ALAMMI Revista CIENTÍFICA

Número 2, Enero - Junio, 2014

Asociación Latinoamericana de Maestros de Matemáticas Investigadores A. C.

Kyryakos Petakos

Francisco Javier Tapia Moreno

Héctor Antonio Villa Martínez

Claudio Alfredo López Miranda

Enrique Vílchez Quesada

Víctor Miguel Ángel Burbano Pantoja

Gustavo R. Cañadas, Carmen Batanero, J. Miguel Contreras, María M. Gea

ALAMMI

**Revista Científica, Número 2. Enero - Junio 2014.**

Es un órgano editado por la Asociación Latinoamericana de Maestros de Matemáticas Investigadores A.C. (ALAMMI) cuyo objetivo es ser un medio de difusión de resultados de investigación en matemática, educación y matemática educativa, dentro de la región iberoamericana y el mundo hispanoparlante. Publica contribuciones originales y resultado de un trabajo de investigación, pueden constituir síntesis de los resultados de una investigación, propuestas teórico metodológicas, presentación de problemáticas específicas, notas metodológicas y técnicas de información sobre una investigación en curso, el estado del arte respecto a una cuestión particular, entre otros. Es un órgano de difusión académica y un foro de discusión internacional en lengua española acerca de las problemáticas asociadas con la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, que promueve la investigación en educación matemática, así como una ventana que muestra la producción académica de la región latinoamericana en otras ciencias exactas.

**Toda opinión o idea expresada en el contenido de los trabajos o artículos es responsabilidad de su autor y no refleja la postura o punto de vista de la Dirección de la publicación ni de sus responsables editoriales.**

Certificado de licitud de título y contenido; Reserva de derechos de uso exclusivo; Depósito legal y Permiso Sepomex: en trámite.

Periodicidad: Semestral.
ISSN: 1870 _ 963X
Depósito legal: En trámite

Dirección postal: Lago Alberto 431, Col. Anáhuac, Del. Miguel Hidalgo, CP 11320, México, Distrito Federeal (atención al correo postal exclusivamente en el turno vespertino).
Dirección electrónica: http://alammi.info/revista2/index.php/revista/index

**DIRECTORIO ALAMMI REVISTA CIENTÍFICA**

Director: Bernardino A. Almeida Carazo

Director Fundador: Florentino Jaimes Hernández

**COMITÉ EDITORIAL**

Alfonso Jiménez Espinoza
*Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia* | **Colombia**

Diana Yasmín Hernández Buitrago
*Institución Educativa Ricauste* | **Colombia**

José Francisco Leguizamón Romero
*Universidad Pedagógica Nacional* | **Colombia**

Margoth Valdivieso Miranda
*Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia* | **Colombia**

Adriana Delgado Landa
*Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos* | **Cuba**

Walfredo González Hernández
*Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos* | **Cuba**

Yidian Yosbel Castellanos Sabori
*Universidad de las Ciencias Informáticas* | **Cuba**

Héctor Ernesto Jaimes Paredes
*Universidad Nacional Autónoma de México* | **México**

Atanacio Nava Casarrubias
*Universidad Autónoma de Guerrrero* | **México**

José Alfredo Avantes Valenzuela
*Universidad Autónoma de Sinaloa* | **México**

María del Rosario Salmán Valdez
*Universidad Autónoma de Sinaloa* | **México**

**JUNTA DIRECTIVA DE ALAMMI**

Florentino Jaimes Hernández
**Presidente** | **México**

Javier Elizondo Quintero
**Vicepresidente** | **México**

María Teresa Guerrero Fernández
**Secretario** | **Colombia, Sur. A.**

Juan Ramón Almeida Fernández
**Tesorero** | **Rep. De Cuba**

Carlota Castorena Monterrubio
**Responsable de Relaciones Nacionales e Internacionales**
**México**

Abel González Martínez
**Responsable de Enlace con Presidentes de otras Asociaciones**
**México**

Patricia López de la Cruz
**Responsable de Divulgación, Órganos De Información y Publicaciones**
**México**

**STAFF EDITORIAL**

**Esditora para este número:** Priscila Galeana Arzate
**Corrección de estilo:** María de Lourdes Sánchez Rosales y Alondra Esmeralda Jaimes Sánchez
**Diseño y formación editorial:** Dulce María Aguilar Téllez
**Relaciones Internacionales:** Flor de Lourdes Jaimes Sánchez
**Asesoría editorial:** Hermes Data, SA de CV

# ÍNDICE

HOJA LEGAL

1 ÍNDICE

2 EDITORIAL

*Florentino Jaimes Hernández*

4 INVESTIGACIÓN

4 Sobre la comprensión más profunda de la utilidad de una ecuación diferencial
*Kyryakos Petakos*

11 Elaboración de herramientas de aprendizaje de estadística para dispositivos móviles utilizando Java
*Francisco Javier Tapia Moreno, Héctor Antonio Villa Martínez y Claudio Alfredo López Miranda*

17 Fortalezas y debilidades de Facebook y Twitter como entornos educativos en el contexto del curso EIF-203 Estructuras Discretas para Informática en la Universidad Nacional de Costa Rica
*Enrique Vílchez Quesada*

32 La simulación en el contexto de una didáctica de la estadística y la probabilidad
*Víctor Miguel Ángel Burbano Pantoja*

44 Comprensión de las medidas de asociación por estudiantes universitarios
*Gustavo R. Cañadas, Carmen Batanero, J. Miguel Contreras, María M. Gea*

55 RESEÑAS

55 Memoria del II Congreso Internacional "Las matemáticas: un lenguaje universal. ALAMMI 2009"
*María Teresa Guerrero Fernández*

58 DOCUMENTOS

58 Normas de colaboración Revista Científica ALAMMI

Sugerir parches para mejorar la educación en México o en cualquier país latinoamericano neoliberal o neocolonial, hoy por hoy, es como haberle pedido al Virrey de la Nueva España que los encomenderos ilustren con la aritmética elemental a los pobladores originarios. A los encomenderos no les convenía enseñar a "hacer cuentas" a sus encomendados, pues ya no los podrían seguir engañando y sabrían reclamar lo que les correspondía. De la misma forma, a los gobiernos neoliberales o neoporfiristas de hoy no les interesa la educación del pueblo como un derecho, sino tendenciosamente orientada hacia sus intereses de clase y como un negocio mercantil que les deje su codiciada ganancia arrancada tramposamente del trabajo no pagado. No les conviene ilustrar al pueblo mexicano, pues ya no lo podrían manipular a favor de sus intereses. Perderían el poder que hoy detentan.

Por lo anterior nuestra propuesta. Se sabe que, mientras dominen los monopolios transnacionales, no se llevará a cabo, sólo la podrá realizar un gobierno del pueblo por el pueblo y para el pueblo. La solución del desastre educativo que padecen los pueblos latinoamericanos que sufren los regímenes neoliberales no se puede dar dentro de dichas relaciones de producción, así como otros tantos problemas fundamentales que amenazan la vida nacional, porque el proyecto de nación que tiene la clase dominante es opuesto al proyecto de nación que los mencionados pueblos aspiran y tienen en su cabeza.

No obstante, presentamos una sugerencia de solución que, por partir de la experiencia histórica y de la actual realidad nacional, puede tener utilidad para las buenas conciencias de mexicanos o latinoamericanos:

1) Restablecer y poner en vigencia la 1ª reforma del artículo 3° constitucional, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de diciembre de 1934, especificando que se refiere al socialismo científico y, derogar, al mismo tiempo, la 2ª reforma publicada en el mismo Diario el 30 de diciembre de 1946; ya que la 1ª nos colocó a la vanguardia de la educación en América Latina y la 2ª nos arrojó a los últimos lugares de la región y trajo el desastre de la calidad educativa. Asimismo, ha quedado fehacientemente demostrado que el laicismo estorba al maestro para impartir libremente el conocimiento científico y, en contraste, favorece el desarrollo del obscurantismo y el nefasto individualismo.

2) Rehabilitar, completar y modernizar inmediatamente toda la infraestructura existente, así como acelerar la construcción y funcionamiento de las instalaciones educativas para cubrir el déficit de instituciones de enseñanza en todos los niveles. También, con el espíritu o filosofía de la reforma de 1934, establecer 58 internados

con capacidad para 1,000 alumnos cada uno, para niños y jóvenes de nulos o escasos recursos económicos, con el fin de que puedan acceder a la educación superior y postgrado con todas las necesidades básicas y las de sus estudios satisfechas, distribuidos de acuerdo a la más intensa demanda en el territorio nacional garantizando su lugar, plaza o pupitre en aula escolarizada.

3) Continuar creando, anualmente, dichos internados para todos los niveles educativos con base en una planeación científica hasta satisfacer la demanda de la niñez y juventud mexicana más carente de recursos económicos.

4) Realizar tantos congresos nacionales de educación como sean necesarios y sin presiones de tiempo, pero que sean incluyentes, abiertos, democráticos y participativos para revisar sistémicamente los problemas educativos de acuerdo con los intereses materiales y espirituales que favorezcan las aspiraciones y el desarrollo de la nación mexicana, enriqueciendo las dimensiones pedagógica, filosófica y cultural (con que se mide la calidad de la educación), a fin de ir mejorando su eficacia, relevancia y pertinencia, así como impulsar la equidad.

5) Optimizar la administración de los recursos materiales y financieros para recuperar la eficiencia en la educación, aplicando, entre otras medidas, un combate implacable a la corrupción.

6) Aprovechar óptimamente los Centros de investigación existentes y fundar otros de Alto Rendimiento (CIAR) para crear ciencia y tecnología propia que ofrezca soluciones a los problemas fundamentales del pueblo mexicano. Estos Centros servirán de estímulo a la niñez y juventud mexicana para que renazca en ellos el amor al estudio y el conocimiento, al tiempo que se sentirán honrados de pertenecer a ellos porque los más capaces, los de brillante inteligencia o genios, encontrarán ahí su plena realización como individuos al servicio de la sociedad a la que pertenecen. A la par de esta medida, se debe incrementar la productividad con reducción de la jornada de trabajo para satisfacer las necesidades siempre crecientes de la población y alcanzar una decorosa calidad de vida para todo el pueblo mexicano.

7) Instaurar obligatoriamente el mérito para los nombramientos de los educadores y los dirigentes docentes, ad¬ministrativos y auxiliares de la educación, reconocido con honestidad intachable y sabiduría objetiva, basado en la preparación profesional, desde el de menor jerarquía hasta el máximo director de esta ennoblecedora acción social en todos los niveles y modalidades de la misma.

El gobierno que emprenda esta magna tarea convencerá a la sociedad mexicana de que verdaderamente intenta rescatar y elevar la calidad de la educación en México.

Dado el bloqueo contra la hermana República de Cuba, se ha anulado la comunicación, en los momentos oportunos, con el Director Titular de este órgano de difusión científica, DR. Bernardino Almeida Carazo. Por lo tanto, me declaro como único responsable de este trabajo editorial.

**Florentino Jaimes Hernández**
*Director Fundador*

# Sobre la comprensión más profunda de la utilidad de una ecuación diferencial

Kyryakos Petakos

*Escuela Superior de la Educación Turística. Grecia.*
*kyriakospetakos66@gmail.com*

## Resumen

Se expone un experimento didáctico cuyo fin es justificar la utilidad de ecuaciones diferenciales de primer grado con coeficientes constantes ante estudiantes de carreras distintas a las matemáticas. La línea de desarrollo del trabajo se enmarca dentro de la temática de construcción social del conocimiento matemático. Para poder abordarlo se emplea el diálogo platónico, considerando que la lengua es el componente principal en la construcción del conocimiento y una prueba indudable de que estamos inmiscuidos en un entorno sociocultural. Tratamos un problema relacionado con el cáncer y modelizado por medio de una ecuación diferencial. Alentamos la libre expresión libre de nuestros estudiantes con la intención de revelar el mecanismo bajo el que se perciben los conceptos matemáticos fundamentales en el aula, vista a su vez como una sociedad autónoma con sus reglas propias y donde son fundamentales los roles que juegan tanto el profesor como los estudiantes, así como la experiencia de ambas partes dentro de la institución escolar.

## Palabras clave

Modelo de crecimiento, cáncer, ecuación diferencial, diálogo platónico, sociedad del aula.

## Abstract

*In this article we are trying to perform a didactic experiment trying to justify the usefulness of a linear differential equation of first degree with constant coefficients, while teaching the respective course in a students' audience that has not chosen mathematics as its principal career. Our whole process of elaborating this article is what is referred to as the sociocultural theory of learning. To implicate this theory we do employ the platonic dialogue, since the dialogue is the most undeniable proof that we lie on the domain of the sociocultural learning. The language as a principal component in the construction of knowledge. We deal with a problem related to cancer and modeled by such a differential equation. We really induce our students to express themselves as free as possible in an effort to reveal the mechanism, under which fundamental mathematical concepts are perceived in our classroom society. This occurs, since the classroom forms a society on its own, possessing its rules and demonstrating the roles that the professor, the students and the experience of both parts, develop with its context.*

## Key words

*Growth model, cancer, differential equation, platonic dialogue, classroom society.*

## Introducción

Es de todos conocida la dificultad que se presenta cuando se enseñan matemáticas en aulas constituidas por estudiantes cuya carrera principal no está directamente relacionada con esta disciplina (Prendes et al, 2005). Además de la falta de asertividad hacia un objeto científico internacionalmente aceptado como difícil, hay que afrontarse a una cuestión típica relacionada con el papel que desempeña la enseñanza de la matemática para áreas del conocimiento que le son parcial o totalmente ajenas (Hare, 2000, Pincheira, 2006, Prendes et al, 2005).

Nuestro objetivo es intentar justificar la enseñanza de ecuaciones diferenciales lineales de primer grado con coeficientes constantes analizando su utilidad.

Se tomó como muestra un grupo de estudiantes de ingeniería en informática. Es necesario para ellos pasar por tres cursos puramente matemáticos para que puedan estar licenciados en su carrera. En su segundo año, toman una materia llamada Matemática 2 que contiene una introducción básica a las ecuaciones diferenciales. El docente, consciente de las dudas acerca de lo útil que es enseñar matemáticas en este ambiente, se esfuerza en incorporar aplicaciones prácticas en su exposición para atraer, en el mayor grado posible, el interés de los alumnos. La matemática educativa intenta promover un ambiente adecuado para la construcción de este tipo de conocimiento (Cantoral & Farfán, 2003, Castañeda 2002). Con base en la teoría del aprendizaje sociocultural, se opta por usar distintos factores socioculturales como herramientas para alcanzar un entendimiento profundo de los conceptos matemáticos trabajados en el aula.

En este sentido, damos la importancia necesaria a la sociedad ya creada ante nosotros y que se conforma tanto por nuestros estudiantes como por la espiritualidad que cada uno de ellos se ha formado con respecto al saber matemático –entusiasmos, miedos, dudas acumuladas a través del tiempo alrededor de los conocimientos asimilados–. En otras palabras, respetamos sus conceptos como entidades propias en el sentido platónico de la palabra (Theodorakopoulos, 2000), aún cuando dichas nociones puedan ser falsas o se contrapongan total o parcialmente a las nuestras y a la manera particular en que construimos una clase exitosa.

## Marco teórico

Las prácticas de enseñanza-aprendizaje que se exponen en este artículo pretenden la típica resolución de problemas, pero también buscan emplear ambos lados del aula para que los estudiantes, en primer término, y los profesores, de manera indirecta, tengan la oportunidad de interpretar, rebautizar sus experiencias didácticas previas (Cantoral & Farfán, 2003, Crespo, 2009), y reorganizar la información necesaria para estas actividades. Una sociedad se expresa primariamente por su propio lenguaje. A través de él representa el mundo existente, pero, a la vez, crea nuevas ideas, opiniones y conjeturas que pueden formar la base de una cultura nueva. En este intercambio, que tiene lugar durante la clase, se aspira a usar el lenguaje, no sólo como articulación de palabras, sino también como vehículo apropiado del sentimiento que acompaña el aprendizaje. Del mismo modo, podemos recurrir a los distintos factores de nuestra sociedad del aula, incluyendo a los llamados líderes, que sirven mucho durante el desarrollo del proceso cognitivo.

En nuestro caso particular se usó como motivo para el ejercicio una enfermedad que azota nuestros tiempos: el cáncer. La elegimos porque somos conscientes de que no hay hogar que no la haya afrontado, adquiriendo dimensiones insospechadas aún por los expertos. Además, nos ofrece la oportunidad de representar un concepto matemático fundamental, la derivada, pues la evolución de esa enfermedad mucho tiene que ver con el ritmo del desarrollo de las células divididas. En un sentido más práctico, tal y como indican los libros de Cálculo, las aplicaciones de la derivada ocupan el currículo de la enseñanza de matemáticas desde el nivel medio hasta el universitario.

Especialmente cuando enseñamos las ecuaciones diferenciales, la evolución del cáncer asociada con la duración de la vida humana ofrece un buen estímulo para introducir a los estudiantes a la solución de este tipo de ejercicios (Pouliezos, 2007). Siendo fieles al pensamiento sociocultural (Cantoral & Farfán, 2003), empleamos también una característica de nuestra sociedad, una enfermedad, y la combinamos con un concepto matemático fundamental para atraer la atención de los estudiantes e inducirlos a que desarrollen por sí mismos su predisposición a la matemática

## La experiencia

Luego de hablar en términos generales sobre el cáncer para fomentar el interés de nuestros estudiantes en el tema, los guiamos hacia la interpretación matemática que vamos a afrontar. De la discusión acerca del ritmo de desarrollo de las células divididas, cuya importancia afecta directamente a la vida humana, pasamos a la observación científica (Pouliezos, 2007: 45-46).

La cuestión propuesta es la siguiente: *Se observa que la división de las células cancerígenas se incrementa a un ritmo proporcional a su volumen. ¿Puede expresarse este problema en forma de una ecuación diferencial y consecuentemente resolverla?*

Para la mayoría de los estudiantes resulta sencillo interpretar esta proporcionalidad:

Si denotamos como $v(t)$ el volumen de las células

$$\frac{dv}{dt} = \lambda v$$

divididas, la relación antes señalada se describe como

El siguiente paso consiste en intercambiar impresiones con los alumnos. Ante la duda general y la consecuente pregunta *"¿por qué tenemos que aprender eso?"*, emplearemos nuestra sociedad del aula con sus propias reglas, sentimientos y cultura para responder a la inquietud. En esto está evidenciado nuestro enfoque sociocultural (Cantoral y Farfán, 2003, Castañeda, 2002). La formula existente en la pizarra se puede usar fácilmente y el profesor la desarrolla con ayuda de los estudiantes

$$v(t) = v_0 e^{\lambda(t-t_o)}$$

Representando con los símbolos $A_1, A_2, A_3, A_4$ a los estudiantes participantes, y con P al profesor, se puede acceder al siguiente diálogo:

*A1. No es difícil escribirla ya que la tenemos, pero las fórmulas exponenciales generalmente me causan miedo. Desde la segunda clase de liceo, donde tenía que trabajar con esto, no he conseguido sobrepasarlo. Y aún en la materia de Cálculo diferencial durante el primer año, cuando llegaba el momento de afrontar situaciones parecidas con exponentes mi ansiedad aumentaba sin poder controlarla.*

*A2. Para mí, lo peor venía al recurrir al otro elemento asociado con el exponente, el logaritmo. Y me parece imprescindible evitarlo ahora si tenemos en cuenta la prueba de la solución para una ecuación diferencial de primer grado.*

*A1. Al menos uno es el revés del otro, ¿o no? No sé qué decir, quizás el término "diferencial" nos hace sentir incómodos independientemente de si se trata de Cálculo o de una ecuación. En el segundo caso sólo la palabra ecuación nos otorga cierto consuelo porque nos hemos dedicado muchos años a ese concepto y creo que lo manejamos bastante bien.*

Este último comentario nos deja entrever una gran oportunidad al poder establecer una relación lingüística entre los conceptos de ecuación sencilla y diferencial. Se diagnostica que el miedo hacia el segundo término tiene mucho que ver con lo que nuestros estudiantes han experimentado en su primer año de estudios, pero lo que quizás podría facilitar su abordaje y comprensión es el contexto alrededor de la palabra ecuación. Jugando un poco con este componente, intentaremos nuestro objetivo de transmitir la importancia y utilidad de una ecuación diferencial.

*P. Veremos que la ecuación diferencial es al fin y al cabo una ecuación como aquellas con las que han trabajado hasta ahora, sólo que incluye el símbolo diferencial y lo que buscamos no se trata de un número, sino de una función, concepto que han escuchado mil veces durante su primer año. En cuando a los conceptos de los exponentes y los logaritmos, los encontraremos también durante la clase de hoy y tendremos la oportunidad de resolver de nuevo aquellos procesos empleados en el liceo y discutir una vez más lo que les causó esta especie de confusión.*

*A1. Verdaderamente para mí es importante escuchar que se trata de una ecuación, porque al haber visto toda esta teoría con los símbolos empleados y manipulados, a veces de manera ajena a mí, olvidé completamente lo que tenemos que buscar, la solución a una ecuación.*

A partir de este momento iniciaremos un diálogo en cuanto al afecto que puede tener la ecuación ya presentada, es decir, qué tipo de sentimientos puede provocar en los estudiantes. Estamos casi seguros de que todos hemos vivido un acontecimiento grave asociado con esa enfermedad, pero una representación matemática en la pizarra, ¿puede despertar en los alumnos algún

interés por participar en el proceso cognitivo o los deje más bien indiferentes ante la influencia de un ambiente de aprendizaje hasta ahora desfavorable?

El profesor debe motivar el diálogo haciendo énfasis en la utilidad de fórmulas como la anterior y buscando que los estudiantes compartan sus opiniones sobre el tema.

*A1. Espero no tener que resolver un problema así en los exámenes. Al menos no tan relacionado con la muerte. Es deprimente por principio.*

*A2. Salvo que sea exactamente igual para que podamos solucionarlo rápido y pasar la asignatura. En ese caso, él éxito frente al miedo a la muerte no me parece mal.*

Desde el primer comentario de los alumnos, es posible ver un factor sentimental compartido por toda la sociedad, el miedo ante la muerte. Esta característica, propia de todas las etapas de la evolución humana, varía según el ambiente social de cada individuo y es alimentada por diversos motivos, incluyendo aquellos que escapan a la voluntad humana.

A estas impresiones, debe agregarse la importancia que los estudiantes otorgan al hecho de pasar la asignatura, sentimiento que no podemos pasar inadvertido ya que atañe a la mayoría del grupo. Junto a esa necesidad, es indispensable no perder de vista el diálogo como elemento básico para la construcción de conocimiento dentro de la cultura ya formada de la clase. Si no podemos eliminar sus rasgos negativos, al menos intentaremos extenderla para que incluya elementos que faciliten el proceso cognitivo.

*P. Elegí este ejercicio específico para poder aumentar, si es posible, su interés en una rama de la matemática que tiene aplicaciones maravillosas. Decidí alejarme de los ejemplos usuales relacionados con la tecnología que habitualmente se emplean para la comprensión del material, recurriendo a un ejemplo que se destina casi directamente a la salud pública.*

*A1. Estoy de acuerdo en ese sentido, pero me pregunto si un estudiante de medicina se conformaría con ocuparse de una ecuación de ese tipo o consideraría la actividad como una pérdida de tiempo*

*P. ¿Pérdida de tiempo?, ¿no atañe directamente a la profesión que ha elegido?, y, especialmente, ¿no involucra un factor que tiene que ver con la vida de todos los seres humanos?*

*A1. Ese estudiante va a afrontar al paciente cara a cara. Tiene que proponerle un tratamiento, con seguridad el más adecuado para poder salvar lo insalvable. ¿Tendrá que recurrir a una ecuación que quizás ni siquiera recuerde o se basará en su experiencia cotidiana, es decir, la frecuencia de los casos y los avances de la tecnología?*

*A2. Aun la tecnología más avanzada en nuestros días comete errores. Pensemos en cuántos casos se calcula falsamente la expectativa de vida, un error tan grave desmentido por la propia realidad.*

El diálogo anterior nos permite emplear el desacuerdo como herramienta, lo que constituye la base de una sociedad democrática y, para nuestro objetivo particular, se convierte en el medio idóneo para abordar la verdad didáctica.

