estadística con proyectos*. Granada, España: ReproDigital. Universidad de Granada (pp. 9 - 46). Disponible en: <http://www.ugr.es/~batanero/ARTICULOS/libros/Libroproyectos.pdf>
- Batanero, C y Godino, J. (2002). *Estocástica y su didáctica para maestros*. ReproDigital. Granada, España.
- Bauerova, D. y Sein-Echaluce, M.L. (Abril 2007). Herramientas y metodologías para el trabajo cooperativo en red en la Universidad. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 58 (21), 69-83. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2484205>
- Borovcnik, M y Kapadia, R. (2010). *The future of interactive, electronic research: An exemplar from probability education*. Trabajo presentado en 8th international conference on teaching statistics (ICOTS8): Data and context in statistic education: towards an evidence-based society. Ljubljana, Slovenia.
- Campos, C. A. (2008). *Aprendizaje de la Estadística a través de casos prácticos*. Ponencia presentada en las II jornadas de Innovación docente: Tecnologías de la Información y la Comunicación e Investigación Educativa. Universidad de Zaragoza, España. Disponible en: <http://ice.unizar.es/uzinnova/jornadas/pdf/95.pdf>
- Cardona, J. y Arias, J. (2008). Didáctica para la enseñanza de la probabilidad condicional. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 2 (3), 125-140. Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería Universidad Católica de Pereira. Disponible en <http://biblioteca.ucp.edu.co/OJS/index.php/entrecei/article/view/526/468>
- Caro, N. y Ahumada, I. (2008). Metodología B-learning aplicada en la enseñanza de "Estadística" en la universidad, una experiencia con cursos masivos. *Actas del IX Encuentro Internacional Virtual Educa*, Zaragoza, España. Disponible en: <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/handle/123456789/1481>

- Cataldi, Z. (2000). *Metodología de diseño, desarrollo y evaluación de software educativo*. Tesis de Magíster en Informática. Facultad de informática. UNLP. Argentina. Recuperado el 24 de febrero de 2011 de: <http://laboratorios.fi.uba.ar/lsi/cataldi-tesisdemagistereninformatica.pdf>
- Cerero, A. y López, M. (2007). Software educativo para la enseñanza de distribuciones de frecuencia, utilizando el análisis exploratorio de datos. AnExDat. En: P. Rocha (Comp.). *Cuadernos de investigación Universidad Distrital Francisco José de Caldas*, 10 (pp. 106 - 115). Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- César, M. y Dias, E. (2006). *She will be loved: Collaborative project work and statistics learning*. Trabajo presentado en la 7th international conference on teaching statistics (ICOTS7): Working cooperatively in statistics education. Salvador, Bahía, Brazil. Disponible en: <http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/17/C412.pdf>
- Cochran, J. (Aug 2005). Can you really learn basic probability by playing a sports board game? *The American Statistician*. 59 (3), 266–272; ProQuest. Disponible en: <http://search.proquest.com/docview/228437855/fulltextPDF/136EB24697C5FD5639D/1?accountid=43592>
- Connor, D., Davies, N. y Payne, B. (2002). Web-based project and key skill work. *Teaching Statistics*, 24 (2), 62-65. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1467-9639.00087/abstract>
- Davies, N., Connor, D., y Spencer N. M. (2003). An International Project for the Development of Data Handling skills of Teachers and Pupils. *Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences*, 7 (2), 75-83. Disponible en: <http://www.hindawi.com/journals/ads/2003/585126/abs/>
- Dinov, I. y Sánchez, J. (2006). *Assessment of the pedagogical utilization of the statistics online computational resource in introductory probability courses: a quasi-experiment*. Trabajo presentado en la 7th international conference on teaching statistics (ICOTS7): Working cooperatively in statistics education. Salvador. Bahía. Brazil. Disponible en: <http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/17/C312.pdf>
- Drake, B. (May 1993). Exploring 'Different' Dice. *The Mathematics Teacher*, 86, (5); ProQuest, 380-382. Disponible en: <http://search.proquest.com/docview/204639961/fulltextPDF/136EAA5D7D5459DD688/11?accountid=43592>
- Finzer, W. (2002). *The Fathom experience: is research-based development of a commercial statistics learning environment possible?* Trabajo presentado en The sixth international conference on teaching statistics (ICOTS6): Developing a statistically literate society. Cape Town, South Africa. Disponible en: [http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/1/7f4\\_fin z.pdf](http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/1/7f4_fin z.pdf)
- Fitzallen, N. y Watson, J. (2010). *Developing statistical reasoning facilitated by Tinkerplots*. Trabajo presentado en la 8th international conference on teaching statistics (ICOTS8): Data and context in statistic education: towards an evidence-based society. Ljubljana, Slovenia. Disponible en: [http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/icots8/ICOTS8\\_8A4\\_FITZALLEN.pdf](http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/icots8/ICOTS8_8A4_FITZALLEN.pdf)
- Galvis, A. (2000). *Ingeniería del software educativo*. (2da reimp.). Bogotá, Colombia: Ediciones UniAndes.