*P. Si aceptamos que la tecnología comete errores, entonces podemos usar la ecuación dada para calcular datos más cercanos a la realidad inmediata, preguntándonos, por ejemplo, ¿cuánto tiempo se necesita para doblar el volumen de las células divididas? Aquí tenemos que emplear dos conceptos que, en propias palabras de los estudiantes, les representaron cierta dificultad. Sin embargo, es posible facilitarles la tarea usando el método que habían desarrollado desde años previos, es decir, resolviendo ecuaciones.*

*A1. Entonces, si en cualquier caso trabajaremos con ecuaciones, adelante.*

*A3. Eso sí que resulta inquietante y tengo interés en descubrirlo. Yo diría que el doble número de las células aumentaría dos veces el peligro que corre la vida. A esto debe agregarse que la expresión "doblarse" implica también aumento de gravedad, lo que le daría sentido al hecho de ocuparnos del problema más seriamente.*

Una vez más corroboramos el impacto que tiene el concepto de proporción, reconocido y pensado por los mismos estudiantes. Escribimos la solución en la pizarra con su ayuda. En este punto, alguien podría preguntarse por qué enfatizamos tanto en esta última etapa del pensamiento de los alumnos. No hemos escrito nada sobre la prueba de la fórmula de la ecuación diferencial, ni sobre sus otras aplicaciones. Y llegamos a presentar una ecuación sumamente sencilla que se resuelve naturalmente en el nivel medio de enseñanza. La relevancia del proceso radica en que han sido los mismos estudiantes quienes han llegado a estas conclusiones. Dentro del grupo

formado en el aula, se han fundido experiencias previas creadas en una particular sociedad del conocimiento con las ideas novedosas que los individuos van creando en el momento. El análisis y corroboración de datos aprendidos en el pasado afecta la forma en que aprendemos en el presente. Esta es una regla social rudimentaria cuyo papel es fundamental en la evolución de diálogo. Así tenemos

$$v(t_2) = \lambda v(t_1)$$
$$v_o e^{\lambda(t_2 - t_0)} = 2v_0 e^{\lambda(t_1 - t_0)}$$
$$e^{\lambda t_2} = 2e^{\lambda t_1}$$
$$\lambda t_2 - \ln 2 - \lambda t_1 = 0$$
$$t_2 - t_1 = \ln 2 / \lambda$$

y el diálogo continúa

*A2. Para mí es prácticamente la primera vez que me parece útil recordar tanto el concepto como las propiedades de los logaritmos. Cuando trabajamos este material en el liceo, para muchos de nosotros consistía en una pesadilla.*

*P. ¿Qué ha cambiado ahora? ¿Puede describirlo más detalladamente?*

*A2. Esa diferencia se ve en la pizarra, en la forma tan sencilla que tiene una acción aritmética, su substracción y, además, una constante conocida que afecta, obviamente, la vida humana.*

*A4. Naturalmente podríamos llegar a resultados parecidos si intentáramos evaluar el tiempo necesario para que ese volumen de células se triplique, cuadruplique, etc.*

*A2. Es, como decía anteriormente, una justificación de lo que muchas veces hemos hecho en el liceo. Entonces el profesor empezaba a analizar una fórmula siguiendo un ritual casi religioso. Examinábamos el caso de 2, de 3 ecuaciones y terminábamos concluyendo la fórmula general de "n". Después venían los ejercicios que corroboraban la utilidad de la fórmula, cuya importancia el profesor había sublimado tanto. Resulta mucho más normal e interesante llevar a cabo el proceso tal y como lo estamos haciendo ahora. Al menos a mí me salvaría de la inquietud provocada por el simple hecho de defender la utilidad de esta cadena de pensamientos*

*P. ¿Lo llamaríamos mejor proceso de pensamientos?*

*A2. Cualquier término, cadena y, aun, proceso. Desconfío un poco del último vocablo porque me da la impresión de involucrarme nuevamente en algo que no sé a dónde va a conducir, quizás estamos en un túnel.*

*A3. Concuerdo también. El uso de la palabra "proceso" como término matemático nos hace sentir miedo. Es totalmente inevitable emprender la comparación con los materiales matemáticos abordados los años anteriores, cuando esa palabra significaba para nosotros algo importante, aunque difícilmente reconocible, y a la vez riguroso, porque después teníamos que afrontar sus implicaciones, los ejercicios.*

En este punto la mayoría de los estudiantes parece coincidir. Tomando en cuenta la fortificación de la autoestima (Cadoche, 2007), cuyos cinco pilares han afectado nuestra forma de pensar (Pincheira, 2006), debemos subrayar que ésta es fundamental para la consolidación de una sociedad saludable y consciente de su propia evolución. En una sociedad con problemas de autoestima, la inestabilidad de los individuos aumenta fácilmente y afecta a todo su ambiente. No debemos olvidar que en un ambiente de aprendizaje colaborativo, la inseguridad del estudiante se transmite al docente y viceversa, en una relación recíproca que define en gran medida la calidad y efectividad de nuestras clases.

*P. Finalmente, podemos concluir que la aplicación práctica de material teórico usando para ello experiencias vivenciales cercanas a los involucrados justifica la defensa de su uso.*

*A2, A1. Sí, sí.*

*A2. Si defender es sinónimo de poner en práctica, me gustaría dejarlo así. Entiendo perfectamente que lo que para mí puede parecer bastante insignificante, no tiene el mismo peso para algunos otros compañeros de clase. Es inevitable que dentro de un grupo existan intereses dispares no sólo en cuanto al objeto de conocimiento sino al modo de abordarlo y entenderlo, lo cual implica que existan ciertas pérdidas dentro de la totalidad del proceso cognitivo.*

Esa última frase nos puede arrastrar a una larga discusión sobre las ventajas e inconvenientes que acarrea este tipo de metodologías a la enseñanza de las matemáticas y constituye la base sobre las que se presentan las conclusiones de este trabajo.

## Conclusiones

En este trabajo se presenta una situación didáctica particular consistente en la enseñanza de una ecuación diferencial lineal de primer grado a estudiantes cuyas carreras no están directamente relacionadas con las matemáticas. Para ello se recurre a conceptos tales como ambiente cooperativo, teoría sociocultural del aprendizaje, teoría y funciones de la asertividad y, especialmente, el papel protagónico del lenguaje en la construcción de una sociedad idónea para el desarrollo cognitivo.

Los estudiantes son más o menos arrastrados en un diálogo platónico bajo la influencia de su entorno sociocultural, al tiempo que se intenta rebasar la sencilla reproducción y memorización de procesos enriqueciéndola con los conceptos, convicciones, conjeturas y sentimientos de los involucrados. El intercambio de pensamientos y convicciones entre profesores y estudiantes se considera fundamental para lograr nuestro objetivo, abordar desde su esencia el aprendizaje matemático. No pretendemos rechazar o glorificar ninguna de las teorías didácticas existentes (Radford, 2008). Simplemente empleamos la dirección sociocultural que nos abre el camino para llegar al llamado éxito, si podemos denominar así a la disminución de la apatía e indiferencia hacia las matemáticas y su enseñanza. Para poder conseguir nuestro propósito, nos esforzamos en seguir la estructura básica de una sociedad usando el lenguaje como medio principal para que los participantes del experimento transmitan sus conocimientos e interpretaciones.

Lo que se destaca en este trabajo, independientemente de las teorías aplicadas, es la necesidad inmensa del estudiante de poder defender la utilidad de lo que aprende en cada etapa del desarrollo de la lección. De este modo será posible para él justificar, no sólo la existencia de ciertos conceptos, sino de las propiedades que conllevan. Cuando esta necesidad no puede ser satisfecha se le considera como una pérdida y, ya sea de tiempo o interés, este fracaso termina por afectar tanto a profesores como estudiantes. En este sentido, las escuelas contemporáneas de enseñanza de las matemáticas han promovido un intercambio de roles, donde el docente toma el papel del estudiante y viceversa por medio de diálogos en los que se revelan las inseguridades de ambas partes, lo que parece ser un camino bastantemente eficaz y capaz de satisfacer nuestras expectativas didácticas (Radford, 2008).

Conseguir una comprensión más profunda del material didáctico significa muchas veces inducir a los estudiantes a repasar sus experiencias y sentimientos previos. De este modo se configuran a sí mismos como miembros de una sociedad, dentro y fuera del aula, y terminan por tomar partido en los aspectos corrientes de la cultura contemporánea. Por otro lado, para nosotros, los docentes de matemáticas, parece casi imprescindible discutir con colegas de otros niveles las dificultades afrontadas enseñando esta disciplina. Así, el problema real es más real que lo propuesto en la teoría, puesto que atañe a situaciones cercanas tanto a nuestros estudiantes y sus experiencias dentro el ambiente escolar, como a nosotros mismos, porque nos ponemos en el lugar de otros profesores, viendo y desentrañando las raíces de los obstáculos didácticos que afrontamos en nuestra práctica diaria.

La ganancia de nuestra experimentación la constituye, en primera instancia, el uso apropiado del lenguaje en el proceso de enseñanza. En muchas ocasiones, nuestros estudiantes tienen el concepto erróneo de que las matemáticas no son más que un sofisticado código de símbolos usados por criaturas especialmente hechas para servir a esta ciencia. El solo hecho de referirse al concepto de una ecuación diferencial, entrelazado con un contexto cotidiano, es capaz de aliviar de alguna manera sus intuiciones falsas, buscando semejanzas y diferencias entre lo que aprenden ahora y lo que han aprendido en el pasado. Además, conseguimos repasar conceptos comúnmente considerados difíciles, justificando al mismo tiempo el aprendizaje de un grupo intrínseco de propiedades, logro que parecía un sueño lejano en la etapa del liceo (tal es el caso del concepto de logaritmo, explorado en nuestro experimento particular). Finalmente, lo más importante es que intentamos emplear ese sistema social y sus actores, como lo describe Castañeda (Castañeda, 2002: 31), para construir un entorno que no produce directamente el conocimiento, sino que contribuye a dar una interpretación sobre su utilidad, justificando a la vez la existencia necesaria de otros conceptos matemáticos enseñados en los años previos.

# Bibliografía


1. Cadoche, L. (2007). *"Habilidades sociales y rendimiento en un entorno de aprendizaje cooperativo"*. Revista Premisa 9(34), 31-36.
2. Cantoral, R. y Farfán, R. (2003). *"Matemática educativa: Una visión de su evolución".* Revista Latinoamericana de Matemática Educativa 6(1), 21-40.
3. Castañeda, A. (2002). *"Estudio de la evolución didáctica del punto de inflexión: una aproximación socioepistemológica".* Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa 5(1), 27-44.
4. Crespo, C.C. (2009). *"Acerca de la comprensión y significado de los números irracionales en el aula de matemática".* Revista Premisa 11(41), 21-30.
5. Hare, B. (2000). *Sea asertivo*. Buenos Aires: Ediciones Gestión.
6. Pincheira, R. P. (2006). *Asertividad Laboral*. Chile: Ediciones de ASIMET
7. Pouliezos, A. (2007). *Differential Equations and Equations of Differences for non-mathematicians.* Jania.
8. Prendes, C.M., Gonzalez, P., Cadoche, L. (2005). *"Asertividad en alumnos universitarios".* Proyecto CAI D, Universidad Nacional de Litoral, Argentina.
9. Radford, L. (2008). *"Theories in Mathematics Education: A Brief Inquiry into their Conceptual Differences"*. Prepared for the ICMI Survey Team 7.
10. Theodorakopoulos, I.N (2000). *Introducción a Plato.* Atenas: Estia.

# Elaboración de herramientas de aprendizaje de estadística para dispositivos móviles utilizando Java

Departamento de Matemáticas, Universidad de Sonora. México.

Francisco Javier Tapia Moreno *ftapia@gauss.mat.uson.mx*

Héctor Antonio Villa Martínez *hvilla@gauss.mat.uson.mx*

Claudio Alfredo López Miranda *claudio@gauss.mat.uson.mx*

## Resumen

En este artículo presentamos los avances más importantes del proyecto "Statistics-to-Go", cuyo objetivo general es diseñar herramientas para el aprendizaje móvil de estadística usando teléfonos celulares equipados con Java ME. Para este propósito, hemos diseñado cinco MIDlets. Los estudiantes pueden descargar estas aplicaciones a su celular para complementar el aprendizaje de la estadística. El primer MIDlet permite visualizar histogramas, polígonos de frecuencias y diagramas de barras. El segundo calcula medidas sumarias tales como valores máximo y mínimo, cuartiles, deciles, rango intercuartilítico, promedio, mediana, moda, desviación estándar y varianza de un conjunto de datos. El tercero estima los coeficientes de regresión y determinación de Pearson, la ecuación de regresión lineal simple y la gráfica correspondiente. El cuarto y quinto permiten enviar y recibir archivos a celulares equipados con Java ME. Estos MIDlets cubren la mayor parte de los programas de los cursos de Estadística I y de Probabilidad y Estadística que se ofrecen en los primeros semestres de la mayoría de las carreras profesionales de la Universidad de Sonora y permiten que los estudiantes realicen ejercicios y tareas sin depender de una computadora de escritorio.

## Palabras clave

Estadística, aprendizaje móvil, Java ME, objetos de aprendizaje, computación móvil.

## Abstract

*In this paper we present important advances on our project "Statistic-to-Go", whose general objective is to design tools for mobile learning of statistics using cellular phones equipped with Java ME. For this purpose, five MIDlets have been designed. Students can load these MIDlets in their cellular phones in order to complement their learning of statistics. The first MIDlet allows visualizing histograms, frequencies polygons, and bar charts. The second MIDlet calculates several summary measures for a data set like the maximum and minimum values, quartiles, deciles, interquartile range, average, median, mode, standard deviation, and variance. The third MIDlet computes the Pearson regression coefficient, the determination coefficient, the simple linear regression equation, and the corresponding graph. The fourth and fifth MIDlets permit sending and receiving archives from and to cellular phones equipped with Java ME These MIDlets cover most of the syllabus of Statistics I and Probability and Statistics courses that are offered in the first semester of most careers at the University of Sonora and allow students to perform exercises and tasks without relying of a desktop computer.*

## Key words

*Statistics, m-learning, Java ME, learning objects, mobile computing.*

# 1. Introducción

En la Universidad de Sonora, los estudiantes de las licenciaturas en Matemáticas, Física y Ciencias de la Computación toman un curso obligatorio de introducción a la estadística. El objetivo es enseñar a los estudiantes herramientas estadísticas básicas y familiarizarlos con este tipo de análisis usando un software especializado. Éste corre solamente en computadoras de escritorio o laptops, lo que implica que los alumnos deben estar en el laboratorio de cómputo o llevando consigo sus equipos portátiles.

Por otra parte, tomando en cuenta que en 2009 había casi 80 millones de usuarios de celulares en México [1], que el 50% de estos dispositivos se encuentran habilitados para Java [2], y que gran parte está en manos de estudiantes, estamos interesados en saber si es posible utilizar el potencial de la tecnología móvil para que los alumnos puedan resolver problemas estadísticos a cualquier hora y desde cualquier sitio. De esta manera, se busca aprovechar el papel que juega la comunicación y la interacción en el proceso de aprendizaje y que puede llegar a convertirse en un factor de éxito. Es dentro de este contexto donde el aprendizaje electrónico (e-learning) y el aprendizaje móvil (m-learning) pueden contribuir en gran medida a mejorar la calidad en la educación.

Con base en lo anterior, en febrero de 2010 el proyecto Statistics-to-Go fue propuesto a la División de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Sonora con el objetivo de producir herramientas para la enseñanza de estadística en teléfonos celulares utilizando Java ME (edición micro). Este lenguaje de programación fue seleccionado porque casi todos los celulares de rango medio y alto pueden ejecutarlo, lo que significa que sus programas, conocidos como MIDlets, son portables entre los distintos sistemas operativos móviles.

Este artículo presenta los principales avances que se han generado en el desarrollo del proyecto después de ocho meses de ser aceptado y que, entre sus logros, cuenta con el diseño de seis MIDlets que los alumnos pueden incorporar a sus teléfonos celulares y usarlos para complementar el aprendizaje de la estadística descriptiva ofrecida en sus áreas de estudio, además de poder enviar y recibir archivos al facilitador del aprendizaje (maestro) y a sus compañeros a manera de retroalimentación.

El apartado dos de este artículo presenta la definición del aprendizaje móvil y sus principales ventajas con respecto a otros. El apartado tres detalla el lenguaje Java ME y lo con él que se puede crear en dispositivos móviles. En el cuarto apartado se detallan los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto Statistics-to-Go. Por último, el apartado cinco está constituido por las conclusiones de este avance, así como un esbozo de investigaciones futuras.

# 2. Aprendizaje Móvil

El aprendizaje móvil (m-learning) se define como la adquisición de conocimiento por medio de alguna tecnología de cómputo móvil [3], es decir, teléfonos celulares y agendas personales digitales (PDAs). Este tipo de dispositivos y recursos didácticos siempre disponibles, ofrece grandes opciones para la personalización de la enseñanza de acuerdo a las necesidades reales del alumno. El aprendizaje móvil facilita el acceso al conocimiento a quien lo desee, independientemente de la hora y el lugar dónde se encuentre, gracias a al uso de equipos electrónicos. En un futuro próximo, este sistema podrá ser utilizado diariamente por aquellas personas autodidactas que busquen contenidos “justo a tiempo” y “a su medida”, breves, manejables y ajustados de manera muy concreta a su perfil.

Las diferencias del aprendizaje móvil con otros tipos de instrucción se pueden estudiar desde dos puntos de vista: el tecnológico y el de la experiencia educacional. Respecto a la tecnología, se distingue por permitir al usuario un amplio acceso a los contenidos de su interés en todo lugar y momento. En cuanto a la experiencia educacional, Traxler [4] lo define en los siguientes términos: “personal”, “espontáneo”, “oportunista”, “informal”, “ubicuo”, “privado”, “sensible al contexto”, “segmentado” y “portátil”. El autor remarca que algunas de estas características pueden desaparecer conforme la tecnología móvil avance, pero propiedades como informalidad, movilidad y contexto permanecerán.

Las principales ventajas del aprendizaje móvil son:

- Eliminación de restricciones de tiempo y espacio.
- Permite la comunicación entre pares y con el profesor sin necesidad de contacto físico.
- Permite recibir instrucción que dependa del lugar donde el alumno se encuentra.

- Permite diseñar tareas y exámenes y que el alumno reciba retroalimentación instantánea.
- Permite recibir objetos de aprendizaje con video y audio integrado.
- En aquellos dispositivos con cámara integrada, las fotografías y videos se pueden utilizar como formas alternativas de aprendizaje.

## 3. Java ME

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos que se compila a un código de bytes y que puede ejecutarse desde una máquina virtual (JVM), es decir, una computadora simulada que, en el acto, interpreta y convierte a instrucciones reales dichos códigos. La JVM permite diseñar programas y ejecutarlos en distintos sistemas operativos sin necesidad de cambios. Java ha evolucionado y actualmente consta de cuatro ediciones, cada una de las cuales está orientada al desarrollo de aplicaciones en equipo computacional a distinta escala: Java EE (edición empresarial) para servidores, Java SE (edición estándar) para computadoras personales, Java ME (edición micro) para dispositivos móviles y Java Card para tarjetas inteligentes.

Las librerías disponibles en Java ME permiten diseñar programas llamados MIDlets [5] con interfaces gráficas de usuario, almacenamiento persistente y comunicación con otros dispositivos o servidores. Estos programas pueden ser instalados y ejecutados en dispositivos móviles habilitados para codificar y decodificar este lenguaje. Sin embargo, por seguridad, un MIDlet necesita permiso del usuario para tener acceso a información personal almacenada en el dispositivo o comunicarse con otro equipo móvil o con un servidor.

Por lo general, estas aplicaciones se distribuyen como parte de una suite, conformada por un conjunto de MIDlets que realizan tareas semejantes y comparten recursos como bases de datos e imágenes.

Las principales ventajas de programar en Java ME son:

- JVM es gratis y fácil de instalar. En el caso de los teléfonos celulares habilitados con este lenguaje de programación y de algunas PDAs ya viene instalada de fábrica.
- NetBeans, un ambiente de desarrollo para Java ME, con editor, compilador y simulador incluidos, es gratis.
- Los manuales de referencia y los tutoriales son gratis.
- Los programas son portables entre distintos sistemas operativos móviles.

La portabilidad es especialmente importante en aplicaciones móviles porque, en su área, no existe un sistema operativo dominante como lo es Windows en el mercado de las computadoras personales. En cómputo móvil, los sistemas operativos más populares son siete, en orden alfabético: Android, BlackBerry, iOS, Linux, PalmOS, Symbian y Windows Mobile [6, 7].

## 4. Resultados

Hasta el momento, y a seis meses de haber iniciado el proyecto, se han desarrollado objetos de aprendizaje para estadística descriptiva mediante una suite de seis MIDlets llamados Módulo 1. Además, se escribió el respectivo manual de usuario y se instaló como prueba piloto en cinco teléfonos celulares habilitados con Java, propiedad de la Universidad de Sonora.

A continuación se describe la suite antes citada, su instalación y las limitantes que existen en la utilización de Java ME en teléfonos celulares.

### 4.1 Descripción de la suite Módulo 1

Al instalar la suite aparece en la pantalla un menú principal desde el que se puede seleccionar alguno de los seis MIDlets del módulo (Véase Figura 1). Los primero cuatro presentan una interfaz inicial desde la cual el usuario puede capturar y procesar los datos necesarios. A continuación se describen brevemente cada uno de los seis MIDlets:

1) Diagrama de barras. Los datos de entrada se escriben en parejas separadas por espacios o saltos de línea (es indistinto). El primer dato de cada pareja representa una categoría y el segundo es un número asociado con esa categoría (Véase Figura 2).

2) Gráfica de dispersión. Permite visualizar dicha gráfica, calcular el índice de regresión de Pearson y la ecuación de regresión lineal, además de graficar la recta correspondiente. Los datos de entrada se escriben en parejas de números separadas por espacios o saltos de línea (es indistinto). Tales números representan los valores de dos variables para un conjunto de datos. Por lo general, el primer número de la pareja es el

valor de la variable independiente, mientras que el segundo corresponde al valor de la dependiente. En caso de que no exista una relación de dependencia, el orden se puede intercambiar (Véase Figura 3).

3) Histograma. Da acceso a dicha representación gráfica. Los datos de entrada se escriben en parejas de números separados por espacios o saltos de línea (es indistinto). El primer número de la pareja es el límite inferior del rango, y el segundo, el valor asociado al rango. La última pareja puede estar completa o incompleta dependiendo de si el último rango es abierto o cerrado (Véase figura 4).

4) Medidas sumarias. Su función consiste en calcular varias medidas sumarias para una secuencia de números reales que se reciben como entrada. A la salida, el MIDlet presenta los números ordenados de mayor a menor y de menor a mayor, además de las siguientes medidas sumarias: cuartiles, deciles, moda, máximo y mínimo, promedio, mediana, desviación estándar de la muestra y de la población, varianza de la muestra y de la población (Véase Figura 5).

5) Exportar datos. Permite exportar los datos contenidos en las bases de datos internas de los cuatro MIDlets antes mencionados a un archivo de texto que se puede copiar a una computadora personal para su posterior procesamiento.

6) Importar datos. A través de él se pueden importar datos desde un archivo de texto a alguna de las bases de datos internas de los cuatro primeros programas.

Cabe aclarar que estos dos últimos MIDlets funcionan sólo si la implementación de Java ME del dispositivo móvil soporta el paquete opcional JSR-75.

## 4.2 Instalación de la suite Módulo 1

La suite Módulo 1 se distribuye en dos archivos, uno con extensión .jar, y el otro con extensión .jad. El primero contiene el código compilado de cada uno de los MIDlets; en el segundo se describe la suite y los programas que la componen. La instalación del Módulo 1 depende del dispositivo móvil, pero típicamente incluye copiar los dos archivos antes mencionados en alguna carpeta del equipo del usuario y ejecutar el archivo .jad. El mismo sistema operativo va guiando al usuario hasta completar la instalación. Una vez finalizada, la suite estará disponible junto con las otras aplicaciones que hayan sido descargadas con anterioridad en el dispositivo.

## 4.3 Limitantes

Con respecto a la funcionalidad de la suite Módulo 1 se encontraron dos clases de limitantes: de seguridad y de poder de cómputo. Entre las primeras, la principal radica en la existencia de implementaciones de Java ME que no soportan el paquete opcional JSR-75, es decir, que no permiten que un MIDlet lea o escriba en un archivo que no fue creado por algún programa que pertenezca a su misma suite. Los usuarios con este tipo de teléfonos estarán obligados a capturar los datos utilizando el método de entrada proporcionado por el teléfono (típicamente un teclado físico o virtual), con la consiguiente inconveniencia de utilizar dicho teclado (por lo general pequeño y poco usable), en lugar de uno regular como el de las computadoras personales.

En relación a los alcances del poder de cómputo, se encontró gran variedad en la capacidad de procesamiento en los teléfonos celulares. Por ejemplo, en un teléfono de perfil bajo la obtención de las medidas sumarias de una secuencia de 100 números puede tomar alrededor de 2 minutos, mientras que en un teléfono de perfil mediano el tiempo de respuesta es prácticamente inmediato.

## 5. Conclusiones y pesquisas futuras

Se han presentado los principales avances de la primera etapa del proyecto Statistics-to-Go, el cual se está desarrollando en la Universidad de Sonora. Se diseñaron seis objetos de aprendizaje con los cuales se colabora con el aprendizaje intuitivo de los conceptos estadísticos de diferentes áreas del conocimiento, haciendo uso única y exclusivamente de un teléfono celular y aprovechando la ubicuidad de la tecnología personal con propósitos educativos, específicamente, las posibilidades de la telefonía celular para enseñar y aprender estadística. También se ha elaborado un manual del usuario que permite a los alumnos y maestros: 1) realizar las instalaciones del software necesario que requiere su dispositivo móvil para el procesamiento de datos estadísticos, y 2) aprender el manejo de cada uno de los MIDlets a fin de obtener el mayor beneficio en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Con el diseño de la herramienta anterior, se pueden enlistar tres ventajas que benefician directamente a los estudiantes de las materias de estadística y estadística y probabilidad, a saber: 1) los alumnos pueden descargar estas aplicaciones a su celular, 2) con dichas aplicaciones

pueden complementar el aprendizaje de la estadística, 3) estas herramientas permiten que los estudiantes realicen ejercicios y tareas sin depender de una computadora de escritorio.

Con estos avances, se cubre la mayor parte de los programas de Estadística I y de Probabilidad y Estadística que se ofrecen en los primeros semestres de la mayoría de las carreras profesionales de la Universidad de Sonora. Es importante mencionar que las herramientas diseñadas por sí mismas no garantizan el aprendizaje del alumno, ya que el conocimiento de éste depende, en gran medida, de la actitud, esfuerzo, desempeño e interés por obtenerlo.

Como segunda etapa del proyecto, se tiene contemplado probar la usabilidad de la suite Módulo 1 en los dispositivos móviles de los alumnos. Se estudiará la facilidad con que los estudiantes pueden usar el teléfono celular con el propósito de alcanzar un objetivo específico, dada una actividad de aprendizaje de estadística descriptiva. Para ello, se levantará una encuesta en una muestra representativa de la población universitaria que usa teléfono celular. De los resultados de dicha investigación se obtendrán los siguientes datos: la proporción de teléfonos celulares propiedad de los estudiantes y que están equipados con Java, la proporción de alumnos que saben instalar aplicaciones Java en su dispositivo móvil y la proporción de los estudiantes que estarían dispuestos a recibir un curso corto para aprender a emplear este tipo de aplicaciones. Asimismo, se conocerá la opinión de alumnos que estén en continuo contacto con dispositivos móviles y que, finalmente, decidirán si el aprendizaje móvil es un método apropiado o no para acercarse a la estadística.

Por último, dado que la Universidad de Sonora pone a disposición de los universitarios una red móvil con áreas de cobertura Wi-Fi (Wireless Fidelity) dentro del campus que permite a los usuarios de equipos móviles –iPad, iPhone, notebooks, PDAs (HP iPAQ), agendas electrónicas, teléfonos celulares, etc. –, tener acceso a la mayor parte de todos los servicios que brinda la red universitaria, no se puede omitir la realización de estudios experimentales acerca de la eficacia de los dispositivos móviles en relación con la conectividad dentro del campus a fin de optimizar el envío y recepción de información con propósitos meramente educativos.

## Bibliografía


1. http://www.elsemanario.com.mx/news/news_display.php?story_id=23488. Última visita: 13/Sept./ 2011
2. http://uclue.com/?xq=1180. Última visita: 13/Sept./ 2011.
3. Traxler, J. *Defining mobile learning.* International Conference Mobile Learning 2005. Malta. 261– 266.
4. Traxler J. (2007). *Defining, Discussing, and Evaluating Mobile Learning: The moving finger writes and having writ*. International Review of Research in Open and Distance Learning, 8, 2, 1 – 12.
5. http://www.math4mobile.com/). Última visita: 13/Sept./ 2011.
6. http://www.appleinsider.com/articles/09/08/21/canalys_iphone_outsold_all_windows_mobile_phones_ in_q2_2009.html. Última visita: 13/Sept./ 2011
7. http://www.webpronews.com/topnews/2009/05/27/comparing-smartphone-market-share-by-operating-system. Última visita: 13/Sept./ 2011.

## Gráficas

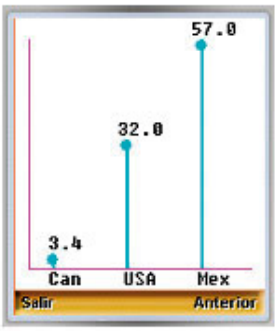
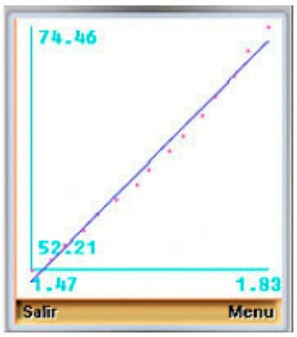



Figura 1. Figura 2.



a) Gráfica de dispersión original.

b) Gráfica de dispersión con la recta de regresión lineal.

c) Índice de correlación de Pearson.

Figura 3

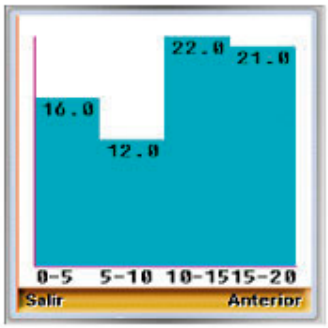


Figura 4 Figura 5

# Fortalezas y debilidades de Facebook y Twitter como entornos educativos en el contexto del curso EIF-203 Estructuras Discretas para Informática en la Universidad Nacional de Costa Rica

Enrique Vílchez Quesada
*Escuela de Informática, Universidad Nacional de Costa Rica.*
*Costa Rica*
*enrique.vilchez.quesada@una.cr*

## Resumen

Durante el primer semestre del año 2013 se implementó un conjunto de experiencias de enseñanza y aprendizaje en el curso EIF-203 Estructuras discretas para Informática, utilizando como principales medios de interacción social las redes Facebook y Twitter. Lo anterior formó parte de las responsabilidades asociadas a un proyecto de investigación en docencia inscrito en la Escuela de Informática de la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA). El objetivo de esta implementación metodológica consistió en determinar el impacto del uso de las redes sociales anteriormente citadas para desarrollar procesos de enseñanza y aprendizaje en un contexto educativo formal. La propuesta pedagógica se fundamentó en la aplicación de ocho estrategias didácticas diseñadas por el autor del presente documento. Al finalizar el proceso de intervención se administró una serie de instrumentos de investigación a la población estudiantil participante, con lo que se pudieron conocer algunas fortalezas y debilidades de las redes sociales Facebook y Twitter como entornos educativos.

## Palabras Clave

Facebook, Twitter, enseñanza, aprendizaje, redes sociales.

## Abstract

*During the first half of 2013 a set of teaching and learning experiences in the EIF -203 Discrete Structures for Computer using as a primary means of social interaction networks Facebook and Twitter course were implemented . This was part of the responsibilities associated with a research project on teaching enrolled in the School of Computing at the National University of Costa Rica (UNA) . The objective of this methodology implementation was to determine the impact of use of the above social networks to develop teaching and learning in a formal educational context. The pedagogical approach was based on the application eight teaching strategies designed by the author of this document. At the end of the intervention process a number of research tools to the participating student population were administered , yielding some strengths and weaknesses of social networks Facebook and Twitter as educational environments.*

## Keywords

*Facebook, Twitter, teaching, learning, social networking.*

# 1. Introducción

La Universidad representa uno de los pilares fundamentales de cualquier sociedad que visualice la educación como un medio de movilidad y desarrollo económico. Los futuros profesionales, en sus diversas áreas de conocimiento, serán los encargados de dar una sostenibilidad apropiada al crecimiento cultural, científico y tecnológico de las naciones. De allí la importancia de modernizar los sistemas educativos, complementando sus prácticas tradicionales con otras ofertas pedagógicas consistentes con las nuevas formas de comunicación e interacción de los denominados "nativos digitales". Jeanny Liu y Deborah Olson (2010) llaman a estos últimos "alumnos .net" y los distinguen por ser multitarea, preferir un aprendizaje participativo y sentir agrado en el reparto del poder y la cultura igualitaria. Eva Ossiansson (2010) distingue estas generaciones de jóvenes entre los 9 y 24 años de edad, para quienes:

*Internet y sus nuevos medios de comunicación, se han convertido en una parte natural de sus vidas. Se comunican, interactúan y crean contenido en línea. Ellos han sido cada vez más influyentes a través de sus "clic" y comunidades virtuales (p. 186).*

A este respecto, parece existir una brecha cada vez más amplia entre el formalismo implícito en las aulas universitarias y el aprendizaje invisible, abierto y no estructurado que facilita el "caos" del cyberespacio. Un "caos" interpretado así por la amenaza del cambio dentro de la rigidez educativa de la Universidad, donde las transformaciones suelen ser sutiles, lentas y seguras. La estabilidad en el campo educativo provoca el contagio, generación tras generación, de la necesidad implícita de mantener un modelo que otorga mayor valor a la transmisión del conocimiento, en contraposición con sus posibles aplicaciones o aprehensión profunda.

En la actualidad, muchos educadores, en diferentes zonas geográficas, han puesto en evidencia su interés por buscar un punto de equilibrio donde no se rinda un culto excesivo al conocimiento como un fin en sí mismo. La comprensión y el uso que el alumno puede dar a este conocimiento científico es una competencia deseable dentro de los programas de estudio de múltiples carreras universitarias. Paradójicamente, distintas investigaciones han demostrado la incapacidad del estudiantado de aplicar la teoría a la resolución de problemas. Howard Gardner (2001) manifiesta convicción a este respecto:

*Gracias a los centenares de estudios llevados a cabo durante las últimas décadas por psicólogos y educadores de orientación cognitiva, ahora conocemos un hecho incuestionable sobre la comprensión: la mayoría de estudiantes de la mayoría de los centros -en realidad, muchos de los mejores estudiantes de los mejores centros- no pueden demostrar una comprensión apreciable de muchas nociones esenciales (p. 504).*

En esta dirección, algunos investigadores (Alejandro Piscitelli, Iván Adaime, José Luis Córica, Howard Gardner, entre otros) apuestan al uso de las tecnologías como medios de interacción social que posibilitan otros espacios de aprendizaje no presencial, donde, a fin de cuentas, se contribuye a una buena enseñanza caracterizada por el trabajo conjunto y la profundización.

El uso de aulas virtuales y el desarrollo de cursos no presenciales o semipresenciales ha constituido una respuesta pronta a los nuevos estilos de aprendizaje digital y las competencias requeridas dentro de los mercados laborales, donde la demanda apunta a la capacidad de las personas para la resolución de problemas así como su adaptación a los cambios acelerados. Un aula virtual es un dominio educativo a distancia, abastecido por el uso de una computadora (José Luis Córica y Patricia Dinerstein, 2009). Howard Gardner (2001) ya advertía, antes del nuevo milenio, la importancia de dos nuevos intelectos: "los analistas de símbolos", calificados para dar un significado a los múltiples datos recurrentes en un ordenador, y "los expertos en cambios", virtuosos de la adaptación y movilidad social. Ante estos retos, la exploración de nuevas formas de enseñanza y aprendizaje ha derivado en una nueva ramificación de la educación virtual: el uso de redes sociales como entornos de generación de experiencias de trabajo colaborativo. José Luis Córica y Patricia Dinerstein respaldan esta hipótesis: *"La tecnología pedagógica principal utilizada en la enseñanza en línea es el aprendizaje cooperativo"* (2009, p. 198).

Siguiendo la definición de inteligencia cristalizada de Howard Gardner (2001), quien plantea: *"es un potencial biopsicológico para procesar información que se puede activar en un marco cultural para resolver problemas o crear productos que tienen valor para una cultura"* (p. 106), las redes sociales se conciben como un conjunto de entornos aptos para desencadenar procesos multidireccionales de información que, en un

marco educativo, podrían converger en la generación de valiosos recursos cognitivos dentro de un perímetro escolar. En este sentido, la presente investigación se ha fundamentado en sistematizar, a través de un estudio de caso, las ventajas y desventajas del uso de este tipo de redes para propiciar cambios metodológicos y de evaluación en cursos vinculados con ingeniería. De manera específica, su objetivo general consiste en analizar, técnica y pedagógicamente, el impacto de las redes sociales Facebook y Twitter sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje en el curso EIF-203 Estructuras Discretas para Informática. Se espera que los resultados expuestos contribuyan a favorecer en otros ambientes educativos similares, iniciativas de cambio dentro del currículum universitario.

## 2. Fenómeno de las redes sociales

En el año 2011, el número de visitantes en Internet a nivel mundial llegó a la cifra de 1374 millones (Asociación Mexicana de Internet, 2011). Esto evidencia cómo la red de redes ha abierto un abanico de opciones de comunicación diversificadas que, poco a poco, se han ido universalizado al ser alcanzadas por personas de muy distintos estratos sociales. José Luis Córica y Patricia Dinerstein comparten esta idea al recalcar el carácter gratuito de estos espacios comunicacionales y, en particular, los que facilitan la creación de nodos comunitarios: *"El grueso de las plataformas de comunicación y socialización están disponibles a los usuarios en forma gratuita, y permiten la formación de redes sociales que manifiestan un crecimiento asombroso aún en países en vías de desarrollo"* (2009, p. 49). Este crecimiento, inclusive, ha superado la investigación científica en este campo. Suling Zhang, Caroline Flammer y Xiaolong Yang (2010) evidencian esta situación al expresar: *"El crecimiento exponencial de las comunidades de medios sociales y las innovaciones rápidas de estas tecnologías en los últimos años, superó el avance de la investigación académica"* (p. 256).

El fenómeno de las redes sociales ha dejado una huella profunda entre las naciones y grupos que se han organizado alrededor de sus posibilidades de comunicación masiva. Países como Colombia, Egipto y otros, constatan un alto activismo comunitario, político y cultural en contra de episodios de abuso y obras de deterioro social (David Kirkpatrick, 2010). Pese a ello, no todo es positivo, tal y como lo reconoce Kirkpatrick, Facebook también puede tener efectos muy destructivos: *"(...) está dando a los individuos en las sociedades de todo el mundo más poder en relación con las instituciones sociales y esto puede dar lugar a cambios muy perjudiciales"* (p. 9). Además, apunta: *"Muchos ven Facebook como una mera celebración de los pequeños detalles de nuestras vidas. Estas personas lo visualizan como una plataforma para el narcisismo en lugar de una herramienta para la comunicación"* (p. 13). A la luz de estas controversias, lo fundamental del fenómeno reside en reconocer el alto potencial de usuarios que conviven diariamente en esta atmósfera. Kirkpatrick estima, sólo en Facebook, cerca de un 20% del total de cibernautas de la World Wide Web.

En la actualidad, como lo recalca Cristóbal Cobo Romaní (2010), existen distintos tipos de redes sociales en relación con sus objetivos de uso. Hay redes destinadas a tareas: educativas (Schoology), profesionales (LinkedIn), de innovación (Arpanet), ciudadanas y de socialización (Facebook, Twitter). Paradójicamente, la mayor parte de los usuarios en Internet se encuentran vinculados a una red con fines de socialización. De acuerdo con el estudio "Redes sociales en México y Latinoamérica 2011", realizado por la Asociación Mexicana de Internet (AMIPCI, 2011), en el año 2011: Facebook tenía 734,240 millones de usuarios, Twitter 144,441 millones, Windows Live Profile 119,467 millones, LinkedIn 84,356 millones, QQ Microblogging 74,821 millones, MySpace 71,526 millones, Renren 66,073 millones, Vkontakte 61,035 millones, Orkut 51,754 millones y Yahoo! Pulse 37,600 millones de personas vinculadas. Como se observa, la mayor parte de estos espacios lo constituyen redes de carácter social. Esto podría suponer que las personas sienten la necesidad de comunicarse y abrir ambientes de entretenimiento y aprendizaje no formal en la nube. Frank Schirrmacher, citado por Dolors Reig Hernández (2010, p. 186), llama a este grupo de consumidores y productores: "infornívoros", haciendo alusión a su apetito continuo de información.

Como ya hemos planteado, las redes sociales están teniendo un fuerte impacto en las formas de comunicación y participación colectiva. La "inocente" alfabetización cultural propuesta por una economía de consumo, elitista y excluyente, debería analizar este modelo socioeconómico que se percibe como la panacea a muchos de los males contemporáneos, en función de las supuestas potencialidades implícitas en las nuevas tecnologías. Sin embargo, ¿es esto una realidad o simplemente un marketing intravenoso? Posturas tanto tecnofóbicas como tecnofílicas han dado al traste en fracasos rotundos de proyectos de incorporación de tecnologías de información

y comunicación (TIC), lo cual también implica al medio educativo. En el año 2008, la Comisión Europea planteó un informe sobre el impacto de las TIC en la educación de la región, tal y como lo señala Cristóbal Cobo Romaní (2010). Este informe revela la ligera influencia del uso de las tecnologías digitales en los sistemas educativos europeos, aspecto que llama la atención por el alto rango de integración tecnológica que posee Europa en comparación con otros continentes ¿Las tecnologías, entonces, contribuyen positivamente o no en los procesos de enseñanza y aprendizaje?, no hay una respuesta contundente, sin embargo, reflexionar sobre este punto podría ser un buen inicio en cualquier contexto educativo. Depositar las esperanzas en el futuro no implica renunciar a una conciencia colectiva que discrimine, seleccione y tome decisiones filtradas por el bien común.

## 3. Redes sociales y educación

En el ámbito educativo, las redes sociales han empezado a tener una importancia creciente por la significativa cantidad de usuarios que las utilizan a nivel mundial. Entre ellas, se destacan Facebook, Twitter, Skype y YouTube. En México, por ejemplo, 6 de cada 10 internautas se conectan diariamente a alguna red social (Asociación Mexicana de Internet, 2011). Este fenómeno de socialización digital online tiene repercusiones fundamentales sobre la forma en cómo se comunican, interactúan y aprenden las nuevas generaciones de estudiantes, llamados por José Luis Córica y Patricia Dinerstein "alumnos 'Z'" (2009, p. 26), dado su contacto prematuro con las tecnologías. Ignorar esta realidad que ha superado los espacios de enseñanza formales, pone en riesgo la supervivencia de los sistemas educativos tradicionales que continúan perpetuando la denominada "generación 'S'", es decir, aquella que. Córica y Dinerstein caracterizan por miembros:

*Sometidos a los esquemas tradicionales de la educación paterna, en los que abundaban los valores morales estrictos, la incuestionabilidad del orden establecido, la total rigidez de los dogmas de fe (como tales también indiscutibles) y un silencio absoluto respecto de ciertas temáticas consideradas como tabúes (2009, pp. 15-16).*

A este respecto, Alejandro Picitelli, ex director del portal educativo argentino Educ.ar, manifiesta:

El sistema educativo recela del uso de *redes sociales, porque los alumnos pierden tiempo en ellas y porque dejan al descubierto la vida privada. La reacción del sistema es de tutelaje o preservación de la intimidad, pero en realidad es una reacción tremendamente defensiva, porque se ven amenazados por las redes sociales (El intransigente, 2011).*

El currículum nulo entendido como todo aquello que los estudiantes aprenden fuera del control de una institución educativa (José Luis Córica y Patricia Dinerstein, 2009), se ha abierto paso trascendiendo las rígidas estructuras de los sistemas escolares, gracias a los efectos de comunicación masiva facilitados, en gran parte, por las redes sociales. José Luis Córica y Patricia Dinerstein anidan una interpretación similar:

*(...) se habla de lo que los estudiantes aprenden fuera de la institución que, muchas de las veces, genera valores sociales o consideraciones que se manifiestan como supuestos sociales viables y que no son tenidos en cuenta como variable, programas masivos de talk show, o el impacto de las opiniones formadas en las redes sociales de Internet, por ejemplo (2009, p. 97).*

Muchos docentes, investigadores y organizaciones están colaborando en la difusión de experiencias académicas y capacitaciones para analizar los posibles usos de las redes sociales como entornos educativos. Lo interesante de estas recomendaciones reside en el alto potencial de comunicación que integran las redes sociales y la forma en cómo los educadores pueden utilizar estas bondades dentro de los procesos de enseñanza. En esta dirección, el aprendizaje abierto, sin fronteras geográficas u horarias, se ha convertido en un reto dentro de los modelos pedagógicos de las universidades. El auge del uso de dispositivos móviles ha incrementado la necesidad de estimular un aprendizaje *"siempre en línea de los estudiantes del siglo XXI"* (Linda Frogg, Derek Baird y otros, s.a., p. 2). Este aprendizaje, de acuerdo con estos autores, se caracteriza por ser interactivo, auténtico, centrado en el estudiante y colaborativo.

Los defensores de este nuevo paradigma educativo afirman que las nuevas tecnologías online tienen un gran potencial para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. Howard Gardner (2001) lo concebía así hace más de una década: *"Hay un factor que hará posible que la educación configurada individualmente pronto sea una realidad: la disponibilidad de tecnologías nuevas y flexibles"* (p. 482). Suling Zhang, Caroline Flammer y Xiaolong Yang (2010) señalan otros ejemplos de uso: *"mediante la creación de un aprendizaje centrado en el estudiante, promoviendo la colaboración entre los alumnos, apoyando el aprendizaje individualizado, proporcionando una experiencia*

*educativa agradable y permitiendo horarios flexibles"* (p. 258). De la misma forma, algunas investigaciones apoyan estas premisas al mostrar cómo el aprendizaje entre pares contribuye a que los estudiantes retengan información más significativamente, en comparación con el trabajo individual (Johnson y Johnson, 1986, citado por Zhang, Flammer y Yang).

La educación sensata, aquella que el alumno vive, disfruta y añora, no puede seguir el curso de la competencia sin sentido. Las tecnologías invisibles hacen día a día más visible la imposibilidad de resistencia al cambio. No es factible continuar argumentando que los alumnos pierden muchas horas de su tiempo chateando, compartiendo contenido, o bien, socializando en Internet; es necesario repensar cómo toda esa energía invertida en un formato espontáneo puede ser canalizada en contextos educativos formales. En el blog Educación y pedaglogía para el siglo XXI, el profesor Benedicto González Vargas comenta un interesante escenario:

*Las redes sociales se han abierto un espacio significativo, importante en las prácticas de nuestros jóvenes y niños y, a través de ellas, se están relacionando, participando en conversaciones, asumiendo causas y realizando, por cierto, un aprendizaje social del que la escuela está quedando excluida (2008).*

¿Una exclusión voluntaria o evolutiva? La historia dicta una tendencia: muchas instituciones de enseñanza superior, ante el temor de lo desconocido, han optado por bloquear el acceso a este tipo de portales en los campus universitarios. El "murmullo mediático", tal y como lo mencionan Clara Ciuffoli y Guadalupe López (2010, p. 118), provoca: "vemos los saqueos pero no conseguimos ver la invasión", haciendo alusión al rechazo y al temor como la principal barrera que impide una verdadera comprensión del fenómeno masivo de las redes sociales.

La regulación al acceso y modalidades educativas en las instituciones de enseñanza debe ser analizada a la luz de parámetros sistemáticos que reúnan intereses comunes. A este respecto, Hamid Kazeroony (2010) concibe el panorama normativo en tres niveles:

*El interés público y el enfoque gubernamental, la acreditación de las asociaciones/organismos (que podría ser utilizada por las instituciones como instrumento de autorregulación) y los requisitos específicos de diversas entidades con demandas particulares, que obligan su cumplimiento en la realización de las clases o reunión del número de horas de enseñanza (p. 246).*

La educación contemporánea debe tener una clara influencia multidireccional, la enseñanza y el aprendizaje 2.0 están íntegramente vinculados con el concepto de participación social (Net-Learning, 2012b). Según Jenkins (2006), citado por Domen Bajde (2010):

*La cultura de la participación se presenta en por lo menos cuatro formas: afiliaciones (participación centrada en la socialización y pertenencia a la comunidad), las expresiones (participación en forma de nuevos trabajos creativos), resolución colaborativa de problemas (participación en equipos y grupos) y circulaciones (flujo continuo de la participación) (p. 166).*

José Luis Córica y Patricia Dinerstein (2009) relacionan este cambio sociocultural al hecho histórico de que los "estudiantes 'Z'" estimulan más en su cotidianidad el lado derecho (creativo) de su cerebro, en comparación con el izquierdo (lógica). Bajo esta perspectiva, se considera al alumno un productor de conocimiento, traducido en el lenguaje digital y el uso de las nuevas tecnologías hacia la consecución de objetivos pedagógicos que sitúen al docente en un rol de mediador a través de los recursos del entorno presencial o virtual. Estos recursos, denominados "medios interactivos sociales" (Net-Learning, 2012b, p. 5), presumen claras advertencias hacia la búsqueda de un auténtico aprendizaje, pues no todo lo que se encuentra en la Red es sinónimo de veracidad, ni todo lo que se fomenta en ella puede estar libre de plagio. Reducir los riesgos y ampliar las opciones de enseñanza constituyen importantes retos del educador 2.0.