- García, M., Hermoso, A., Maldonado, J., Román, P. y Torres, F. (2009). Nuevas Tendencias para Enseñar Probabilidades usando CDPYE. Revista Investigación Operacional Universidad de Granada. España, 30 (2), 173-184. Disponible en: <http://rev-inv-ope.univ-paris1.fr/files/30209/30209-08.pdf>
- Hernández, H., Kataoka V. y Silva M. (2010). Random Walks in Teaching probability at the high school. Trabajo presentado en 8th international conference on teaching statistics (ICOTS8): Data and context in statistic education: towards an evidence-based society. Ljubljana, Slovenia. Disponible en: [http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/icots8/ICOTS8\\_2B1\\_HERNANDEZ.pdf](http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/icots8/ICOTS8_2B1_HERNANDEZ.pdf)
- Inzunza, S. (2010). Entornos virtuales de aprendizaje. Un enfoque alternativo para la enseñanza y aprendizaje de la inferencia estadística. *Revista mexicana de investigación educativa*. 15 (45), 423–452. Disponible en: <http://www.comie.org.mx/v1/revista/visualizador.php?articulo=ART45005&criterio=http://www.comie.org.mx/documentos/rmie/v15/n045/pdf/ART45005.pdf>
- Insunza, S., Gastélum, D. y Álvarez, A. (Junio 2009). Desarrollo de software para el aprendizaje y razonamiento probabilístico: el caso de SIMULAPROB. UNIÓN: Revista Iberoamericana de educación matemática, 18, 135-149. Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/24002441/Union-018>
- Kapadia, R. y Borovcnik, M. (2010). *Reviewing and promoting research in probability education electronically*. Trabajo presentado en 8th international conference on teaching statistics (ICOTS8): Data and context in statistic education: towards an evidence-based society. Ljubljana, Slovenia.
- Key Curriculum Press. (2011). *TinkerPlots*. Recuperado el 26 de febrero de 2012, de <https://www.keypress.com/x3430.xml>
- Konold, C. (1995). Issues in Assessing Conceptual Understanding in Probability and Statistics. *Journal of Statistics Education*, 3 (1). Recuperado el 10 de febrero de 2011, de <http://www.amstat.org/publications/jse/v3n1/konold.html>

- MATH-KAL. (2003). *MATH- TEACHER Educational Software*. Minneapolis. Recuperado el 24 de enero de 2012. Disponible en [http://www.mathkalusa.com/probability\\_1.html](http://www.mathkalusa.com/probability_1.html)
- Maxara, C. y Biehler, R. (2006). *Students' probabilistic simulation and modeling competence after a computer-intensive elementary course in statistics and probability*. Trabajo presentado en la 7th international conference on teaching statistics (ICOTS7): Working cooperatively in statistics education. Salvador, Bahía, Brazil. Disponible en: [http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/177C1\\_MAXA.pdf](http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/177C1_MAXA.pdf)
- Mendoza, H. (2006). Experiencias pedagógicas con herramientas virtuales en el aula de clase para la enseñanza de Probabilidad y Estadística. En: Hernández, G. y Vargas, F. (Comp.). *Experiencias significativas en innovación pedagógica*. pp. 227-239. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional - MEN. (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. Bogotá, Colombia: el autor.