Hamid Kazeroony (2010) clasifica los medios interactivos sociales en blogs, wikis, redes organizadas, aplicaciones, lectores RSS, marcadores sociales y otras páginas web que ofrecen oportunidades para que los individuos utilicen Internet como un medio de comunicación global. Aditi Grover y David Stewart (2010) conceptualizan estos recursos como aquellas tecnologías disruptivas que han alterado radicalmente en las personas su forma de visualizar y usar la comunicación. Disrupción significa un cambio brusco, drástico o contundente, y las redes sociales forman parte de este grupo de herramientas digitales que han impactado la sociedad en muchas de sus dimensiones. En el campo educativo, la enseñanza y el aprendizaje 2.0 son concebidos como un constante flujo de información multidireccional (Aditi Grover y David Stewart, 2010) que se ha abierto paso gracias a la participación colectiva provista en frameworks cuyas plataformas suelen concurrir en el uso de las redes sociales. Multidirección evoca un vertiginoso cambio en

el nexo docente-estudiante, abandonando la tradicional concepción de visualizar en el profesor un experto de contenido y en el estudiante un receptor de información.

Conformar un perfil docente en la era digital no es una tarea sencilla, pues tal y como lo propone el modelo TPCK (creado por Matthew Koehler: Technological, Pedagogical, Content y Knowledge), el éxito de una enseñanza basada en el uso de medios interactivos sociales, como lo son Facebook y Twitter, depende de una balanceada combinación de competencias tecnológicas, pedagógicas y de contenido curricular. Conocer las tecnologías disponibles, comprender el tipo de estilos de aprendizaje que fomentan, analizar las mejores prácticas pedagógicas en transparencia con el uso de dichas tecnologías y atender las dificultades de aprendizaje que circunscriben ciertas áreas de conocimiento científico son elementos clave para una sana transición entre un escenario de educación tradicional magistral y otro caracterizado por una verdadera construcción social del contenido de clase.

Otro elemento fundamental de las redes sociales lo conforma su naturaleza móvil. En la actualidad, muchos estudiantes permanecen conectados la mayor parte de su tiempo productivo a través del uso de aplicaciones vinculadas a sus dispositivos móviles. Este aprendizaje móvil, llamado por algunos autores mlearning, constituye una oportunidad de trabajo colaborativo impensable décadas atrás. Un mensaje, noticia, material, actualización de evento o cualquier otra actividad llevada a cabo en una red social, automáticamente es notificada al estudiante, facilitando así su participación continua en el aprendizaje, más allá de las fronteras que impone el recinto físico de una universidad presencial.

El reto más trascendental del uso de las redes sociales con fines educativos no reside en las tecnologías que proveen, sino en la transformación de las prácticas pedagógicas que se utilizan en la Universidad. Esto demanda una autorreflexión sobre los modos de enseñanza típicamente trivializados por el privilegio que se le otorga al conocimiento científico por encima de las prácticas educativas. Alejandro Piscitelli señala la contingencia de esta realidad:

*Curiosamente, la contumacia de la escuela en cuanto a seguir fiel a sus ideales de los siglos XIX y XX y el desinterés de la industria o de los factores de poder tecnológicos de tomarse en serio el desafío actual en pos de una educación personalizada y significativa llevan a la peor combinación imaginable (2010, p. 9).*

La educación personalizada también requiere del apoyo de un sistema de evaluación congruente con los cambios de rol asumidos por el alumno y el profesor. Continuar valorando el nivel de logro y éxito en el estudiantado a través de instrumentos que constatan los contenidos (Iván Adaime, 2010), entra en un divorcio pleno con los ideales de una educación participativa. La evaluación, tal y como lo evidencian Alejandro Piscitelli, Iván Adaime y otros en el "Proyecto Facebook", debe estar enfocada a la producción de resultados en el marco de distintos procesos que favorezcan competencias hacia la investigación, permitiendo, a su vez, transponer al formalismo clásico de los paper, la imagen como principal mecanismo de comunicación social y disciplinar. Las imágenes no se procesan linealmente, como ocurre con los textos, Chartier (2009) citado por Mara Balestrini, establece: "Las imágenes no se leen; se sienten, se comprenden, se analizan, se perciben" (2010, p. 37), demuestran un nivel de aprendizaje superior al que podría asociarse a la escritura de un ensayo.

Si la imagen en la era digital pretende promover situaciones de aprendizaje con un mayor nivel de análisis, es justo cuestionar su efectividad práctica, ¿los alumnos analizan las imágenes o simplemente las leen de forma superficial? El campo de la visualización de la información cobra aquí una importancia crucial. Según Ignacio Uman y María Carolina Venesio: *"Visualizar implica imaginar con rasgos visibles algo que no está a la vista"* (2010, p. 86), es decir, requiere no solamente una comprensión teórico-descriptiva del fenómeno en estudio, sino también el descubrimiento de las relaciones que hay entre aspectos no visibles de manera obvia. En el plano educativo, lo anterior atañe al tipo de estrategias de enseñanza y aprendizaje diseñadas por el docente. La idea de una inteligencia colectiva traducida en medios audiovisuales debe orientar el trabajo colaborativo de forma sistemática a fin de que, a través del conocimiento científico, se hagan evidentes las relaciones y características de los problemas en estudio. El análisis de soluciones, su puesta en marcha y los mecanismos de difusión audiovisual son la clave para la creación de experiencias de aprendizaje que no rayen en la trivialidad.

Ha llegado el tiempo de una educación liberadora donde el "fracaso" ya no sea una excusa para el menosprecio continuo. La creatividad solo puede abrirse paso en una sociedad que una la pasión con la inteligencia y no necesariamente una inteligencia individual ¡La era de la edupunk (Jim Groom, 2008) o educación inventiva está a las puertas de un nuevo modelo de enseñanza y

aprendizaje! Ciertamente, los cambios son lentos, pues la inclusión de los medios sociales en la enseñanza constituye un fenómeno que brota en una ideología intimidante, al vislumbrar en las redes sociales fuertes distractores con perjuicio educativo. Suling Zhang, Caroline Flammer y Xiaolong Yang (2010) perciben cómo en la actualidad sólo un pequeño grupo de profesores está innovando sus prácticas educativas a través del uso de networking. De la misma forma, Tomas Bryer y Baiyun Chen (2010) opinan: *"(...) los datos sugieren que pocas personas utilizan las redes sociales y servicios de redes con fines educativos"* (p. 286).

Los tiempos de cambio anuncian profecías ecosistémicas hacia la búsqueda de nuevos paradigmas educativos. Paradigmas posibles y a la mano de los valientes grupos de profesores quienes, con el adecuado marco institucional de apoyo, asumen el reto de sensibilizar las metodologías de enseñanza y aprendizaje, transformando sus nichos conceptuales parcial o totalmente. Bien lo proponen Tomas Bryer y Baiyun Chen (2010): *"La enseñanza puede ser complementada con los medios sociales (...), o pueden ser utilizados para crear nuevos métodos de enseñanza por completo. Si los profesores innovadores utilizan estas tecnologías como herramientas de paradigmas cambiantes, representan innovaciones disruptivas"* (p. 284).

El antaño del currículum se resiste al exilio sin retorno, empujado por una nueva concepción de aprendiz "intencional", caracterizado por José Luis Córica y Patricia Dinerstein como aquel donde:

*(...) el sujeto pueda adueñarse de su propio proceso de aprendizaje, de su razón para estudiar. Que pueda ver formas integradas donde hay un caos de información y por tanto tomar decisiones acertadas y pertinentes, aplicar saberes a nuevas situaciones, a su entorno y a su vida personal; aplicar conocimiento de manera práctica, informarse de distintos modos de aprender y generar valores sociales ... (2009, p. 109).*

## 4. Experiencia educativa en el curso EIF-203

Durante el primer semestre del año 2013 se implementó un estudio de caso sobre una muestra de 31 estudiantes del curso EIF-203 Estructuras Discretas para Informática, impartido en la Sede Interuniversitaria de Alajuela en Costa Rica. Esta sede alberga de manera conjunta distintas carreras y programas de estudio de tres universidades estatales de Costa Rica: la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA), la Universidad de Costa Rica (UCR) y el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR).

Se seleccionó la Sede Interuniversitaria para desarrollar una experiencia educativa apoyada en el uso de redes sociales, principalmente por la facilidad de lograr una metodología homogénea en los dos grupos del curso EIF-203 abiertos en este recinto, durante el primer semestre 2013. El autor de esta propuesta asumió la docencia en uno de estos grupos y se coordinó con el otro profesor, con el objetivo de lograr en ambas poblaciones un proceso educativo similar.

El curso de la Sede de Alajuela a cargo del autor del presente artículo sirvió de base como un grupo experimental para evaluar específicamente dos redes sociales (Facebook y Twitter) como entornos educativos. Durante el semestre se desarrollaron una serie de actividades preparadas previamente a la luz de un modelo pedagógico propuesto por el creador de este trabajo. El otro grupo de la Sede de Alajuela fue utilizado en la presente investigación con el objetivo de calcular distintos coeficientes de fiabilidad Alfa de Cronbach sobre un cuestionario aplicado al finalizar la experiencia en el primer semestre 2013.

La metodología empleada en el grupo experimental se basó en una evaluación de un 50% en pruebas escritas tradicionales y un 50% de actividades desarrolladas en redes sociales. Específicamente estas actividades fueron:

- Actividad 1 (individual/Facebook): de inicialización en aspectos vinculados a alfabetización digital y diagnóstico en el uso de redes sociales.
- Actividad 2 (colaborativa/Facebook): elaborar un programa recursivo para calcular el mínimo común múltiplo de dos números naturales y crear un material audiovisual (video) para explicarlo compartido en Facebook.
- Actividad 3 (individual/Docs): documento colaborativo sobre las propiedades y métodos de resolución de una relación de recurrencia. Se empleó la herramienta Docs de Facebook.
- Actividad 4 (individual-grupal/Twitter): analizar la velocidad de convergencia de varios algoritmos de ordenación y determinar cuál es más eficiente, todo ello recurriendo al uso de Twitter.
- Actividad 5 (individual/aula virtual): foro de discusión reflexivo, de análisis e investigación sobre las aplicaciones de la teoría de relaciones.

- Actividad 6 (colaborativa/Facebook): utilizar software como fuente de investigación para resolver un problema de grafos a través de subgrupos de trabajo privados en Facebook.
- Actividad 7 (colaborativa/Facebook-SlideShare): estudiar una aplicación de búsqueda de los algoritmos buscar primero a lo ancho y buscar primero a lo largo utilizando como plataforma de interacción Facebook y realizar una presentación compartida en SlideShare.
- Actividad 8 (individual/Twitter): identificar las propiedades y aplicaciones de los autómatas de estado finito y compartir los resultados mediante tweets.

Las actividades descritas brevemente responden a un modelo pedagógico creado para estos fines por el autor, y responden a consignas de trabajo y tablas de cotejo muy específicas que, por su extensión, no serán compartidas.

Simultáneamente, el autor de este documento en la Sede Central de la Universidad Nacional de Costa Rica tuvo, como parte de sus responsabilidades de enseñanza, otro grupo del curso EIF-203 que sirvió como control para realizar comparaciones vinculadas al rendimiento académico y rescatar distintas percepciones sobre el uso de las redes sociales en la vida cotidiana y académica de estudiantes universitarios.

La metodología de esta investigación fue de carácter mixto, combinando técnicas tanto de índole cuantitativa como cualitativa. En el aspecto cuantitativo, se diseñaron dos cuestionarios, uno dirigido al grupo experimental y otro al grupo control, estos instrumentos fueron validados por un estadístico de la Escuela de Matemática de la UNA. Ambos fueron aplicados a las correspondientes muestras de estudiantes al finalizar el período lectivo. El cuestionario orientado al grupo experimental se basó en el estudio de siete dimensiones: generalidades, calidad de los recursos didácticos utilizados durante el semestre, calidad del modelo pedagógico propuesto en las actividades virtuales, características tecnológicas de Facebook y Twitter como entornos de aprendizaje entre pares, impacto del uso de las redes sociales en el desempeño académico, características pedagógicas de Facebook como una herramienta de usuario y mitos o creencias implícitos en el uso de las redes sociales. En el presente documento se comparten los resultados más relevantes obtenidos en cinco de estas dimensiones, excluyendo la calidad de los recursos didácticos y del modelo pedagógico que se ha profundizado en otro artículo independiente.

El cuestionario del grupo experimental se constituyó por 74 items, 4 de los cuales fueron preguntas abiertas, y, las demás, ítems cerrados en su mayoría utilizando una escala Likert con las siguientes categorías: 1. Muy de acuerdo, 2. De acuerdo, 3. Medianamente de acuerdo, 4. En desacuerdo y 5. Muy en desacuerdo. El cuestionario del grupo control contó con 10 items cerrados mayoritariamente en una escala Likert baja las categorías anteriormente señaladas y una pregunta abierta. En los instrumentos, muchas de las preguntas fueron cerradas para facilitar su análisis posterior, dando la opción de algunos items abiertos con la intención de profundizar opiniones o motivos de comportamiento. La escala Likert resultó conveniente en este estudio, pues en las siete dimensiones que abarcaron todas las variables de investigación se procuró medir el impacto de las redes sociales como medios disruptivos para desarrollar procesos de enseñanza y aprendizaje, aspecto directamente vinculado con actitudes o reacciones por parte de los participantes de la muestra utilizada.

En el ámbito cualitativo, el investigador de esta propuesta asumió el rol de observador participante, tanto en las actividades virtuales como presenciales del curso EIF-203 en la Sede Interuniversitaria. Las observaciones recopiladas en cada actividad a través de una bitácora llevada por el investigador, generó una serie de categorías que permitieron describir a los estudiantes en el contexto de un aprendizaje entre pares, una educación orientada a trasladar la autonomía al estudiantado y, en general, a renunciar a un sistema educativo de escolarizado confort. Un modelo de aprendizaje como el aquí propuesto, centrado en el hacer, demostró controversias dentro de un sistema educativo donde prevalece la reproducción. Howard Gardner (2001) así lo profetizaba: “Es probable que recurrir a esta actuación provoque estrés en los estudiantes, los enseñantes y los padres, que se han acostumbrado a las maneras tradicionales de hacer o no hacer las cosas” (p. 500).

Esta investigación se considera de carácter exploratorio pues el tema examinado ha sido poco estudiado en la literatura disponible, por cuanto las redes sociales aún se consideran recursos tecnológicos centralizados en el entretenimiento y no en la educación (con sus posibles fortalezas o debilidades). La literatura expuesta en el marco teórico de este trabajo refleja cómo el uso de las redes sociales con fines educativos se ha enfocado a cursos relacionados principalmente con ciencias sociales y no con ciencias duras.

## 5. Análisis de fiabilidad del cuestionario aplicado al grupo experimental

Un análisis de fiabilidad proporciona una evaluación de los ítems cerrados (bajo una misma escala) que se encuentran integrados en un cuestionario, permitiendo identificar cómo mejoraría el instrumento si se eliminara alguna de las preguntas que lo constituyen (Roberto Hernández, Carlos Fernández y Pilar Baptista, 2006). En estadística, existen varios modelos de fiabilidad, uno de los más conocidos en teoría clásica es el coeficiente Alfa de Cronbach. En el presente estudio se procuró ajustar un valor mínimo aceptable de fiabilidad α, $\alpha \geq 0.65$, con un ideal de $\alpha \geq 0.75$ (Roberto Hernández, Carlos Fernández y Pilar Baptista, 2006). A continuación, se presenta el análisis de fiabilidad realizado sobre el cuestionario aplicado al grupo experimental, para ello se tomó una muestra de 65 participantes, recurriendo al uso del software SPSS Statistics versión 17. Al aplicar mejorías bajo el criterio de eliminar los ítems cuyo coeficiente de homogeneidad corregido es cercano a cero, cero o negativo se obtiene lo observado en la tabla 1.

**Tabla 1: Estadísticos de fiabilidad con mejorías**

| | *Alfa de Cronbach* | *Alfa de Cronbach* basada en los elementos tipificados | N de elementos |
|---|---|---|---|
| Caracteristicas tecnológicas de *Facebook* y *Twitter* como entornos de aprendizaje | .787 | .830 | 11 |
| Impacto del uso de las redes sociales en el desempeño académico | .739 | .748 | 4 |
| Caracteristicas pedagógicas de Facebook como una herramienta de usuario | .654 | .697 | 5 |
| Mitos o creencias implicitos en el uso de las redes sociales | .646 | .658 | 6 |

*Fuente: Cuestionario aplicado al grupo experimental*

En conclusión, los rangos del coeficiente Alfa de Cronbach son relativamente aceptables en las dimensiones involucradas.

## 6. Resultados

Se presentan, en esta sección, los principales resultados obtenidos de acuerdo a cinco de las dimensiones que abarcaron la mayor parte de las variables de investigación en este estudio. Para ello, se recurrió al uso del software SPSS Statistics versión 17 y las observaciones de carácter cualitativo realizadas por el autor.

## 6.1 Generalidades

En la sección 6 se explicó a detalle la metodología empleada con el objetivo primordial de analizar técnica y pedagógicamente el impacto de las redes sociales Facebook y Twitter sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje en el curso EIF-203 Estructuras Discretas para Informática. Una muestra de 31 estudiantes de este curso en la Sede Interuniversitaria de Alajuela contribuyó con su participación en una experiencia didáctica basada en el uso de redes sociales durante el primer semestre del año 2013. A esta muestra le fue aplicado un cuestionario cuya fiabilidad se analizó en el apartado anterior. La primera sección de este instrumento pretendió caracterizar la muestra empleada en este estudio de caso. A continuación se realiza una descripción general de sus singularidades más importantes.

En cuanto al género, 22 fueron masculinos y 9 de género femenino. Con relación a sus edades, 16 se encontraron en el rango entre los 17 y 19 años, 14 entre 20 y 23 años y 1 alumno con más de 27 años de edad. El nivel de matrícula realizado por los estudiantes participantes durante el primer semestre del año 2013 tuvo una tendencia mayoritaria de tiempo completo: 10 matricularon más de 18 créditos y 18 alumnos entre 12 y 18 créditos. Esto

implica 28 estudiantes a tiempo completo en comparación con 3 alumnos con un tiempo parcial destinado a la universidad.

El cuestionario incluyó una pregunta relacionada con el lugar de mayor regularidad para conectarse a Internet. El acceso es un tema fundamental en experiencias de enseñanza y aprendizaje basadas en actividades virtuales o bimodales, de allí la importancia de este ítem. En las respuestas, 29 alumnos manifiestan tener acceso a Internet sin complicaciones, sea desde su hogar o bien su dispositivo móvil, únicamente dos estudiantes tuvieron dificultades de oportunidad de conexión al restringirse a la Sede Interuniversitaria de Alajuela.

Ante la interrogante: ¿se considera un usuario de las redes sociales en su vida cotidiana?, tal y como lo apoya la literatura, la mayor parte de los alumnos indicaron la inclusión de las redes sociales en sus actividades diarias: 26 de ellos las consideran parte de su cotidianidad y 5, poco importantes. En consistencia con esta percepción, solamente 1 alumno manifiesta utilizar las redes sociales menos de media hora diaria, los demás son usuarios recurrentes con media o más horas de uso.

En el marco teórico del presente artículo también se señaló cómo las generaciones actuales de alumnos prefieren una educación más participativa. Ante esta variable, 23 estudiantes apuntan su preferencia por una enseñanza que combine de manera equilibrada al docente y al alumno como su centro, no solamente una enseñanza situada en el aprendiz. En cuanto al aprendizaje, manifiestan preferir una combinación entre el individual y grupal (24 lo señalan). Lo anterior muestra un hito donde el fanatismo por una corriente didáctica puede tener efectos muy negativos. Como docentes, el abuso de la concentración de poder suele mermar la creatividad y la comprensión, y, del mismo modo, un abuso en el traslado de autoridad al estudiantado puede provocar un caos de indisciplina y conocimiento somero no deseable.

También, los alumnos se catalogan, en palabras de Dolors Reig Hernández (2010, p. 186) “infornívoros”, 30 se consideran personas que requieren tener información constantemente, con una tendencia de 28 estudiantes que, pese a su necesidad de datos, respetan los derechos de autor de los materiales que consultan en Internet. Este aspecto es favorable pues muchas veces como educadores la inseguridad del ciberespacio, nos conduce a dudar de sus efectos positivos por el comúnmente llamado “copy/paste”.

## 6.2 Características tecnológicas de Facebook y Twitter como entornos de aprendizaje

En esta dimensión, se incluyeron en el cuestionario aplicado a la muestra de 31 alumnos las variables de investigación: Facebook como ambiente de identidad personal y herramienta de comunicación, manejo de perfiles de privacidad, uso de las redes sociales para crear comunidades de aprendizaje, uso de las redes sociales para propiciar espacios con un rol de prosumidor, interfaz de Facebook, efectividad de respuesta y navegación de Facebook.

Se percibe en la muestra un consenso en cuanto a las siguientes fortalezas de Facebook bajo una perspectiva tecnológica: posee adecuadas herramientas de comunicación, su interfaz es agradable, la organización de la información es apta, se distingue con claridad el texto y los enlaces, es rápida en los tiempos de descarga y envió de datos y la navegación es intuitiva. Por otra parte, tanto en Facebook como en Twitter se considera que: favorecen la creación de comunidades virtuales de aprendizaje, construyen puentes para mejorar los procesos educativos, consolidan espacios que brindan la oportunidad a sus usuarios de convertirse en prosumidores. Se observa, además, una propensión de los participantes del cuestionario a estimar a Facebook como un medio que alienta la admiración de las personas por sí mismas, hecho que Gabriela Sued (2010) ya había demostrado en otro estudio. Un 64.5% de los alumnos opinaron que Facebook favorece el narcisismo.

Las herramientas más frecuentadas por los usuarios de Facebook en este estudio de caso son: los mensajes, el muro, la afiliación a grupos y subir fotos o archivos. Los alumnos del estudio, además, utilizan en su cotidianidad la red social Facebook con distintos fines: comunicarse con amigos o compañeros, seguimiento de otras páginas u usuarios, publicar información multimedia (texto, imagen, sonido, video) creada por otros, buscar a otras personas y crear comunicación entre iguales con fines educativos y lazos de amistad.

En cuanto a Twitter, las observaciones participantes del investigador permitieron identificar a 17 estudiantes de la muestra que nunca lo habían empleado antes, y, en ellos, prevaleció una resistencia por los microblogging durante

el primer semestre 2013. La mayor parte de los usuarios (un 87.5%) manifestó tener un preferencia tecnológica por Facebook.

## 6.3 Impacto del uso de las redes sociales en el desempeño académico

Un grupo control constituido por 32 estudiantes del curso EIF-203 en la sede central de la Universidad Nacional de Costa Rica se utilizó para comparar el rendimiento académico mostrado con respecto al grupo experimental. Los alumnos del grupo control recibieron el curso EIF-203 con una modalidad tradicional. De los 32 que iniciaron, 14 aprobaron la materia con éxito. En el grupo experimental, en cambio, de los 34 alumnos inscritos originalmente, 26 pasaron la materia y 8 reprobaron el curso. Esto denota un 43.75% de aprobación en el grupo control versus 76.4% en el grupo experimental, es decir, la estadística refleja cómo el grupo experimental muestra un nivel de rendimiento más favorable. Sin embargo, ¿cuál fue la percepción del alumnado en el grupo experimental específicamente en esta dimensión?. Para ello, se incluyeron algunas preguntas en el cuestionario que permitieron concluir:

- Respecto a la transferencia teórica en la resolución de problemas, la mayor parte de los estudiantes confirman su aprobación.
- Ante la variable: "las redes sociales mejoraron las habilidades de trabajo colaborativo", un 80.6% confirman esta percepción, lo cual representa un aspecto muy positivo de esta experiencia, dado que uno de los objetivos más importantes de muchas de las actividades en redes sociales consistió en permitir al alumno experimentar el trabajo en equipo remoto y, de la misma forma, depurar esta competencia.
- El uso de una metodología participativa en las actividades virtuales se concibe como un elemento que contribuyó directamente con el mejoramiento del rendimiento académico en el curso.
- El ítem "sí llevaría otro curso bajo esta modalidad" mostró criterios que validan una posición afirmativa en la mayor parte de los participantes. El resultado genera una alta satisfacción al constituirse esta experiencia piloto en un primer intento de modificación metodológica dentro de una cátedra que, durante años, se ha caracterizado por emplear un enfoque didáctico estrictamente tradicional.

## 6.4 Características pedagógicas de Facebook como una herramienta de usuario

Esta dimensión se valoró mediante una serie de preguntas estructuradas dentro de una escala Likert de cinco puntos. Los resultados son reflejo de una percepción positiva de Facebook como una herramienta que puede ser empleada con fines educativos y donde el trabajo colaborativo en la resolución de problemas se fortalece. De la misma forma, una parte importante de la muestra reconoce en Facebook un nicho de convergencia tecnológico y cultural. Además, en este estudio de caso se demuestra cómo la arquitectura de Facebook hace pensar a sus usuarios que su finalidad primordial reside en la socialización cuando, ciertamente, como lo plantea Gabriela Sued (2010), tal concepción es falsa dado que esta red es de carácter "autorreferencial" y, por tanto, dirigida a la producción individual. La empresa ha sido cuidadosa para no hacer explícita su intencionalidad centrípeta. Otra prueba de ello la conforma el 45.2% de los 31 participantes que considera a Facebook un ambiente donde se crea un sentido de identidad personal, lo cual efectivamente ocurre, pero no es percibido así por la mayoría.