- Muñoz, M., Cobo, E., González, J., Sánchez, J., Castro, J. y Martí, M. (2001). Iniciativas para mejorar el aprendizaje de la Estadística en la universidad. Trabajo publicado en *Jornades europees d'estadística. L'ensenyament i la difusó de l'estadística*. 233 - 240. Institut balear d'estadística. conselleria d'economia, comerç i indústria. Palma. Recuperado el 10 de febrero de 2012, de [http://www.ibestat.cat/ibfiles/content/files/publicaciones/jornades\\_europees.pdf](http://www.ibestat.cat/ibfiles/content/files/publicaciones/jornades_europees.pdf)
- Ortiz, J.J., Batanero, C. y Serrano, L. (2001). El lenguaje probabilístico en los libros de texto. *Suma: Revista sobre Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas*, 38, 5-13. Zaragoza. Disponible en: <http://www.ugr.es/~batanero/ARTICULOS/SUMALENGUAJE2001.pdf>
- Ortiz, J. y Serrano, L. (2008). La simulación de la Estadística y la Probabilidad en los libros de texto de Educación Secundaria. *Publicaciones de la Facultad de Educación y Humanidades del Campus de Melilla*, 38, 49-61. Disponible en: <http://publicaciones.faedumel.es/articulos/478.pdf>
- Osorio, M., Suárez, A. y Uribe, C. (Septiembre-diciembre 2011). Revisión de aspectos asociados a la problemática del aprendizaje de la Probabilidad. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 34, 360-384. Disponible en: <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/342/658>
- Peñaloza, J. y Vargas, C. (2006). *¿Qué debe cambiar en el aprendizaje de la estadística en las ciencias del comportamiento?* Trabajo presentado en las XIV Jornadas y II Encuentro Internacional de la Asociación Española de Profesores Universitarios de Matemáticas para la Economía y la Empresa – ASEPUMA. Recuperado el 29 de Septiembre de 2008, de <http://www.uv.es/asepuma/XIV/comunica/41.pdf>
- Restrepo, L. y González, J. (2003). La Historia de la Probabilidad. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 16, (1), 83-87. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Rincón, L., Tabares, M. y González, F. (2006). Diseño y elaboración de materiales didácticos con tecnologías informáticas para los cursos de Estadística y Probabilidad en Ingeniería. *Ingenium*, 6 (1), 32-37. Cali, Colombia: Universidad Santiago de Cali. Disponible en: <http://www.usc.edu.co/ingenieria/files/Revista6Armada.pdf>
- Rodríguez, R. (2000). *Introducción a la Informática educativa*. Universidad de Pinar del Río Hermanos Sainz, Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría. La Habana. Cuba.
- Sánchez, J. (1999). *Construyendo y aprendiendo por el computador*. Proyecto Enlaces, Universidad de Chile.
- Savard, A. (2010). *Simulating the risk without gambling: Can student conceptions generate critical thinking about probability?* Trabajo presentado en 8th international conference on teaching statistics (ICOTS8): Data and context in statistic education: towards an evidence-based society. Ljubljana, Slovenia. Disponible en: [http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/icots8/ICOTS8\\_C170\\_SAVARD.pdf](http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/icots8/ICOTS8_C170_SAVARD.pdf)
- Scientific Reasoning Research Institute - SRRI. (2008). *ProbSim: Software and activities for teaching probability via simulations*. Recuperado el 22 de octubre de 2009, de [http://srri.umass.edu/prob\\_sim](http://srri.umass.edu/prob_sim)
- Stohl, H. y Tarr, J. (2002). Developing Notions of Inference using probability simulation tools. *Journal of mathematics Behavior*, 21 (3), 319 - 337. Disponible en: <http://www.problexplorer.com/Articles\JMB2002Stohl&Tarr.pdf>
- Theis, L. y Savard, A. (2010). Linking probability to real-world situations: how do teachers make use of the mathematical potential of simulation programs?. Trabajo presentado en 8th international conference on teaching statistics (ICOTS8): Data and context in statistic education: towards an evidence-based society. Ljubljana, Slovenia. Disponible en: [http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/icots8/ICOTS8\\_C126\\_THEIS.pdf](http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/icots8/ICOTS8_C126_THEIS.pdf)
- University of California Riverside y Claremont McKenna College. (2010). *StatGames*: El autor. Recuperado el 4 de noviembre de 2010, de <http://statgames.ucr.edu>

Zacarías, J., Zacarías, M. y López, J. (2008). *El uso de Simuladores y laboratorios en Internet para la Enseñanza de la Probabilidad: Una revisión a la producción actual*. Trabajo presentado en el 6° Congreso Internacional sobre la Innovación y Desarrollo Tecnológico, Cuernavaca, Morelos, México.

Zapata, L. (Mayo-agosto 2011). ¿Cómo contribuir a la alfabetización estadística? *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 33, 234-247. Disponible en: <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/4>