## 6.5 Mitos o creencias implícitos en el uso de las redes sociales

Ante los mitos o creencias implícitos en el uso de las redes sociales, los resultados nos permiten interpretar:

- Hay una percepción relativa vinculada con el hecho de visualizar en las redes sociales instrumentos no perjudiciales. Aun así, un 35.5% concibe nocivos estos recursos tecnológicos. Hay que reconocer que las redes sociales mal empleadas, sin una debida netiqueta centrada en la ciudadanía digital, pueden tener efectos muy negativos sobre la integridad moral y psicológica de las personas. Ya los medios de comunicación masiva en Costa Rica han denunciado este tipo de efectos en páginas de redes sociales que promueven la violencia y la denigración humana. El único antídoto en contra de este mal social es la formación dentro de las escuelas e instituciones de enseñanza en todos los niveles.
- Un 54.8% de los usuarios participantes de este estudio considera que las empresas administradoras de redes sociales venden la información de las personas

vinculadas con sus servicios. Esto denota una desconfianza (al igual que en el grupo control) en la ética que rige las políticas de uso de estos entornos.

- Aproximadamente la tercera parte de los 31 alumnos a los cuales se les aplicó el cuestionario confía en Facebook y Twitter, con una mayor tendencia hacia Twitter. Estos datos respaldan la desconfianza que tienen la mayor parte de usuarios al utilizar estos medios de interacción social.
- Como lo apoya la literatura, aún las redes sociales se utilizan poco en el ámbito educativo (pese a las percepciones del grupo control). Únicamente un 25.8% de la muestra considera que estos recursos son empleados para tales fines.
- Un 61.3% concibe que las redes sociales no son una pérdida de tiempo, no obstante, aunque constituyen una mayoría, hay un porcentaje importante que las juzga de otra manera. Posiblemente esto obedece a sus fuertes características lúdicas y comerciales.

## 7. Fortalezas y debilidades

En este apartado se han seleccionado las fortalezas y debilidades fundamentales derivadas de la experiencia de implementación realizada con 31 estudiantes del curso EIF-203 Estructuras Discretas para Informática en la Sede Interuniversitaria de Alajuela, durante el primer semestre de 2013.

En cuanto a las fortalezas de las redes sociales Facebook y Twitter se destacan:

- Los eventos en Facebook, desde un punto de vista educativo (fechas de exámenes, quices, entrega de trabajos, entre otros), actualizan al alumno sobre las actividades más esenciales de un curso.
- Las notificaciones en el muro de Facebook o micro mensajes en Twitter, mantienen una comunicación ubicua bastante deseable si se pretende promover una enseñanza y un aprendizaje a cualquier hora y en cualquier lugar.
- El etiquetado en comentarios y fotografías es una herramienta interesante de Facebook que multiplica las posibilidades de interconexión entre nodos en esta red social.
- Se comprobó, de manera empírica, que Facebook y Twitter presentan mayor eficiencia técnica en comparación con el aula institucional de la UNA. Las redes sociales resultaron ser instrumentos más rápidos y estables.
- Facebook verifica cuáles personas han visto una publicación (a diferencia de un aula virtual convencional). Esta opción ("Lo han visto") nos parece de mucha utilidad para conocer quiénes ya han revisado una actualización en el muro.
- En Twitter, los tweets son cortos y directos, esto favorece la comunicación escrita, pues muchas veces los jóvenes (aspecto que se identificó a través una observación participante) prefieren leer mensajes abreviados en comparación con comunicaciones caracterizadas por textos extensos.
- En el curso EIF-203 las redes sociales se constituyeron en una plataforma para desarrollar actividades y, del mismo modo, en un objeto de aprendizaje. Específicamente, en los temas de relaciones, grafos y árboles se trataron los sociogramas en redes sociales como un valor agregado a los contenidos de la materia, convirtiéndose Facebook y Twitter en un cuerpo de conocimiento.
- Favorecen el trabajo grupal y colaborativo.
- Facilitan compartir información (links, archivos, recursos de apoyo) y conocimiento de manera eficiente.
- Contribuyen con una comunicación ubicua (fija o móvil).
- Brindan un espacio para incrementar la motivación, creatividad, interacción y aprendizaje centrado en el alumno.
- Fortalecen las habilidades de lectoescritura, discriminación y selección de información.
- Permiten tener un contacto abierto para realizar consultas y aclarar dudas.

Algunas debilidades de las redes sociales Facebook y Twitter son:

- Desarrollar foros de discusión en Facebook no es recomendable si el grupo es numeroso (como el de esta experiencia). Facebook no facilita herramientas para personalizar las respuestas de otros compañeros y no es fácil visualizar la información ya que no se presenta de manera anidada como lo hace un LMS. Además, no hay herramientas de edición de texto e íconos que faciliten la comunicación asincrónica.

- La aplicación Docs for Facebook para generar documentos colaborativos presentó en este estudio de caso las siguiente limitaciones:

  o Algunos estudiantes tuvieron que esperar mucho tiempo para poder editar, pues un compañero o compañera estaba digitando primero (un grupo muy numeroso).

  o El bloqueo de un documento no puede ser manejado por el administrador, sino únicamente por la persona que lo ha dejado bloqueado.

- Las redes sociales son adictivas y presentan muchos elementos distractores (Suling Zhang, Caroline Flammer y Xiaolong Yang, 2010).

- Generan inseguridad a ciertos usuarios, pese a ello, en este estudio de caso irónicamente muchos participantes no conocían las políticas de uso de Facebook y Twitter, ni tampoco usaban los niveles de seguridad y privacidad de la información. Lo anterior lo respaldan Vladlena Benson, Fragkiskos Filippaios y Stephanie Morgan (2010) al expresar: "Los estudios también han demostrado que las personas tienen una comprensión limitada de la privacidad y tienden a no utilizar su configuración de privacidad, así como deberían" (p. 139).

- Al ser utilizadas por la mayoría como una forma de entretenimiento, algunos alumnos no dan la importancia debida a tareas de carácter escolar.

- No todos tienen acceso a Internet.

- No a todos les agrada el uso de las redes sociales.

- La información encontrada en este tipo de medios muchas veces no es verdadera.

- Puede aumentar la carga académica de un curso al favorecer una enseñanza y aprendizaje ubicuo.

- Se corre el riesgo del plagio.

## 8. Conclusiones

La experiencia implementada en un grupo piloto del curso EIF-203 Estructuras Discretas para Informática en la Sede Interuniversitaria de Alajuela, basada en el uso de redes sociales como entornos de enseñanza y aprendizaje, se considera exitosa. Esta ha dado cabida a una nueva e innovadora metodología de la materia que se puede complementar en futuras versiones con su formato tradicional.

Los alumnos participantes de esta experiencia no sabían en un inicio trabajar de forma colaborativa. Su actitud virtual mostró el típico y escolarizado interés por complacer al docente más que por resolver la tarea con ayuda de sus pares. Las actividades de trabajo colaborativo fueron abordadas por algunos como un trabajo de grupo tradicional, reuniéndose en la biblioteca de la Universidad y realizando consultas al profesor en términos de valores absolutos (correcto/incorrecto). Esto demuestra una alta dependencia de lo presencial y del docente, no como una guía, sino como un consultor de resultados. Aun así, en cuanto al nivel de aprendizaje logrado por la población estudiantil, se resalta en la mayor parte de los participantes la capacidad de transferencia teórica en la resolución de problemas y una mejoría hacia el trabajo en equipo remoto o trabajo colaborativo.

Con relación al rendimiento académico, éste sufrió una mejoría sustancial gracias a la metodología participativa en las actividades virtuales con redes sociales. La satisfacción mostrada por la población estudiantil con respecto al curso fue alta, un 90.3% de la muestra sí llevaría otro curso bajo la modalidad empleada.

Facebook, desde una perspectiva tecnológica, es valorada positivamente en cuanto a sus herramientas de comunicación, interfaz, organización de la información, claridad del texto y enlaces, así como por su eficiencia en los tiempos de descarga, navegación y envió de datos. Hay una predilección por el uso de Facebook en comparación con Twitter. Los usuarios de redes sociales las emplean principalmente para: comunicarse con amigos o compañeros, seguimiento de otras páginas o individuos, publicar información multimedia (texto, imagen, sonido, video) creada por otros, buscar a otras personas y crear comunicación entre iguales con fines educativos y lazos de amistad.

Algunas ventajas determinadas en este estudio sobre el uso de las redes sociales para apoyar procesos educativos son: favorecen el trabajo grupal y colaborativo, se comparte información (links, archivos, recursos de apoyo) y conocimiento de manera ágil y rápida, facilitan una comunicación ubicua (fija o móvil), brindan espacios para incentivar la interacción y un aprendizaje más participativo, bien empleadas pueden aumentar la motivación hacia un curso, se aprende a leer con mayor profundidad y a discriminar y se tiene un contacto rápido

para realizar consultas y aclarar dudas con el profesor o entre iguales. Algunas desventajas identificadas: son adictivas y presentan muchas distracciones, algunos no dan la importancia debida a las tareas escolares allí desarrolladas, no todos tienen acceso a Internet, no a todos les agrada su uso, la información contenida no es confiable, son vulnerables al robo, daño o pérdida de información, se corre el riesgo de facilitar el plagio y su uso puede aumentar la carga académica universitaria al transformarse en un proceso educativo ubicuo (siempre conectados: a cualquier hora y en cualquier lugar).

Experiencias educativas como ésta constituyen esfuerzos pioneros en marcos de acción muchas veces no conciliables con las rígidas estructuras administrativas. La mutación pedagógica no es una tarea sencilla. En la Universidad aún prevalece la visión estadística del rendimiento académico como el único indicador de éxito en un ambiente que lucha de forma implícita por su hegemonía y permanencia y donde, paradójicamente, los modelos tradicionales se presentan como aliados del cambio y la innovación. Reconocer la dimensión de esta ironía en las instituciones de enseñanza superior constituye el "big bang" de una verdadera oportunidad de transformación curricular.

## Bibliografía


1. Abram, C. y Pearlman, L. (2010). *Facebook for dummies. USA*: Wiley Publishing, Inc.
2. Adaime, I. (2010). *El Proyecto Facebook y la creación de entornos colaborativos educativos.* En Alejandro Piscitelli, Iván Adaime, Inés Binder (Comps.), El proyecto Facebook y la posuniversidad (pp. 21-33). España: Editorial Ariel.
3. Asociación Mexicana de Internet. (2011). *Redes sociales en México y Latinoamérica 2011*. México: AMIPCI.
4. Bajde, D. (2010). *User-generated content in business education.* En Charles Wankel (Comps.), Cutting-edge social media approaches to business education (pp. 151-174). USA: IAP.
5. Balestrini, M. (2010). *El traspaso de la tiza al celular: celumetrajes en el Proyecto Facebook para pensar con imágenes y narrativas transmedia*. En Alejandro Piscitelli, Iván Adaime, Inés Binder (Comps.), El proyecto Facebook y la posuniversidad (pp. 35-46). España: Editorial Ariel.
6. Benson, V., Filippaios, F. y Morgan, S. (2010). *Applications of social networking in student's life cycle.* En Charles Wankel (Comps.), Cutting-edge social media approaches to business education (pp. 130-150). USA: IAP.
7. Bryer, T. y Chen, B. (2010). *The use of social media and networks in teaching public administration*. En Charles Wankel (Comps.), Cutting-edge social media approaches to business education (pp. 280-296). USA: IAP.
8. Ciuffoli, C. y López, G. (2010). *Facebook como paradigma de la alfabetización digital en tiempos de barbarie cultural*. En Alejandro Piscitelli, Iván Adaime, Inés Binder (Comps.), El proyecto Facebook y la posuniversidad (pp. 111-128). España: Editorial Ariel.
9. Cobo, C. (2010). *¿Y si las nuevas tecnologías no fueran la respuesta?* En Alejandro Piscitelli, Iván Adaime, Inés Binder (Comps.), El proyecto Facebook y la posuniversidad (pp. 131-145). España: Editorial Ariel.
10. Córica, J y Dinerstain, P. (2009). *Diseño curricular y nuevas generaciones, incorporando a la generación* .net. Argentina: Editorial Virtual Argentina.
11. El intransigente. (s.a.). *Alejandro Piscitelli, decidió usar Facebook como plataforma pedagógica*. http://www.elintransigente.com/notas/2011/5/20/alejandro-piscitelli-decidio-facebook-plataforma-pedagogica-84147.asp. Consultado 04/02/2013.
12. Fogg, L., Baird, D. y Fogg, BJ. (s.a.). *Facebook para educadores.* Argentina: Net-Learning.
13. Gardner, H. (2001). *La inteligencia reformulada.* España: Espasa Libros, S.L.U.
14. Gardner, S. y Birley, S. (2010). *Blogging for dummies.* USA: Wiley Publishing, Inc.
15. González, B. (2008). *Educación y pedaglogía para el siglo XXI. Facebook en Educación: una herramienta válida*. http://pedablogia.wordpress.com. Consultado 04/02/2013.

16. Goode, W. y Caicedo, G. (2010). *Social media overload.* En Charles Wankel (Comps.), Cutting-edge social media approaches to business education (pp. 320-346). USA: IAP.

17. Groom, J. (2008). *The Glass Bees*. http://bavatuesdays.com/the-glass-bees. Consultado 07/02/2013.

18. Grover, A. y Stewart, D. (2010). *Defining interactive social media in an educational context.* En Charles Wankel (Comps.), Cutting-edge social media approaches to business education (pp. 20-55). USA: IAP.

19. Gruffat, C y Schimkus, R. (2010). *La arquitectura es la política de la red. Facebook y sus rivales.* En Alejandro Piscitelli, Iván Adaime, Inés Binder (Comps.), El proyecto Facebook y la posuniversidad (pp. 71-84). España: Editorial Ariel.

20. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación.* México: McGraw Hill Interamericana.

21. Islas, O y Arribas, A. (2010). *Comprender las redes sociales como ambientes mediáticos.* En Alejandro Piscitelli, Iván Adaime, Inés Binder (Comps.), El proyecto Facebook y la posuniversidad (pp. 147-161). España: Editorial Ariel.

22. Kazeroony, H. (2010). *Intersection of regulations, faculty development, and social media.* En Charles Wankel (Comps.), Cutting-edge social media approaches to business education (pp. 237-253). USA: IAP.

23. Kirkpatrick, D. (2010). *The Facebook effect.* New York: Simon & Schuster.

24. Koehler, M. (s.a.). *TPACK*. http://www.tpck.org. Consultado 05/02/2013.

25. Kupetz, A. (2010). *Social media for the MBA professor.* En Charles Wankel (Comps.), Cutting-edge social media approaches to business education (pp. 90-120). USA: IAP.

26. Liu, J. y Olson, D. (2010). *Curriculum redesign.* En Charles Wankel (Comps.), Cutting-edge social media approaches to business education (pp. 348-359). USA: IAP.

27. López, J. (2011). *Usos de Twitter en educación.* http://www.eduteka.org/TwitterEducacion.php. Consultado 05/02/2013.

28. Net-Learning. (2012a). *11 maneras creativas de usar Facebook en clase.* Argentina: Net-Learning.

29. Net-Learning. (2012b). *Redes sociales y educación.* Argentina: Net-Learning.

30. Ossiansson, E. (2010). *Facebook "friendship" as educational practice.* En Charles Wankel (Comps.), Cutting-edge social media approaches to business education (pp. 175-201). USA: IAP.

31. Pérez, C. (2005). *Técnicas estadísticas con SPSS 12.* España: Pearson Educación, S. A.

32. Piscitelli, A. (2010). *Edupunk, maestros ignorantes, educación invisible y el Proyecto Facebook.* En Alejandro Piscitelli, Iván Adaime, Inés Binder (Comps.), El proyecto Facebook y la posuniversidad (pp. 3-19). España: Editorial Ariel.

33. Plataforma de servicios PSUV. (s.a.). *Manual de usuario Twitter.* Venezuela: PSUV.

34. Reig, D. (2010). *Un mundo de medios sin fin. Cambios en aprendizaje, Facebook y la apoteosis de las aplicaciones expresivas.* En Alejandro Piscitelli, Iván Adaime, Inés Binder (Comps.), El proyecto Facebook y la posuniversidad (pp. 183-202). España: Editorial Ariel.

35. Robbins, S y Bell, M. (2008). *Second life for dummies.* USA: Wiley Publishing, Inc.

36. Sued, G. (2010). *Pensando a Facebook, una aproximación colectiva por dimensiones.* En Alejandro Piscitelli, Iván Adaime, Inés Binder (Comps.), El proyecto Facebook y la posuniversidad (pp. 59-69). España: Editorial Ariel.

37. Uman, I. y Venesio, M. (2010). *Cómo ver lo invisible: estrategias para visualizar información en Facebook.* En Alejandro Piscitelli, Iván Adaime, Inés Binder (Comps.), El proyecto Facebook y la posuniversidad (pp. 35-46). España: Editorial Ariel.

38. Wagner, R. (2008). *Building Facebook applications for dummies*. USA: Wiley Publishing, Inc.

39. Zhang, S., Flammer, C. y Yang, X. (2010). *Uses, challenges, and potencial of social media in higher education.* En Charles Wankel (Comps.), Cutting-edge social media approaches to business education (pp. 255-279). USA: IAP.

# La simulación en el contexto de una didáctica de la estadística y la probabilidad

Víctor Miguel Ángel Burbano Pantoja

*Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Colombia.*
*maburbanop@unal.edu.co*

## Resumen

El pensamiento aleatorio es utilizado con frecuencia para modelar situaciones reales con presencia de incertidumbre; el acrecentamiento de este pensamiento es una tarea urgente, en la que profesores y estudiantes deben participar activamente. Una herramienta que hace posible estimar probabilidades y valores de variables aleatorias es la simulación. En este trabajo se mencionan algunas formas de utilizar dicho concepto desde niveles elementales basados en la intuición hasta niveles avanzados que requieren procesos formales y modelos aleatorios; asimismo, se presentan algunos ejemplos. Posteriormente, se hace una reflexión sobre la simulación en el contexto de una didáctica de la estadística y la probabilidad. Finalmente, se muestran las conclusiones.

## Palabras clave

Pensamiento aleatorio, simulación como recurso didáctico, modelos aleatorios.

## Abstract

*Random thinking often is used to model real situations with precence of uncertainty; the increasing of this thinking is a urgent task, in itselft, the teachers and students should participate actively. A tool what makes possible estimate probabilities and random variables values is the simulation. In this paper, initialy, it is mentioned some ways of use the simulation concept from elemental levels basesth on the intuition until advance levels that request formal process and random models; in the same way, some examples are presented. Subsecuently, I make a reflection about the simulation in the context of a statictic and probability didactic. In the end, I show the conclusions.*

## Key words

*Random thinking, simulation how didactic resorce, random models.*

# Introducción

El intento por comprender y explicar los fenómenos que ocurren de manera azarosa en la naturaleza, el contexto social o que impliquen riesgos en las actuaciones del ser humano y la toma de decisiones ha llevado a la necesidad de utilizar la teoría de la probabilidad en diversos campos. La probabilidad puede entenderse como la medida de la posibilidad o chance de que un evento ocurra (Valdivieso, 2010). Para ello, los individuos pueden guiarse por un enfoque subjetivista basado en las intuiciones, creencias, concepciones y experiencia sobre la ocurrencia de un evento específico (Batanero, Godino y Roa, 2004), o por el enfoque objetivo, que incluye elementos formales como espacios de probabilidad y axiomas que permiten, bajo ciertas reglas, calcular dicha posibilidad (Blanco, 2004).

En la modelización de situaciones reales caracterizadas por la ausencia de patrones y la presencia de incertidumbre resulta pertinente usar el pensamiento aleatorio y el razonamiento probabilístico para desarrollar procesos que permitan simular dichas situaciones de la manera más aproximada posible. La simulación se ha constituido en una herramienta que hace factible la obtención de estimaciones o aproximaciones de aquello que puede estar aconteciendo en una situación real específica. Debido a que el concepto de simulación se ha implementado mediante técnicas determinísticas y no determinísticas, es necesario aclarar que, en el presente trabajo, la simulación será abordada en circunstancias y contextos aleatorios, ya sea que se trate de forma manual o a través del computador. Con frecuencia, el concepto de simulación se ha desarrollado desde un enfoque puramente formal constituyéndose en dominio de un grupo reducido de expertos. Para que este concepto sea extensivo hacia un mayor número de usuarios, es conveniente implementarlo paulatinamente desde los primeros grados de educación básica hasta los de educación universitaria. Con este fin, se requiere buscar formas de comprenderlo y enseñarlo de manera pertinente empezando con el nivel elemental basado en la intuición y la experiencia del individuo, y luego escalando hacia niveles avanzados caracterizados por la axiomatización y la implementación de algoritmos complejos. Lo anterior implica tener presentes didácticas específicas de la estadística y probabilidad que hagan posible el fomento del pensamiento aleatorio de manera diferenciada de acuerdo al desarrollo mental del estudiante.

Este trabajo se configura de la siguiente manera: en la primera sección se presentan los conceptos básicos relacionados con la simulación, los números y experimentos aleatorios. En la segunda, se describen las formas de utilizar el concepto de simulación y se elaboran ejemplos alusivos; en la tercera, se hace una reflexión de la simulación en el contexto de una didáctica de la estadística y la probabilidad. Finalmente, se externan las conclusiones. Es necesario comentar que las ideas centrales de este artículo fueron socializadas mediante una ponencia en el XIII Evento Internacional Matecompu 2011 y III Congreso Internacional Alammi 2011, realizado en la Universidad Pedagógica "Juan Marinello" en Matanzas, Cuba.

# 1. Elementos conceptuales

## 1.1 El concepto de simulación

El concepto de simulación no es tan nuevo, se considera que la simulación se originó en el momento mismo en que el hombre intentó imitar y emular algunos fenómenos que ocurren en la naturaleza de manera azarosa, aleatoria e inesperada o de imitar el comportamiento de comunidades animales que desarrollaron procesos lo suficientemente elaborados para conseguir su alimento, subsistir en determinados ambientes o simplemente realizar su locomoción. Desde hace mucho tiempo, el hombre ha inventado máquinas y procedimientos que emulan el desplazamiento de muchas especies animales o que tratan de predecir la ocurrencia de fenómenos como la lluvia, el soplar del viento, el movimiento de los cuerpos celestes, etc. Intuitivamente, la simulación se puede entender como emulación o imitación de situaciones reales, con preferencia aquellas en las que haya presencia de incertidumbre, riesgo o necesidad de experimentación.

De manera formal, según West Churchman (1973): "A simula a B si: A y B son sistemas formales, B se considera como un sistema real, A se toma como una aproximación de B, el modelo A con sus reglas de validez no está exento de error". De acuerdo con Churchman, la simulación puede entenderse como el arte de construir modelos para estudiar el comportamiento de un sistema real. Un modelo es una representación de un sistema de interés a través de elementos concretos o abstractos. Diversas simulaciones se desarrollan con base en modelos matemáticos de carácter probabilístico o de corte determinístico que no incluye lo aleatorio; la naturaleza del sistema a estudiar generalmente proporciona indicios acerca de cuál ha de ser el modelo más apropiado para su análisis y emulación (Blanco, 2004).

Cuando el modelo adecuado es el probabilístico, resulta pertinente considerar una o varias variables aleatorias que permitan explorar, describir, analizar, predecir, inferir o explicar aquello que puede estar ocurriendo en el sistema objeto de simulación. Muchas veces la simulación implica usar técnicas numéricas para conducir experimentos usando un computador digital, en este caso es conveniente utilizar cierto tipo de modelos matemáticos y lógicos que describan el comportamiento del sistema, usando para ello números aleatorios o técnicas numéricas específicas (Naylor, Balintfy y Chu, 1977).

Los procesos de simulación se pueden desarrollar de forma manual o mediante el ordenador. La primera forma se usa con frecuencia en los juegos de azar o en aquellos procesos que incluyen el uso de pocos números aleatorios. La simulación por computador comenzó a trabajarse en la década de los cuarenta cuando Turing inventó su máquina ideal que funcionaba perfectamente en el papel e imitaba al ordenador actual (Turing, 1950). Posteriormente, usando el método de Montecarlo y el computador fue posible imitar las explosiones nucleares trabajando sobre modelos matemáticos bastante sofisticados (Gentle, 1998).

## 1.2 El concepto de número aleatorio

Para desarrollar procesos de simulación ya sea de forma manual o por medio del computador, la base fundamental son los llamados números aleatorios. Éstos se comportan caprichosamente como valores de variables aleatorias, de forma similar a los fenómenos no controlables en la naturaleza. Para la generación de este tipo de números, se han ideado diversos mecanismos y métodos cuya finalidad es obtener secuencias que puedan considerarse aleatorias. En principio, se generaron dichos números utilizando técnicas manuales tales como ruedas giratorias, ruletas, lanzamiento de dados, barajas (Ross, 1999), así como métodos analíticos entre los que destacan el de los cuadrados medios y el de congruencias lineales.

Al generar secuencias de números aleatorios, la idea es que no se pueda determinar el predecesor mediante alguna fórmula del siguiente número aleatorio generado. Actualmente, se utilizan métodos computacionales para generar números aleatorios. Los números generados por computadora se denominan pseudo aleatorios y requieren superar algunas pruebas estadísticas para ser considerados como verdaderos números aleatorios, entre ellas las pruebas de la media, la varianza y de independencia (Azarang, 1996).

## 1.3 El concepto de experimento aleatorio

Un experimento aleatorio es aquel en el que sus resultados no pueden ser determinados de antemano. Al conjunto de todos los posibles resultados de un experimento aleatorio se le denomina espacio muestral (Blanco, 2004). Un espacio muestral provisto de un sigma álgebra y una medida de probabilidad se le da el nombre de espacio de probabilidad (Shao, 1999); éste, a su vez, permite calcular probabilidades, definir variables aleatorias y su distribución tanto en espacios discretos como en continuos. En diversas circunstancias se requiere simular valores de variables aleatorias con una determinada distribución; para ello, se pueden utilizar métodos generales como el de la trasformada inversa, Box-Muller, el de rechazo, convolución, composición, entre otros (Saavedra e Ibarra, 2008); todos estos métodos requieren una considerable cantidad de números aleatorios.

De acuerdo con Godino, Batanero y Cañizares (1987) la noción de lo aleatorio ha estado ligada a las diferentes concepciones sobre la probabilidad, entre ellas, la posibilidad de que un evento suceda. Una primera acepción de lo aleatorio se puede extractar del diccionario de M. Moliner (1983): “Incierto. Se dice de aquello que depende de la suerte o del azar”, siendo el azar “la supuesta causa de los sucesos no debidos a una necesidad natural ni a una intervención humana ni divina”. Puede interpretarse entonces que aleatorio es aquello cuyas causas son desconocidas y el azar correspondería a la causa de los fenómenos aleatorios. El azar puede suprimir la influencia de la voluntad o del conocimiento de los individuos sobre algo que ocurre de manera fortuita. Para Poincaré (1936) los filósofos clásicos ya distinguían los fenómenos aleatorios de los no aleatorios, los fenómenos aleatorios no podían preverse ni determinarse porque se rebelaban a toda ley, mientras que los no aleatorios parecían obedecer a leyes conocidas.

# 2. Formas de utilizar el concepto de simulación

## 2.1 Nivel elemental o intuitivo

En concordancia con el diccionario filosófico de Rosental (2005), la intuición es la facultad de conocer de modo inmediato la verdad sin previo razonamiento lógico; por consiguiente, los procesos de simulación basados en la intuición corresponden a un nivel elemental y anteceden a los procesos formales. Según Batanero (2001), la simulación estadística consiste en poner en correspondencia dos experimentos aleatorios diferentes, con la condición de que a cada suceso elemental del primer experimento le corresponda un suceso elemental del segundo y sólo uno, de tal manera que los sucesos puestos en correspondencia en ambos experimentos tengan igual probabilidad de ocurrir.

Este concepto resulta semejante al de isomorfismo en otras ramas de las matemáticas o de otras ciencias. En el nivel elemental, con frecuencia, un uso de la simulación consiste en sustituir un experimento aleatorio difícil de observar en la realidad, por otro equivalente. Para ello, es conveniente desarrollar un número suficiente de actividades relacionadas con ocurrencias de la vida diaria de los estudiantes (Batanero, 2001). Ejemplo 1: si se desea simular el evento de que "el estudiante Pedro presenciará un accidente de tránsito en el trayecto hasta su escuela" bastaría con lanzar una moneda al aire y hacer corresponder el sello con la posibilidad de que suceda el accidente y con cara la posibilidad de que no suceda. Ejemplo 2: si se quiere simular "el orden en que seis estudiantes pasarán al pizarrón durante la próxima clase de estadística", se pueden utilizar seis dados corrientes y lanzarlos al aire una vez haciendo corresponder el nombre de cada estudiante con uno de los dados numerados con 1, 2, 3, 4, 5, 6 con la condición de que si en alguno de los dados coincide, se lanzará nuevamente.

Lo interesante de desarrollar experimentos de simulación en el nivel elemental es que el segundo experimento se puede realizar varias veces y utilizar sus resultados para obtener información del primero. Así mismo, se puede ejecutar de forma diferenciada en los diversos grados escolares. Ejemplo 3: si se desea estimar la probabilidad de "terminar la carrera profesional" en la que se han inscrito 50 estudiantes recientemente en la universidad, se pueden lanzar 50 monedas al aire haciendo corresponder el sello con la posibilidad de terminar dicha carrera y dando a la cara el sentido inverso. A continuación se contarán los casos favorables dividiéndolos entre 50 para obtener una primera estimación de acuerdo al enfoque frecuencial (Mises, 1952). Al realizar el experimento varias veces, 10, 100 o 1000 y promediar las fracciones resultantes, se tendrá una estimación de dicha probabilidad.

Otra manera de desarrollar procesos de simulación de forma manual consiste en apoyarse en los denominados modelos de urna. Ejemplo 4: en una urna se disponen 4 bolas blancas, 6 bolas negras y 10 bolas rojas que emulan a tres grupos de personas conformados respectivamente por 4, 6 y 10 individuos que aspiran a ocupar el cargo de presidente de una compañía, y se indaga por la posibilidad de que un individuo perteneciente al grupo de los 6 ocupará el mencionado cargo. En este caso, se recomienda realizar el experimento manualmente con un número grande de repeticiones a fin de que se estabilice la frecuencia relativa puesto que se trata de simular un proceso aleatorio complejo mediante una secuencia de extracción de bolas (Polya, 1982).

En el nivel intuitivo interesa que los estudiantes realicen muchas actividades de simulación con apoyo de material manipulable tales como monedas, dados, ruletas, urnas, entre otros. Una vez que se haya alcanzado un alto dominio se recomienda pasar al empleo de tablas de números aleatorios. También se pueden generar números pseudo aleatorios por medio de la función random en una calculadora de bolsillo, programas de computador, así como con algún software de simulación de carácter didáctico o científico existente en el mercado o en internet (Osorio, Suárez y Uribe, 2013). Después de familiarizarse con los números aleatorios, se puede incursionar en el desarrollo de procesos de simulación formal haciendo uso del computador.

A nivel de la educación básica secundaria y media, la simulación juega un papel importante debido a que ayuda al estudiante a distinguir la probabilidad experimental y la probabilidad teórica. Es decir, ayuda en la transición de lo intuitivo hacia lo formal o axiomático. En este contexto, es conveniente apoyarse en situaciones concretas que permitan obtener conjuntos finitos conformados por todos los resultados posibles de un experimento aleatorio, y la realización reiterada de actividades como las mencionadas en el nivel intuitivo a fin de lograr generalizaciones. Ejemplo 5: se quiere determinar la probabilidad de que "al lanzar un dado justo al aire una vez", dicho dado caerá en el número tres.

Teóricamente, se sabe que bajo la concepción laplaciana o de equiprobabilidad, cada una de las seis caras del dado tiene la misma verosimilitud (Alexander y Kelly, 1999); por consiguiente, la probabilidad de que el dado muestre la cara marcada con el tres será de un sexto. Para su comprobación, el estudiante puede experimentar lanzando inicialmente el dado 60 veces y contar el número de veces que salió el tres, posteriormente dividirá este número entre 60. Repetirá el experimento anterior 120, 600 veces y así sucesivamente. Al comparar los cocientes obtenidos es posible que éstos estén muy próximos al resultado de dividir 1 entre 6, lo que corresponde a la probabilidad teórica. De ser así, se puede afirmar que, en esta situación, la probabilidad se puede calcular como cociente entre la frecuencia absoluta de aparición del tres y el número total de veces que se lanzó el dado. De lo contrario, es razonable concluir que el dado lanzado no era justo.

## 2.2 Nivel avanzado o formal

Para desarrollar procesos formales de simulación es recomendable tener presente la conceptualización hecha al respecto por Churchman. Además, el individuo que pretende realizar estos procesos ha de hacer una reflexión profunda sobre el fenómeno a simular hasta comprenderlo y poder generar un conjunto de pasos bien estructurado que permitan emular el fenómeno satisfactoriamente. En Naylor, et al. (1977) se afirma que, para la planeación de experimentos de simulación, se requiere de procedimientos que pueden incluir, al menos, las siguientes etapas: formulación del problema, recolección y procesamiento de datos tomados de la realidad correspondientes a variables controlables y no controlables o aleatorias, formulación de modelos matemáticos, estimación de parámetros a partir de datos reales pertenecientes a muestras pertinentes, evaluación de los modelos matemáticos propuestos con base en los parámetros estimados, formulación de un programa para el computador, validación, ejecución del experimento de simulación y análisis de los datos simulados.

Actualmente, la simulación por medio de números aleatorios usando el computador ha alcanzado gran desarrollo y su uso está creciendo aceleradamente ya que se ha constituido en una herramienta poderosa para resolver una gran variedad de problemas que por métodos analíticos no se habían podido solucionar en diversos campos del conocimiento humano, como la medicina, física, informática, ingeniería, matemáticas, estadística, economía, administración, biología, ciencias naturales, entre otros.

Diversos autores que han desarrollado procesos de simulación por computador manifiestan que, para realizar estos procesos, es conveniente partir de modelos matemáticos (Churchman, 1973; Law y Kelton, 1991; Papoulis, 1991; Azarang, 1996; Gentle, 1998; Ross, 1999; Rios, 2000; Glasserman, 2004). La implementación de este tipo de modelos requiere utilizar herramientas teóricas provenientes de estadística matemática, teoría de probabilidad, ecuaciones diferenciales, programación de computadores, entre otras. En lo referente a la simulación de variables aleatorias, se han utilizado modelos provenientes del campo de la probabilidad y se han construido métodos generales como los mencionados en la sección 1.3, los cuales han posibilitado la simulación de variables aleatorias con distribución usual discreta –Bernoulli, binomial, Poisson, geométrica, hipergeométrica–; continuas usuales –normal, uniforme, exponencial, t-student, chi cuadrado, Fischer, etc.–; o variables provenientes de distribuciones mixtas y de contorno elíptico, entre muchos otros casos.

A continuación se propone una situación simplificada de la realidad en la que se supone que una máquina que deposita leche líquida en un determinado tipo de bolsa está trabajando bajo control. Ejemplo 6: se desea simular la cantidad de leche que depositará una máquina en bolsas con capacidad para 1000 mililitros con la condición de que la cantidad de leche ha de ser lo más uniforme posible y estar en promedio muy cerca de los 1000 mililitros con un rango de valores entre 998 y 1002 ml. En este caso, para desarrollar el proceso de simulación es conveniente considerar inicialmente el siguiente algoritmo: reflexionar sobre el problema planteado –muy posiblemente usar una distribución de probabilidad uniforme de media 1000–, usar un método de simulación pertinente –quizá el método de la trasformada inversa sea el más adecuado–, generar números aleatorios provenientes de una distribución uniforme en el intervalo (0,1), verificar que dichos números resultan efectivamente aleatorios, reemplazar dichos números en la función de distribución inversa de la uniforme, determinar el número de repeticiones para este experimento aleatorio y los demás que se juzguen convenientes.

En seguida, se ha de refinar el algoritmo para finalmente decidir si la simulación se realizará mediante métodos manuales o si se utilizará el computador. Desarrollar el anterior proceso adecuadamente es una actividad formal y compleja que requiere, como mínimo, revisar la parte axiomática de las distribuciones de probabilidad, desarrollar un algoritmo apropiado y elaborar un

programa para ser ejecutado en el computador usando un determinado lenguaje de programación. De manera muy esquemática, a continuación se presentan los resultados de simular 10 posibles valores de la cantidad de leche que depositaría la máquina. Para ello, en la Tabla 1 se indican los números aleatorios obtenidos del intervalo (0,1) y los valores simulados mediante la expresión X=U(b-a)+a, donde los valores aleatorios se sustituyen en U, y haciendo a=998 y b=1002, esperando que la media para los valores X resulte próxima a 1000.

**Tabla 1. Valores simulados x de la variable aleatoria "cantidad de leche líquida que depositará la máquina aleatoriamente en 10 bolsas"**

| No. Aleatorio | Valores simulados x |
|---|---|
| 0,139644 | 998,558576 |
| 0,431302 | 999,725208 |
| 0,612179 | 1000,44872 |
| 0,290753 | 999,163012 |
| 0,155732 | 998,622928 |
| 0,699504 | 1000,79802 |
| 0,346299 | 999,385196 |
| 0,445639 | 999,782556 |
| 0,052416 | 998,209664 |
| 0,103202 | 998,412808 |

Al calcular la media con los valores simulados para la leche depositada en 10 bolsas, se obtiene 999.3106 ml aproximadamente. El anterior proceso se puede desarrollar incluso de manera manual utilizando una tabla de números aleatorios y una calculadora de bolsillo o mediante una hoja de cálculo en el computador. Los resultados simulados hacen pensar que es conveniente repetir el proceso de simulación varias veces hasta lograr una mejor aproximación al valor esperado de 1000 ml. Una primera tarea consiste en aumentar la cantidad de números aleatorios a 100, 1000, 10 000 etc., para observar si la situación mejora; luego, determinar la cantidad de veces que sea necesario repetir el proceso para lograr un resultado óptimo: 5, 20, 50, 600, etc. Para desarrollar este proceso adecuadamente, se requiere generar por computador una elevada cantidad de números aleatorios e implementar un programa de ordenador que automatice el proceso. En Burbano (2010), se indican formas alternativas de simular valores de variables aleatorias con distribución normal, uniforme y logística, la cuales se podrían aplicar a situaciones reales.

A continuación se presenta una simulación que involucra el uso del modelo normal. Ejemplo 7: Por medio de datos históricos, se ha determinado que los ingresos mensuales de las pequeñas empresas situadas en el sector sur de la ciudad B en Colombia durante el año 2013 se distribuyeron normalmente con una media de 3 200 000 pesos y una desviación estándar de 125 000 pesos. Se requiere simular los ingresos de 12 pequeñas empresas del sector sur de la mencionada ciudad para el año 2014, bajo el supuesto de que para el año 2014 se presentarán condiciones semejantes a las del año 2013.

En este caso, se pueden utilizar los conceptos referentes a la simulación de variables aleatorias con distribución normal estándar N(0,1). Burbano, Valdivieso y Salcedo (2011) describen diversas formas de simular este tipo de variables. De manera sintetizada, el algoritmo es el siguiente: generar números aleatorios provenientes a una distribución uniforme en el intervalo (0,1), verificar que dichos números resultan efectivamente aleatorios, reemplazar dichos números en la expresión (5) (Burbano, et al., 2011) u otra que posibilite simular valores normal estándar. Finalmente, los 12 valores simulados x para los ingresos se obtienen mediante la expresión $x=z\sigma+\mu$ donde z corresponde a un valor simulado de la variable normal estándar, $\sigma$ es la desviación estándar de 125 000 y $\mu$ la media de 3 200 000. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2. Valores simulados x de la variable aleatoria "ingresos mensuales en 12 pequeñas empresas, sector sur de la ciudad B en Colombia"**

| No. aleatorio | z | Valores simulados x |
|---|---|---|
| 0,695545 | 0,508475 | 3263559,38 |
| 0,902572 | 1,295419 | 3361927,38 |
| 0,122813 | -1,15889 | 3055138,75 |
| 0,507697 | 0,019153 | 3202394,13 |
| 0,117283 | -1,18676 | 3051655 |
| 0,924725 | 1,438269 | 3379783,63 |
| 0,517283 | 0,043018 | 3205377,25 |
| 0,271406 | -0,605099 | 3124362,63 |
| 0,644636 | 0,368389 | 3246048,63 |
| 0,643786 | 0,366119 | 3245764,88 |
| 0,852829 | 1,045753 | 3330719,13 |
| 0,06515 | -1,51456 | 3010680 |

*Fuente: El autor. Los valores de esta tabla fueron generados con el software libre R*

# 3. Reflexiones acerca de la simulación en el contexto de una didáctica de la estadística y de la probabilidad

## 3.1 Elementos de una didáctica específica

En la formulación de una didáctica específica hay necesidad de tener presentes, por lo menos, los siguientes elementos (Ricardo Lucio, 2009): los seres humanos a quienes se les tendrá que enseñar, los temas que se vayan a desarrollar, el enfoque metodológico que se piense implementar, y el profesor, docente u orientador formado con conocimientos específicos suficientes en un determinado tema y en su didáctica. Es decir, como mínimo se debe pensar en quién, qué y cómo se tendrá que enseñar u orientar una temática específica. Estos elementos son aplicables también al contexto específico de la estadística y la probabilidad.

En consonancia con los elementos indicados, se requiere que los individuos involucrados en los procesos pedagógicos reflexionen y tengan conciencia de que el proceso enseñanza-aprendizaje se encuentra afectado por otras circunstancias –qué es aquello que realmente interesa aprender, contexto, procesos de cambio que se estén suscitando a nivel local, nacional e internacional, recursos didácticos, avances tecnológicos, políticas trazadas por el sistema educativo en cada país, fines de la educación, entre otros–. En esta sociedad permeada por el cambio continuo y grandes avances científicos, la estadística constituye una herramienta fundamental para el procesamiento y análisis de la información proveniente de distintas fuentes y se ha consolidado como ciencia de los datos y elemento fundamental en el método científico experimental (Batanero, 2001; Aliaga y Gunderson, 2005).

Adicionalmente, los actores educacionales han de tener presente que hoy, la educación de un individuo ya no se circunscribe a un periodo determinado de su vida, ni es el docente la única fuente del saber e información como hasta hace poco se creía. Además, los espacios educativos y las oportunidades para aprender son diversos; es posible aprender en el entorno, grupo o sociedad a la que pertenece el individuo, bajo estructuras de educación formal, informal, presencial, a distancia, virtual etc., con metodologías que enclaustran o mediante estudio independiente (Insuaty,1999). Por lo tanto, el memorismo del estudiante, el autoritarismo del docente y las prácticas pedagógicas que impiden el desarrollo de la autonomía intelectual y moral de quien aprende no tienen mucho sentido en el transcurso el siglo XXI.

Actualmente, “el saber ya no consiste en aprender únicamente lo que otros han escrito sino en aprender a aprender de muchas fuentes de información” (Insuaty,1999). La educación en el transcurso de la vida debe fundamentarse en aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser; es decir, aprender de manera autónoma. La “autonomía significa gobernarse a sí mismo” (Kamii, 1998), llegar a ser capaz de pensar con sentido crítico, teniendo presente diferentes puntos de vista, con opinión propia bien fundamentada para la toma de decisiones en presencia de incertidumbre. La autonomía se adquiere por medio de la construcción interior a través de la interacción con el medio ambiente, las materias del plan curricular y la didáctica utilizada por el docente. El currículo debe propiciar la autonomía intelectual, social, afectiva y moral del aprendiz y, para ello, el docente debe diseñar ambientes escolares reales o simulados de modo que el estudiante pueda construir su conocimiento y aprender significativamente.

## 3.2 Didáctica de la estadística y la probabilidad

La didáctica de la estadística y la probabilidad también se conoce con el nombre de “educación estadística” o “educación estocástica”; emergió y continúa creciendo apoyada principalmente en los marcos teóricos de dos disciplinas: la estadística y la educación matemática (Garfield y Ben-Zvi, 2008). En la actualidad, la educación estadística se establece como un campo de investigación con autonomía propia, abordando aspectos epistemológicos, cognitivos, didácticos, pedagógicos, curriculares y contextuales relacionados con el proceso enseñanza-aprendizaje de la estadística y probabilidad. Sus orígenes pueden ubicarse en la década de los cuarenta, cuando la Asociación Americana de Estadística (ASA, American Statistical Asociation) implementó una sección de enseñanza de la estadística (Mason, McKenzie, & Ruberg, 1990) que, más adelante, en la década de los setenta, se constituiría en la sección de educación estadística.

En la mayoría de los países del mundo, desde la década de los ochenta la estadística y la probabilidad son parte del área de matemáticas y han adquirido distintos grados de importancia en los currículos escolares (Estrella y del Pino, 2012). Un comité proveniente de la ASA y del NCTM (National Council Teachers of Matematics) elaboró un currículo por grados para dichas materias llamado K-12, el cual fue fomentado con la producción de una serie de libros y de un diagnóstico sobre el estado de su enseñanza en las escuelas alrededor del mundo (Barnett, 1982). Los resultados del diagnóstico mostraron el uso de materiales inapropiados para su enseñanza, profesores con poca formación en el conocimiento disciplinar y didáctico, y pocos esfuerzos institucionales para desarrollar el K-12.

Desde ese momento, distintos organismos internacionales han aunado esfuerzos en la búsqueda del mejoramiento de la educación estadística: ICOTS (International Conference on Teaching Statistics) celebrada cada cuatro años desde 1982; IASE (International Asociation for Statistical Educación), AERA (American Educational Research Association), RSS (Royal Statistical Society), la Sociedad Estadística Japonesa, la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SERG (Statistical Education Research Group), ICMI (International Comisión Mathematical Instruction), entre otros. Sin embargo, las prácticas centradas en una enseñanza mecanicista y de corte transmisionista para la estadística y la probabilidad que han enfatizado algoritmos, fórmulas, procesos y cálculos no han favorecido su pleno desarrollo (Pinto, 2010).

Con la intención de transformar dichas prácticas, en la década de los noventas estos organismos recomendaron iniciar el desarrollo de la 'cultura estadística' para luego avanzar hacia el razonamiento y el pensamiento estadístico y probabilístico (Wild y Pfannkuch, 1999). Se recomienda que la enseñanza de la estadística en el nivel pre-universitario se focalice en el desarrollo del pensamiento estadístico inherente al ciudadano informado e inmerso en la cultura, incluyendo las habilidades de organizar y representar datos, construir tablas de forma apropiada, así como la comprensión de conceptos, notación, vocabulario, símbolos y significados de la probabilidad entendida como una medida de incertidumbre (Ben-Zvi y Garfield, 2004). Así mismo, se proponen modelos específicos para orientar la enseñanza de la estadística tales como el PPDAC (Problema, Plan, Datos, Análisis, Conclusiones) propuesto por MacKay y Oldford (1994) y divulgado luego por Pfannkuch y Wild (1999; 2000) y el GAISE (Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education) publicado por la ASA en 2007 (Zapata, 2011); sin embargo, los profesores no los utilizan, quizá por desconocimiento o por falta de actualización en estos temas.

Para el mejoramiento de la enseñanza de la probabilidad, se propone el diseño y desarrollo de estrategias didácticas soportadas en: 1) las investigaciones de corte psicológico realizadas entre 1950 y 1980 cuya finalidad era estudiar cómo los individuos piensan y toman decisiones en situaciones de incertidumbre, indagar sobre heurísticas, concepciones erróneos y sesgos en el desarrollo cognitivo de conceptos en probabilidad; y comprender más sobre las creencias, intuiciones y razonamiento probabilístico (Piaget e Inhelder, 1951; Kahneman y Tversky, 1972; Fischbein, 1975; Kahneman, Slovic y Tversky, 1982; entre otros). 2) investigaciones centradas en la resolución de problemas relacionados con la probabilidad llevadas a cabo durante los noventas (Fischbein y Gazit, 1984; Kapadia, 1986; Székely, 1986; Godino, et al., 1987; Lecoutre y Cordier, 1990; Konold, 1991; Steinbring, 1991; Ahlgren y Garfield, 1991; Shaughnessy, 1992). 3) investigaciones sobre comprensión de fenómenos aleatorios y de conceptos relacionados con la probabilidad realizadas después de 1990 (Serrano, 1996; Borovcnik y Peard, 1996; Azcárate, 1997; Bennet, 1998; Lesser, 1998; Sáenz, 1998; Hirsch y O'Donell, 2001; Batanero, Henry y Parzysz, 2005; Stohl, 2005; Jones, Langrall y Mooney, 2007; Inzunsa y Guzman, 2011; por citar algunos).

## 3.3 La simulación dentro de la didáctica de la estadística y la probabilidad

La simulación en el contexto escolar puede considerarse bajo dos perspectivas: 1) como tema de estudio, 2) como recurso didáctico para calcular la probabilidad de un evento y para simular valores de variables aleatorias. En la primera perspectiva, siguiendo a Ricardo Lucio, el qué enseñar correspondería al tema de la simulación. Respecto a quienes enseñan es pertinente precisar que el mencionado tema puede ser trabajado con estudiantes en los niveles de educación básica, media y universitaria. En cuanto a cómo enseñar, es necesario tener presente que en la educación básica conviene abordar la simulación desde un nivel elemental basado en la intuición utilizando materiales manipulables. En la educación media se propone reforzar lo intuitivo con la generación de números aleatorios y el desarrollo de algunos algoritmos para

simular variables aleatorias de tipo Bernoulli o Binomial con dos posibles resultados: éxitos y fracasos. En estos casos es recomendable utilizar la lúdica.

Ya en la educación universitaria es pertinente desarrollar procesos de simulación de manera formal. Para ello, es necesario que el estudiante tenga primero un alto dominio de las distribuciones de probabilidad tanto discretas como continuas, aplique diferentes métodos para generar números aleatorios y desarrolle algoritmos de manera manual y en el computador. En seguida, se ha de empezar a simular algunos fenómenos aleatorios basados en modelos usuales discretos y continuos; cuando se haya alcanzado el suficiente dominio en estas etapas, se recomienda diseñar y ejecutar formalmente experimentos de simulación, lo que probablemente llevará a la formulación de otros tipos de modelos aleatorios, diseño de algoritmos más complejos y elaboración de programas de computador.

Por su parte, el profesor ha de poseer conocimientos suficientes acerca del concepto de simulación, generación de números aleatorios, distribución y cálculo de probabilidades, etapas en los procesos de simulación, diseño de algoritmos y programación en algunos lenguajes de alto nivel. A esto, debe agregarse el manejo adecuado de una gamma de representaciones y estrategias para la enseñanza, así como conocimientos sobre la forma en que el alumno aprende (Shulman, 1987).

En la segunda perspectiva, la simulación ser un recurso didáctico y utilizarse como modelo pseudo concreto en distintas situaciones reales afectadas por fenómenos aleatorios. Así mismo, la simulación se constituye en un atractivo instrumento para la enseñanza y aprendizaje de conceptos probabilísticos e ideas estocásticas y la construcción de conocimiento científico (Heitele, 1975). Una guía didáctica para abordar el razonamiento probabilístico se encuentra implícita en los libros de Nisbett y Ross (1980), Kahneman et al., y en los resultados de las investigaciones mencionadas en la sección 3.2. Cuando se trate de introducir temas de probabilidad con apoyo de la simulación es importante analizar el razonamiento de los individuos a fin de ayudar a transformarlo, debido a que los conceptos involucrados en la probabilidad y simulación corresponden a ideas bastante abstractas y no están ligadas a las experiencias directas del individuo, como sí puede ocurrir con los conceptos geométricos o numéricos (Batanero, 2001).

Finalmente, se sugiere que abundantes ejemplos similares a los presentados en la sección 2.1 se desarrollen ampliamente en la educación secundaria, y ejemplos semejantes a los de la sección 2.2 se implementen en el bachillerato y en la educación universitaria. Específicamente, la simulación se constituye en un valioso recurso para estimar probabilidades en aquellas situaciones que ameriten aplicar el enfoque frecuencial de probabilidad (Ortiz y Serrano, 2008). Por otro lado, la simulación de variables aleatorias tanto discretas como continuas es una ponderosa herramienta para resolver diversos problemas en distintos campos del conocimiento científico y de la vida cotidiana.

## Conclusiones

La simulación es una poderosa herramienta para modelar fenómenos aleatorios u obtener aproximaciones válidas en situaciones reales en las cuales se intuya la presencia de incertidumbre. Para ello, se requiere desarrollar gradualmente el pensamiento aleatorio en los individuos que aspiren a utilizar dicha herramienta, así como los aspectos teóricos propios de la simulación.

El profesor ha de tener presente que existen formas didácticas para fomentar el uso de la simulación; para ello, se recomienda la implementación de procesos que vayan desde niveles elementales o intuitivos hasta niveles avanzados caracterizados por el desarrollo de procesos formales basados en modelos aleatorios y la utilización del computador.

La simulación en el contexto educativo puede abordarse como tema de estudio o como un recurso didáctico destinado a facilitar el cálculo de la probabilidad de un evento y la generación de valores de variables aleatorias. En ambos casos, la simulación puede ubicarse en el contexto de una didáctica de la estadística y la probabilidad.

# Bibliografía


1. Ahlgren, A. y Garfield, J. (1991). *Analysis of the probability curriculum.* En R. Kapadia y M. Borovcnik (Eds.), Chance encounters: probability in education (pp. 107-134). Dordrecht: Kluwer.
2. Alexander, R., & Kelly, B. (1999). *Mathematics 12: Western Canadian edition.* Don Mills: Addison-Wesley.
3. Aliaga, M. y Gunderson, B. (2005). *Interactive Statistics.* (3rd Edition). Prentice Hall.
4. Azarang, M. R., (1996). *Simulación y análisis de modelos estocásticos,* México: McGrawHill,.
5. Azcárate, P. (1997). *La investigación matemática.* Cuestiones sobre los procesos de formación de los profesores. Relieve, 3 (2).
6. Barnett, V. (Ed.) (1982). *Teaching statistics in schools throughout the world.* Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute.
7. Batanero, C. (2001). *Didáctica de la Estadística.* Granada: Grupo de Investigación En Educación Estadística. Universidad de Granada.
8. Batanero, C., Godino, J. D. y Roa, R. (2004). *Training teachers to teach probability.* Journal of Statistics Education Volume 12, 1.
9. Batanero, C., M. Henry y B. Parzysz, (2005), *"The nature of chance and probability"*, en G. A. Jones (ed.), Exploring Probability in School: Challenges for Teaching and Learning, (pp. 15-37), Nueva York, Springer.
10. Bennet, D. J. (1998). *Randomness.* New York: Cambridge University Press.
11. Ben-Zvi, D. y Garfield, J. (Ed.) (2004). *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking.* London: Kluwer Academic Publishers.
12. Blanco, L. (2004). *Probabilidad*. Universidad Nacional de Colombia.
13. Borovcnik, M. y Peard, R. (1996). *Probability,* en Bishop, A.J., Clements, K., Keitel, C., Kilpatrick, J. y Laborde, C. (Eds.). International Handbook of Mathematics Education (pp. 239-287). Holanda: Kluwer Academic Publishers.
14. Burbano, V. M. A. (2010). *Una manera alternativa de simular variables aleatorias con distribución normal, uniforme y logística*. Revista Ciencia en desarrollo, 3, 63-72.
15. Burbano, V. M. A, Valdivieso M. A y Salcedo L. (2011). *Distintas formas de simular variables aleatorias con distribución normal estándar.* Revista Ciencia en desarrollo, 3, 145-161.
16. Churchman, C. W. (1973). *El enfoque de sistemas,* Mexico: Editorial Diana.
17. Estrella, S. y Del Pino, (2012). *Educación estadística: relaciones con la matemática.* Revista de Investigación Educacional Latinoamericana 2012, 49, 53-64.
18. Fischbein (1975). *The intuitive sources of probabilistic thinking in children.* Dordrecht: Reidel.
19. Fischbein, E. y A. Gazit (1984),"*Does the teaching of probability improve probabilistic intuitions?: An exploratory research study",* Educational Studies in Mathematics, 15, 1-24.
20. Garfield, J. y Ben-Zvi, D. (2008). *Developing students' statistical reasoning.* Connecting research and teaching practice. London: Springer.
21. Gentle, J. E. (1998). *Random number generation and Monte Carlo methods.* New York: Springer.
22. Glasserman, P. (2004). *Monte- Carlo Methods in Financial Engineering.* Computational Finance. New York: Springer Verlag.
23. Godino, J. D., Batanero, C. & Cañizares, M, J. (1987). *Azar y probabilidad. Fundamentos didácticos y propuestas curriculares.* Madrid: Síntesis.

24. Heitele, D. (1975). *An epistemogogical view and fundamental stochastic ideas.* Educational studies in Mathematics, 6, 187 -205.

25. Hirsch, L.S. y O'Donell, A.M. (2001). *Representativeness in Statistical Reasoning: Identifying and Assessing Misconceptions*, Journal Statistical Education, 9.

26. Insuasty, L. (1999). *Pedagogía para el desarrollo del Aprendizaje Autónomo*. Guía De aprendizaje autónomo A. Pág 23. Bogotá.

27. Inzunsa, S. y Guzmán, M. (2011). *Comprensión que muestran profesores de Secundaria acerca de los conceptos de probabilidad: un estudio exploratorio.* Educación Matemática, 23, 63-95.

28. Jones, G., Langrall, C y Mooney, E. (2007). *Research in probability. Responding To classroom realities.* En F. K. Lester (Ed.), Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning (pp. 909-955). Charlotte: Information Age Publishing.

29. Kahneman, D. y Tversky, A. (1972). *Subjetive Probability: a judgment of representativeness.* Cognitive Psychology, 5, 430-454.

30. Kahneman, D., Slovic, P. y Tversky, A. (1982). *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases.* Nueva York: Cambridge University Press.

31. Kamii, C. (1998). *La autonomía como finalidad de la Educación.* Implicaciones de la Teoría de Piaget s.p.i. 41 p. Universidad de Illinois.

32. Kapadia, R. (1986). *Didactical phenomenology of probability.* En R. Davidson y J. Swift (Eds.), Proceedings of the Second International Conference on Teaching Statistics (pp. 260 - 264). University of Victoria.

33. Konold, C. (1991), *"Understanding student's beliefs about probability".* En E. V. Glasersfeld (Ed.), Radical Constructivism in Mathematics Education (pp. 139-156). Dordrecht: Kluwer.

34. Law M. A. M. y Kelton W. D. (1991). *Simulation Modeling and Analysis.* México: McGraw Hill.

35. Leucoutre, M.P. y Cordier, J. (1990). *Effect du mode de présentation d'un Problème aleatoire sur les modèles développés par les élèves.* Bulletin de l'APMEP, 372, 9-22.

36. Lesser, L. (1998). *Countering indifference – Using counterintuitive examples.* Teaching Statistics, 20, 10-12.

37. MacKay, R., & Oldford, W. (1994). *Stat 231 Course Notes Fall 1994*. Notas de clase. Waterloo, Canadá: University of Waterloo.

38. Mason, R. L., McKenzie, J. D., Jr., & Ruberg, S. J. (1990). *A brief history of the American Statistical Association,* 1839–1989. American Statistician, 44, 68-73.

39. Mises, R. (1952). *Probabilidad, estadística y verdad.* Madrid, España: Espasa-Calpe (Trabajo original publicado en 1928).

40. Naylor, Th., Balintfy, J. y Chu, K. (1977). *Técnicas de simulación en computadoras.* Mexico: Ed. Limusa.

41. Nisbett, R. E. y Ross, L. (1980). *Human inference: Strategies and shortcomings And social judgment.* Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.

42. 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.

43. Osorio, A., Suárez, P. y Uribe, A. (2013). *Revisión de alternativas propuestas para mejorar el aprendizaje de la probabilidad.* Revista virtual Universidad Católica del Norte, 38, 127-142.

44. Papoluis, A. (1991). *Probability, Random variables and Stochastic Process.* New York: McGrow-Hill Inc.

45. Piaget, J., e Inhelder, B. (1951). *La genése de l'idée de hasard chez l'enfant. Paris: Presses Universitaires de France.*

46. Pinto, J. (2010). *Conocimiento didáctico del contenido sobre la representación de datos estadísticos: estudio de casos con profesores de estadística de las carreras de psicología y educación.* Tesis doctoral no publicada, Universidad de Salamanca, España.

47. Poincaré, H. (1936). *El azar.* Artículo publicado originalmente en lengua inglesa en Journal of the American Statistical Association, 31, 10-30.

48. Polya, G. (1982). *Cómo plantear y resolver problemas.* México: Trillas.

49. Ricardo, L. (2009). *La Gestión de la Enseñanza y el Aprendizaje.* Colección Seminario Permanente de Pedagogía-SPP; No. 1, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

50. Ríos, I. D. (2000). *Simulación, Métodos y Aplicaciones.* Bogotá, Colombia: Editorial Alfaomega.

51. Rosental, M. M. (2005). *Diccionario filosófico.* Colombia: Editorial Atenea Ltda.

52. Ross, S. M. (1999). *Simulación*. México: Prentice Hall.

53. Saavedra, P. e Ibarra, V. (2008). *Simulación numérica de variables aleatorias.* México: Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

54. Sáenz, C. (1998). *Teaching Probability for Conceptual Change.* Educational Studies in Mathematics, 35, 233-254.

55. Serrano, L. (1996). *Significados institucionales y personales de objetos matemáticos ligados a la aproximación frecuencial de la enseñanza de la probabilidad.* Disertación Doctoral, Universidad de Granada, España.

56. Shao, J. (1999): *Mathematical Statistics.* New York: Springer.

57. Shaughnessy, J. M. (1992). *Research in probability and statistics: reflections and directions.* En D. Grouws (Ed.), Handbook of Research of Mathematics Teaching and Learning (pp. 465-494). Nueva York: Mac Millan.

58. Shulman, L. S. (1987). *Knowledge and teaching: foundations of the new reforms.* Harvard Educational Review, 57, 1-22.

59. Steinbring, H. (1991). *The theorical nature of probability in the classroom, en Kapadia, R. y Borovcnik, M. (*Eds.). Chance encounters: probability in education (pp. 135-167). Holanda: Kluwer Academic Publishers.

60. Stohl, H. (2005), *"Probability and Teacher Education and Development".* En G. Jones (Ed.), Exploring probability in school: Challenges for the teaching and learning (pp. 345-366(. Nueva York, NY, Springer Verlag.

61. Székely, G. J. (1986). *Paradoxes in probability theory and mathematical statistics.* Dordrecht, Netherlands: Reidel.

62. Turing, A. (1950). *Máquinas de calcular e inteligencia [Calculate machines and intelligence].* En A. Amderson (Ed.), Controversia sobre mentes y máquinas (p. 56). Barcelona: Tusquets.

63. Valdivieso, M. A. (2010). *Probabilidad Básica y distribuciones.* Apoyo al estudio independiente. Tunja: Impresiones Jotamar.

64. Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999). *Statistical thinking in empirical enquiry.* International Statistical Review, 67, 223-265.

65. Zapata, L. (2011). *¿Cómo contribuir a la alfabetización estadística?* Revista Virtual Universidad Católica del Norte, 33, 234-247.

# Comprensión de las medidas de asociación por estudiantes universitarios

Universidad de Granada. España

Gustavo R. Cañadas grcanadas@ugr.es
Carmen Batanero batanero@ugr.es
J. Miguel Contreras jmcontreras@ugr.es
María M. Gea mmgea@ugr.es

## Resumen

La investigación sobre los juicios de asociación muestra la extensión de estrategias incorrectas y sesgos en las conclusiones obtenidas, pero no se centra en el aprendizaje de técnicas matemáticas como consecuencia de la enseñanza. En este trabajo, se analiza la competencia de cálculo e interpretación de las medidas de asociación en tablas 2x2 en una muestra de 92 estudiantes de psicología, después de un proceso de estudio especialmente diseñado sobre el tema. Se describen la enseñanza realizada, la tarea propuesta y los resultados de la evaluación. La mayoría de los participantes fue capaz de calcular las medidas de asociación, aunque algunos confunden el signo. Una proporción alta de estudiantes interpreta correctamente el tipo de asociación, aunque se observa mayor dificultad en la interpretación probabilística del resultado.

## Palabras clave

Tablas de contingencia, medidas de asociación, comprensión, enseñanza, estudiantes universitarios.

## Abstract

*Research on association judgments shows the extent of incorrect strategies and biases in the conclusions, although it is not focused on the learning of mathematical techniques as a result of instruction. In this paper we analyze the computation and interpretation of association measures in 2x2 tables by a sample of 92 psychology students, after a teaching process. We describe the teaching, the task proposed in the evaluation and the results. Most participants were able to compute the association measures, although some confused the sign. A high proportion also provided correct interpretation of the type of association, although we observed higher difficulty seen in the probabilistic interpretation of the result.*

## Key words

*Contingency table, measures of association, understanding, teaching, university students.*

# 1. Introducción

Las tablas de contingencia son un recurso frecuente para comunicar información estadística y un instrumento potente de análisis de datos, además de servir para retener en la memoria una gran cantidad de información en forma eficiente (Cazorla, 2002). Tienen un papel esencial en la organización, descripción y análisis de datos al ser un instrumento de transnumeración, forma básica de razonamiento estadístico que proporciona nueva información al cambiar de un sistema de representación a otro (Wild y Pfannkuch, 1999).

Dichas tablas se presentan en actividades profesionales, por ejemplo en el diagnóstico médico o psicológico, donde el especialista se enfrenta a diferentes síntomas que pueden estar asociados o no con una patología. Para dar un diagnóstico, se debe interpretar la asociación entre estas variables y tomar una decisión adecuada (Díaz y Gallego, 2006).

Debido a estas razones, las tablas de contingencia debieran ser un tema de aprendizaje prioritario en los cursos de estadística en la universidad y en los últimos años de educación secundaria (Zieffler, 2006), ya que mediante ellas se introduce la idea de asociación estadística, que extiende la idea de dependencia funcional a situaciones en que se presenta incertidumbre. Por ello es difícil imaginar una actividad cognitiva más importante que el razonamiento sobre datos bivariados (Mckenzie y Mikkelsen, 2007), ya que la habilidad para evaluar adecuadamente la asociación permite a las personas explicar los acontecimientos del pasado, controlar variables en experimentos e investigaciones y predecir la tendencia en sucesos que ocurrirán en el futuro (Crocker, 1981).

A pesar de la importancia señalada, encontramos poca investigación sobre la comprensión de la asociación y de las técnicas matemáticas que permiten interpretarla por parte de los estudiantes universitarios después de un proceso de enseñanza específico. La investigación existente, también escasa, se suele centrar en la comprensión intuitiva de la asociación o en las estrategias intuitivas de interpretación de tablas de contingencia, todo ello en ausencia de enseñanza.

Para llenar esta laguna, el objetivo de este estudio es analizar la competencia en el cálculo e interpretación de las medidas de asociación en una tabla 2x2 en estudiantes de psicología que han recibido una enseñanza específica sobre este tema.

Se describen, en primer lugar, los antecedentes del trabajo, la muestra participante y enseñanza recibida y, seguidamente, la tarea propuesta para la evaluación del aprendizaje y los resultados de dicha evaluación.

# 2. Investigaciones previas

Una persona culta debiera poder leer críticamente las tablas estadísticas que encuentra en la prensa, Internet, medios de comunicación y trabajo profesional, entre ellas las tablas de contingencia (Schield, 2006). El formato más sencillo posible para estas tablas es cuando únicamente están formadas por dos filas y dos columnas (tabla 2x2). En este caso, presentamos las frecuencias con que aparecen dos caracteres *A* y *B* en un grupo de objetos o sujetos, según el esquema presentado en la Tabla 1

| | *B* | *B* | *Total* |
|---|---|---|---|
| *A* | *a* | *b* | *a+b* |
| *A* | *c* | *d* | *c+d* |
| *Total* | *a+ c* | *b+ d* | *a+b+c+d* |

*Tabla 1. Esquema de una tabla de contingencia 2x2*

A pesar de su aparente simplicidad, la tabla 2x2 es semióticamente compleja. Aunque todos los datos de las celdas *a, b, c, d* son frecuencias absolutas dobles, su significado no es equivalente desde un punto de vista psicológico (Estrada y Díaz, 2007), pues la celda *a* representa la presencia conjunta de los dos caracteres y tiene mayor impacto en la atención que la celda *d* (ausencia conjunta), o que las otras dos celdas (frecuencia con que aparece sólo un carácter) (Estepa, 1994).

Como se ha indicado, la mayor parte de la investigación sobre la asociación en tablas de contingencia se ha concentrado en el estudio de las estrategias intuitivas para analizar la asociación entre dos variables en una tabla de contingencia 2x2, mostrándose una gran dificultad en dicha tarea en los adolescentes (Inhelder y Piaget, 1955). La investigación con adultos describe igualmente muchas estrategias incorrectas. Ejemplo de ellas son juzgar la asociación utilizando sólo una o dos celdas de la tabla (Smedslund, 1963: 165-174), o realizar

comparaciones aditivas entre las cuatro celdas (Allan y Jenkins, 1983; Jenkins y Ward, 1965; Meiser y Hewstone, 2006). Pérez Echevarría (1990) clasificó las estrategias empleadas en los juicios de asociación en tablas 2x2 en niveles de dificultad que tienen en cuenta el número de celdas utilizadas y si las comparaciones son aditivas o multiplicativas, constatando que muy pocos sujetos antes de la enseñanza utilizan estrategias matemáticamente correctas.

La interpretación intuitiva de las tablas de contingencia se complica por la existencia de la "correlación ilusoria" (Chapman, 1967: 151) o *"informe de una correlación entre dos clases de acontecimientos que, en realidad: (a) no están correlacionados, (b) se correlacionan en menor medida que lo reportado, o (c) se correlacionan en la dirección opuesta a la que se informa"*. Batanero, Godino y Estepa (1998) analizaron las estrategias en los juicios de asociación en una muestra de 213 estudiantes de 17 años indicando que las estrategias incorrectas podrían explicarse por la existencia de concepciones erróneas sobre la asociación en los estudiantes. Los autores describen las siguientes: (a) *concepción causal* o confusión entre asociación y causalidad; (b) *concepción unidireccional*, cuando no se acepta una asociación inversa, y (c) *concepción local*, donde se deduce la asociación de sólo una parte de los datos.

Otros autores han estudiado la precisión en la estimación intuitiva de la intensidad de la asociación en una tabla 2x2 y las variables que la afectan. Se constata que dicha estimación es más precisa si las personas no tienen ninguna teoría respecto al tipo de asociación sobre los datos. Si las personas piensan previamente (teorías previas) que los datos tienen un tipo de asociación y los datos empíricos la confirman, entonces tienden a sobrestimar el valor del coeficiente de asociación. Pero cuando los datos no reflejan los resultados esperados por estas teorías, aparece en los sujetos un conflicto cognitivo y se suelen guiar por sus teorías, más que por los datos; por tanto, su estimación de la asociación es incorrecta (Crocker, 1981).

Como se ha indicado, todas estas investigaciones se han realizado en sujetos que no han recibido una enseñanza formal en el tema. Nuestro trabajo trata de complementarlas analizando la competencia que adquieren los sujetos en el cálculo e interpretación de medidas de asociación con la enseñanza. Estas medidas constituyen un recurso matemático para valorar objetivamente la asociación en tablas de contingencia (Cañadas, Contreras, Arteaga y Gea, 2013a). Para lograr este objetivo se diseñó un proceso de enseñanza que fue implementado dentro de un curso reglado de análisis de datos en psicología. Al finalizar el mismo, se realizó una evaluación de la competencia de cálculo e interpretación de diferentes medidas de asociación por parte de los estudiantes.

A continuación se describe el método del estudio y el resultado de la evaluación, finalizando con algunas conclusiones.

# 3. Método

## 3.1. Muestra y contexto educativo

En el estudio participaron 92 estudiantes españoles del primer curso de Psicología de la Universidad de Granada, España, divididos en dos grupos: 42 estudiantes en el primer grupo (7 hombres y 35 mujeres), y 50 en el segundo (15 hombres y 35 mujeres). La mayoría se encontraba en un rango de edad comprendido entre 19 y 20 años, con algún estudiante aislado que superaba esta edad.

La evaluación se llevó a cabo como un componente de la enseñanza dentro de un curso de Técnicas de Análisis en la Investigación Psicológica, obligatorio en el grado de Psicología en España. El tiempo dedicado a la enseñanza de las tablas de contingencia y medidas de asociación fue de seis sesiones de una hora de duración. Cuatro de dichas sesiones se llevaron a cabo en el aula tradicional en los grupos mencionados y se dedicaron a la presentación de los temas por parte del profesor, a la presentación de ejemplos y a la resolución de problemas trabajando en parejas por parte de los estudiantes.

También se dedicaron dos sesiones prácticas en el laboratorio de informática, en pequeños grupos de 15-20 estudiantes (6 grupos en total), en las cuales cada alumno trabajó independientemente con el ordenador utilizando Microsoft Excel para realizar actividades prácticas relacionadas con las tablas de contingencia. Los estudiantes dispusieron de programas en Excel preparados por el equipo de investigación que facilitaron el cálculo y representación gráfica de las tablas de contingencia. Se aseguró la validez de la observación realizada de la enseñanza mediante la presencia de observadores y la grabación en audio de las sesiones. Los profesores habituales de los cursos también asistieron.

Los estudiantes recibieron un material (Cañadas, 2011) colocado también en Internet para ser utilizado en su estudio personal fuera del aula. Este material contenía

el desarrollo teórico, ejercicios y autoevaluación, así como programas de cálculo y descripción para cada uno de los temas (www.ugr.es/~analisisdedatos/webcurso/presentacion.html). El proceso de estudio se organizó en cuatro bloques de contenido:

- *Tablas de contingencia, lectura e interpretación*. Mediante este tema se pretendía que el alumno aprendiese a: (a) resumir datos en una tabla de contingencia; (b) identificar los distintos tipos de frecuencias relativas dobles, marginales y condicionales, e interpretarlas; (c) representar gráficamente los datos mediante diagrama de barras adosadas, diagrama de barras apiladas y gráfico tridimensional; y d) calcular probabilidades simples, compuestas y condicionales a partir de una tabla de contingencia.

- *Asociación estadística, dependencia funcional e independencia*. Los objetivos fueron que los alumnos adquiriesen competencia para: (a) diferenciar la asociación estadística, dependencia funcional e independencia; (b) reconocer el tipo de relación entre dos variables comparando las frecuencias condicionales; (c) calcular las frecuencias esperadas en caso de independencia; y (d) analizar posibles explicaciones de una asociación estadística, ya se trate de relación causal, interdependencia, tercera variable explicativa o asociación espuria.

- *El estadístico Chi-cuadrado y contrastes asociados*. Con los siguientes objetivos: (a) dar una medida de la diferencia entre frecuencias observadas y esperadas en caso de independencia; (b) calcular e interpretar el estadístico Chi-cuadrado y sus grados de libertad; (c) comprender los pasos en el contraste de independencia y en el contraste de homogeneidad interpretando sus resultados; y (d) comprender los supuestos de aplicación del contraste Chi-cuadrado.

- *Medidas de asociación*. Se trata de que los alumnos puedan: (a) interpretar la intensidad de la asociación en una tabla de contingencia; (b) calcular e interpretar medidas de asociación en tablas 2x2: coeficiente Phi de Pearson, riesgo relativo y razón de productos cruzados; (c) calcular e interpretar medidas de asociación en tablas rx, coeficiente de contingencia de Pearson y V de Cramer; y (d) calcular e interpretar medidas de asociación que informan de la reducción del error de predicción de una variable cuando se conoce el valor de la otra

Como se ha indicado, se proporcionó al estudiante un programa Excel para facilitar los cálculos; dicho programa constaba de cinco componentes: "Frecuencias", "Gráficos", "Test Chi cuadrado", "Medidas asociación tablas 2x2" y "Medidas asociación tablas rxc". Se procuró a los estudiantes una descripción del programa en que, para cada una de las hojas, se describen los objetivos, datos requeridos y resultados.

## 3.2. Tarea propuesta a los estudiantes en la evaluación

La tarea propuesta (Figura 1) es una adaptación de otra tomada del texto de Guàrdia, Freixa, Peró, y Turbany (2007), utilizando un mayor tamaño de muestra (todas las celdas se multiplicaron por 9) sin variar el contexto.

**Tarea**. Se desea estudiar hasta qué punto existe relación entre el tiempo de residencia de inmigrantes en nuestro país y su grado de ansiedad. Se dispone de una muestra de 207 inmigrantes a los que se les evaluó en ambas variables obteniéndose la siguiente tabla de frecuencias observadas.

| Tiempo de Residencia | Grado de ansiedad Bajo | Alto | Total |
|---|---|---|---|
| Poco tiempo | 36 | 81 | 117 |
| Mucho tiempo | 81 | 9 | 90 |
| Total | 117 | 90 | 207 |

Calcule e interprete las medidas de asociación para tablas 2x2

(Adaptado de Guàrdia, Freixa, Peró, y Turbany, 2007, pág. 130)

*Figura 1. Tarea propuesta*

En este problema, se analiza una tabla 2x2 en la que existe una asociación media-alta entre las variables (coeficiente Phi de Pearson = -0.592), que es estadísticamente significativa (p=0.000). Se espera que el alumno tenga expectativas (teorías previas) respecto al tipo de asociación, que sería de tipo inversa. Es decir, nuestra hipótesis es que el alumno piense, antes de hacer los cálculos, que cuanto mayor sea el tiempo de residencia, será menor el grado de ansiedad del inmigrante. Se trataría de una relación de tipo causal donde el tiempo de residencia actuaría como causa y el efecto sería un bajo o alto grado de ansiedad.

En las tablas 2x2 podemos diferenciar entre dependencia directa y dependencia inversa y algunas celdas nos

informan del signo de la asociación. La frecuencia en las celdas *a* (presencia-presencia) y *d* (ausencia-ausencia) contribuyen a que la asociación en la tabla sea directa. Por el contrario, en las otras dos celdas se da un solo carácter y el otro no y serían las celdas favorables a una asociación inversa. En nuestro caso, puesto que las celdas *b* y *c* tienen conjuntamente mayor frecuencia que las *a* y *d*, la asociación es inversa.

Para calcular los coeficientes, se esperaba que el alumno utilizara el programa Excel, eligiendo el subprograma correspondiente, obtuviese las medidas de asociación para tablas 2x2, como se muestra en la Figura 2 y realizase las siguientes interpretaciones (Ato y López, 1996):

- El coeficiente *Phi de Pearson* mide la diferencia entre las frecuencias observadas en las cuatro celdas de la tabla y las que se obtendrían en caso de perfecta independencia. En las tablas 2x2 se calcula en la forma siguiente:

$$\Phi = \frac{a.d - b.c}{\sqrt{(a+b)(a+c)(b+c)(b+d)}}$$

Su interpretación es similar a la de un coeficiente de correlación para variables numéricas, pues toma valores entre -1 y 1. El valor máximo (1) se obtiene cuando la dependencia es directa y perfecta, es decir, cuando todos los casos están en las celdas *a* y *d*. Si el coeficiente es positivo, la dependencia es directa y más alta cuanto más se acerque *a* 1. El valor mínimo (-1) se obtiene cuando la dependencia es inversa y perfecta, lo que ocurre cuando todos los casos están en las celdas *b* y *c*. Si el coeficiente es negativo, la dependencia es inversa y más alta cuanto más se acerque *a* -1. El valor 0 se obtiene cuando hay independencia.

En nuestro caso, se obtiene un valor 0.592. El programa no proporciona el signo que el estudiante ha de deducir mediante la observación de la tabla, observando que las celdas b (poco tiempo y mucha ansiedad) y c (mucho tiempo y poca ansiedad) tienen mayor frecuencia que las otras dos. Por tanto, la asociación es negativa, así como el signo del coeficiente. Interpretando el valor absoluto del coeficiente, el estudiante tiene que concluir que la asociación es moderada, tendiendo a alta.

- *La razón de productos cruzados* toma el valor 0.0493. Su valor absoluto informa del tipo de asociación, de modo que cuando RC = 1 no hay asociación entre las variables, si RC > 1 existe asociación positiva y si RC < 1, existe una asociación negativa, como en el problema dado. En la enseñanza, se indicó a los estudiantes la interpretación probabilística de este coeficiente.

Como su nombre indica, es el cociente entre el producto de las celdas favorables a la asociación positiva y las favorables a la asociación negativa y se calcula mediante la expresión:

$$RC = \frac{a.d}{b.d} = \frac{a/c}{b/d} = \frac{C_1}{C_2}$$

Otra posible interpretación es como razón entre dos cocientes: C1 es la razón de casos en que se presenta A y los que no se presenta A cuando está presente B. C2 es la razón de casos A y no A cuando no está presente el factor B.

El valor obtenido del coeficiente indica que la razón entre el número de emigrantes con "menos tiempo" de residencia y "más tiempo" de residencia es menor cuando el grado de ansiedad es bajo que cuando llevan mucho tiempo. Es decir: 36/81 < 81/9 o, lo que es igual, entre los emigrantes recientes, sólo 36 se sienten con baja ansiedad por cada 81 con alta ansiedad. Y respecto a los emigrantes que ya llevan bastante tiempo, 81 se encuentran con baja ansiedad frente a 9 que la tienen alta (ver figura 2).

*El riesgo relativo* puede calcularse tanto por filas como por columnas, aunque en este caso proporciona el mismo valor 0.3418 en los dos casos. Su valor absoluto informa del tipo de asociación, de modo que cuando RR = 1 no hay asociación entre las variables, si RR > 1 existe asociación positiva y si RR < 1, existe una asociación negativa, como en el problema dado. En la enseñanza, también se indicó al estudiante la interpretación de este coeficiente en términos de probabilidad:

- *Para el riesgo relativo por filas*: Nos indica cuánto es más probable tener poca ansiedad si se tiene poco o mucho tiempo de residencia. Puesto que el valor es 0.3418, la probabilidad de tener poca ansiedad cuando se tiene poco tiempo de residencia es la tercera parte que cuando se lleva mucho tiempo de residencia.

$$RR_{filas} = \frac{P(B/A)}{P(B/noA)} = \frac{a/(a+b)}{c/(c+d)}$$

- Respecto al riesgo relativo por columnas: Nos indica cuánto es más probable tener poco tiempo de residencia, si se tiene poca o mucha ansiedad. También en este caso la probabilidad de tener poco tiempo de residencia, si se tiene baja ansiedad, es la tercera parte que si se tiene mucha ansiedad.

$$RRcolumnas = \frac{P(A/B)}{P(A/noB)} = \frac{a/(a+c)}{b/(b+d)}$$

I16 =(D8*E10)/(D10*E8)

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | | TABLA DE DATOS | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | Variable Y | | | | | | |
| 5 | | | | Grado de ansiedad | | | | | | |
| 6 | | | | y1 | y2 | | | | | |
| 7 | | | | Bajo | Alto | Total | | | | |
| 8 | Variable X | x1 | Poco | 36 | 81 | 117 | | | | |
| 9 | T. residencia | x2 | Mucho | 81 | 9 | 90 | | | | |
| 10 | | | Total | 117 | 90 | 207 | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | Chi cuadrado | | 72,62 | |
| 13 | | | | | | | Phi de Pearson | | 0,592 | |
| 14 | | | | | | | Riesgo Relativo | | 0,34188034 | Columnas |
| 15 | | | | | | | | | 0,34188034 | Filas |
| 16 | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | Razón de productos cruza | | 0,04938272 | |

*Figura 2. Cálculo de medidas de asociación mediante el programa facilitado a los estudiantes*

## 4. Resultados y discusión

Los estudiantes completaron las soluciones del problema y sus interpretaciones por escrito. Sus respuestas fueron analizadas y clasificadas en correctas (cálculo e interpretación correctos), parcialmente correctas (error en cálculo o en interpretación), e incorrectas (cálculo e interpretación incorrectos). Además, en algunos apartados se definieron diferentes categorías de respuestas para analizar con más detalles los distintos razonamientos de los estudiantes.

## 4.1. Coeficiente Phi de Pearson

RC. Se ha considerado correcta la respuesta en que el estudiante calcula bien el coeficiente Phi, asignando correctamente el signo y lo interpreta adecuadamente. Ello implica su competencia en el manejo del programa Excel y la identificación del programa concreto a utilizar. También la correcta interpretación de los datos requeridos y comprender el significado de los resultados. Usa una notación adecuada (símbolo $\phi$ que representa usualmente este coeficiente), y, además, deduce correctamente su signo. Por tanto, el estudiante tiene que combinar un procedimiento formal (cálculo del coeficiente con un programa), con otro informal (comparación de las frecuencias en las celdas de la tabla que corresponden a asociación directa e inversa). Interpreta correctamente tanto el signo como la intensidad. Un ejemplo de esta respuesta es la siguiente:

*"Phi de Pearson = -0.592. La dependencia es inversa y moderada"* (Estudiante 26).

El resto de las respuestas son parcialmente correctas, con mayor o menor número de errores, dependiendo de si el error consiste sólo en un error de cálculo o de asignación del signo o interpretación incorrecta del coeficiente. De este modo se ha encontrado una gran variedad de respuestas que incluyen las siguientes:

RP.1. *Cálculo correcto con error al asignar el signo e interpretación correcta*. Aunque se usa una notación adecuada y se calcula el valor del coeficiente haciendo además una interpretación correcta, se confunde el signo del mismo, que en este caso es negativo. Los estudiantes saben que este coeficiente se obtiene a partir de una raíz cuadrada, pero han olvidado que ésta tiene dos posibles soluciones con diferente signo. Hacemos notar que las investigaciones sobre la complejidad de interpretar el signo de las raíces cuadradas y su ambigüedad tienen una larga historia (Roach, Gibson y Weber, 2004):

*"Coeficiente Phi de Pearson $\Phi$ =0.592. Dado que el coeficiente es positivo, la dependencia es directa y moderada" (Estudiante 22).*

RP.2. *Error en el cálculo y signo del coeficiente con interpretación correcta*. En lugar de obtener el coeficiente Phi de Pearson con ayuda del programa, el estudiante lo calcula manualmente cometiendo un error de cálculo. Además, confunde el signo de la raíz cuadrada y no lo deduce del examen de las celdas de la tabla. Sin embargo, la interpretación final del valor que obtiene es adecuada:

*"Phi de Pearson = Raíz de 72,61/207 = 0.04; Observamos que es un valor positivo (dependencia directa). Es un valor moderadamente bajo" (Estudiante 94).*

RP.3. *Cálculo correcto del coeficiente y signo con interpretación incorrecta*. Aunque el cálculo y signo son correctos, el estudiante no reconoce los valores del coeficiente que corresponden a la asociación directa y cuáles a la asociación inversa:

*"Φ = -0.592. Como el valor es menor que 0, la dependencia es directa" (Estudiante 36).*

RP.4. *Cálculo correcto con signo e interpretación incorrecta*. Similar al caso anterior, e incluye error en el signo:

*"Phi de Pearson = 0.592. Hay dependencia directa y perfecta" (Estudiante 19).*

RP.5. *Valor correcto con signo incorrecto y sin interpretación*. Se observan conflictos de cálculo del signo de la raíz cuadrada, del uso de procedimientos informales y además no se interpreta el resultado:

*"Phi de Pearson = 0.592" (Estudiante 4).*

**Tabla 2. Frecuencias y porcentajes de respuestas para el coeficiente Phi de Pearson**

| | | Porcentaje | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Frecuencia | Respuesta | Valor absoluto Correcto | Signo correcto | Interpretación correcta |
| RC.1 | 33 | 35.8 | 35.8 | 35.8 | 35.8 |
| RP.1 | 43 | 46.7 | 46.7 | | 46.7 |
| RP.2 | 3 | 3.3 | | | 3.3 |
| RP.3 | 2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | |
| RP.4 | 5 | 5.4 | 5.4 | | |
| RP.5 | 3 | 3.3 | 3.3 | | |
| No responde | 3 | 3.3 | | | |
| Total | 92 | 100 | 93.4 | 3.8 | 85.8 |

Como resumen de los resultados en este apartado, en la Tabla 2 podemos observar que el 35.8% de los estudiantes calcula e interpreta correctamente el coeficiente Phi de Pearson, siendo mayoría los estudiantes que tienen algún error. El cálculo del valor absoluto del coeficiente y su interpretación por separado resultaron sencillos (93.4% y 85.8% de respuestas correctas respectivamente), dándose la mayor dificultad en la deducción del signo. Una respuesta muy frecuente resultó ser la respuesta RP.1, en la que obtienen bien el valor numérico del coeficiente, pero se hace un error en la asignación del signo, realizando una interpretación correcta del resultado que obtiene.

## 4.2. Riesgo relativo

Para este coeficiente se han obtenido dos respuestas correctas diferentes y tres parcialmente correctas, que describimos a continuación.

RC.1. *El estudiante calcula e interpreta correctamente ambos valores*, utilizando la notación adecuada e interpretándolos de forma correcta. Como los dos valores del coeficiente son menores que 1, concluye que existe una dependencia inversa entre las variables:

*"El riesgo relativo nos indica que existe una asociación negativa. 0.3418 < 1" (Estudiante 9).*

RC.2. *Cálculo correcto con interpretación probabilística*. Son los estudiantes que, además de calcular correctamente los dos valores de los coeficientes, en su interpretación nos indican cuanto es más probable la presencia de un valor positivo de una variable respecto de la otra. Por ello, el estudiante no solo muestra comprensión del concepto de asociación y competencia en el cálculo y la emisión del juicio de asociación, sino también un razonamiento probabilístico avanzado. Además, ha de manejar la complejidad de diferenciar las variables dependiente e independiente en la interpretación de cada uno de los riesgos relativos por filas y por columnas, proceso que es difícil, según Ruiz (2006):

*"Riesgo relativo: RR columnas = 0.3418. Es 0.3418 veces más difícil tener menos tiempo de residencia con ansiedad baja. RR filas = 0.3418, es 0.3418 veces más difícil tener más tiempo de residencia con ansiedad baja. En ambos casos tenemos que RR < 1, por lo tanto, existe una asociación negativa" (Estudiante 22).*

RP.1. *Cálculo correcto sin interpretación*. El estudiante usa una notación adecuada y calcula correctamente los valores del riesgo relativo, pero no interpreta los valores obtenidos, lo que podría deberse a falta de competencias probabilísticas, o bien, a que no es capaz de asociar el valor del coeficiente con el tipo de asociación inversa o directa:

*"Riesgo Relativo = 0.3418 Filas y columnas. No sabía acabar" (Estudiante 4).*

RP.2. *Cálculo correcto con interpretación incorrecta*: Aunque el estudiante calcula correctamente el valor del riesgo relativo, lo interpreta de forma incorrecta, pues relaciona el resultado con una asociación positiva. Observamos tanto en este caso como en el anterior, que el estudiante no ha sabido utilizar la frecuencia en las diferentes celdas de la tabla para deducir el tipo de asociación:

*"RR < 1, 0.34 como es menor a 1, la asociación es positiva" (Estudiante 83).*

RP.3. *Cálculo incorrecto con interpretación correcta del enunciado*. El estudiante calcula de forma incorrecta los valores del riesgo relativo, aunque interpreta correctamente el resultado que obtiene, como el siguiente ejemplo:

*"Los valores de riesgo relativo (RR) son por filas 6.92 y por columnas 2.92. Como las dos son mayores que 1 sabemos que existe asociación positiva"* (Estudiante 91).

En la Tabla 3 observamos que una gran parte de la muestra deduce valores correctos que identifica adecuadamente con la asociación existente en la tabla. La proporción de alumnos que, o bien calcula o interpreta correctamente es próxima al 80% de la muestra. Sin embargo, pocos hacen una interpretación probabilística del significado del coeficiente en función de los riesgos de que aparezca o no un valor de la variable en función del otro. Este resultado sugiere posibles dificultades de los estudiantes para interpretar las probabilidades condicionales. Dichas dificultades han sido descritas, entre otros autores, por Falk (1986), Díaz (2007) y Contreras (2011), e incluyen la confusión entre una probabilidad condicional $P(A|B)$ y su transpuesta $P(B|A)$. Puesto que cada riesgo relativo es la condicional transpuesta del otro, la dificultad para diferenciar entre una probabilidad condicional y su transpuesta puede explicar que los estudiantes no den una interpretación probabilística de los riesgos relativos.

**Tabla 3. Frecuencias y porcentajes de respuestas para el riesgo relativo**

| | | Porcentaje | | |
|---|---|---|---|---|
| | Frecuencia | Respuesta | Cálculo correcto | Interpretación correcta |
| RC.1 | 60 | 65.2 | 62.7 | 62.7 |
| RC.2 | 8 | 8.7 | 8.7 | 8.7 |
| RP.1 | 3 | 3.3 | 3.3 | |
| RP.2 | 5 | 5.4 | 5.4 | |
| RP.3 | 7 | 7.6 | | 7.6 |
| No responde | 9 | 9.8 | | |
| Total | 92 | 100 | 79.9 | 78.8 |

## 4.3. Razón de productos cruzados

Como en el caso anterior, se han obtenido una respuesta correcta y tres incorrectas en la razón de productos cruzados que pasamos a describir.

RC.1. *Cálculo e interpretación correcta*. Cuando el estudiante obtiene el valor correcto del coeficiente que identifica correctamente con el tipo de asociación, que en este caso es inversa:

*"Razón de productos cruzados: 0.0493. Como RC < 1, esto nos indica que hay dependencia inversa" (Estudiante 14).*

RP.1. *Cálculo correcto del coeficiente sin interpretación*. Aunque el estudiante calcula bien el valor de la razón de productos cruzados, no lo interpreta, lo que sugiere algún conflicto sobre la comprensión del coeficiente o en la noción de razón:

*"Razón de productos cruzados = 0.0493" (Estudiante 8).*

RP.2. *Cálculo correcto del coeficiente con interpretación incorrecta*. En este caso, aunque el cálculo del valor de la razón de productos cruzados es correcto, se realiza una interpretación incorrecta, indicando que la asociación es directa:

*"Razón de productos cruzados = 0.04938272. Existe asociación directa" (Estudiante 19).*

RP.3. *Cálculo incorrecto con interpretación correcta*. El estudiante calcula de forma incorrecta la razón de

productos cruzados, por lo que tiene algún conflicto en la construcción de la tabla de contingencia o en el manejo del programa. Sin embargo, hace una interpretación correcta del valor obtenido de tipo probabilístico, mostrando una buena comprensión de la probabilidad condicional y la diferenciación de la variable dependiente e independiente.

*"Razón de productos cruzados es 20.25, y esto implica que la razón entre los casos que aparecen A y no A es mayor cuando está presente B" (Estudiante 86).*

**Tabla 4. Frecuencias y porcentajes de respuestas para la razón de productos cruzados**

| | Frecuencia | Porcentaje | % cálculo correcto RR | % interpretación correcta |
|---|---|---|---|---|
| RC.1 | 54 | 58.7 | 58.7 | 58.7 |
| RP.1 | 10 | 10.9 | 10.9 | |
| RP.2 | 7 | 7.6 | 7.6 | |
| RP.3 | 6 | 6.5 | | 6.5 |
| No responde | 15 | 16.3 | | |
| Total | 92 | 100 | 77.2 | 65.2 |

En la Tabla 4 se observa que ningún estudiante dio una respuesta totalmente incorrecta, obteniéndose siempre bien el valor correcto (77.2%) o una interpretación adecuada (65.2%). Pero, como el caso anterior, pocos dan una interpretación en términos de probabilidad del coeficiente, aplicándolo al contexto del problema. Ello nos reafirma en nuestra conclusión de que los estudiantes tienen dificultades para interpretar las probabilidades condicionales.

## 4.4. Síntesis de resultados

Los resultados en el cálculo e interpretación de las medidas de asociación para tablas 2x2 han sido bastante buenos, puesto que el 83.7% de estudiantes calcula las tres medidas de asociación para tablas 2x2; el 96.7% el coeficiente Phi de Pearson y el 90.2% el Riesgo relativo.

Al comparar los resultados en los tres coeficientes, observamos que Phi es calculado e interpretado correctamente por el 35.8% y, parcialmente, por el 60.4%; el riesgo relativo correctamente por el 73.9% y, parcialmente, por el 16.3%; y la razón de productos cruzados correctamente por el 58.7 y, parcialmente, por el 25%.

En resumen, estas medidas de asociación parecen sencillas de comprender, calcular con ayuda de software e interpretar, siendo la más fácil el riesgo relativo, seguido por la razón de productos cruzados y finalmente el coeficiente Phi. Los estudiantes fueron capaces de dar un juicio correcto de asociación en una tabla 2x2 después de la enseñanza utilizando procedimientos y cálculos matemáticos. Para ello, trabajaron con objetos matemáticos complejos en los que se basan estos coeficientes.

Finalmente, resaltamos que, salvo raras excepciones, la interpretación se limita a indicar la intensidad y signo sin dar una interpretación probabilística de los coeficientes, posiblemente por dificultades con el razonamiento sobre probabilidad condicional. Este resultado concuerda también con la dificultad de traducir a la realidad la interpretación de resultados de cálculo con modelos matemáticos, resaltada por Henry (1997).

# 5. Discusión e implicaciones para la enseñanza

El objetivo del estudio fue analizar la competencia en el cálculo e interpretación de las medidas de asociación en una tabla 2x2 en estudiantes de psicología, después de la enseñanza específica sobre este tema. Para lograrlo, se analizaron las respuestas de 92 estudiantes a una tarea donde tenían que ejercitar estas competencias.

Nuestros resultados muestran que el porcentaje de estudiantes que llegó a un juicio correcto de asociación en la tarea propuesta, utilizando alguno de los coeficientes estudiados durante la enseñanza, fue alto. De hecho, este porcentaje fue mucho mayor que el encontrado por Cañadas et al. (2013a) en tareas en las que se pedía un juicio intuitivo de asociación en tablas de contingencia a estudiantes de psicología (n=213) sin instrucción sobre el tema.

En el estudio de Cañadas et al., los estudiantes que no conocían las medidas de asociación utilizaron estrategias intuitivas y, en su mayoría, aceptaron la asociación entre las variables, incluso en los casos en que no existía, observándose el fenómeno de la correlación ilusoria y el efecto de las teorías previas sobre sus juicios de asociación. Además, las estrategias intuitivas correctas fueron utilizadas por menos del 20% de los estudiantes en la citada investigación. En nuestra investigación, por el contrario, la mayoría de los participantes mostró competencia en el uso del programa de cálculo para

obtener los valores correctos y una amplia proporción llegó a una interpretación correcta del tipo de asociación. En nuestro estudio también hemos encontrado algunas dificultades en ciertos estudiantes, como la no comprensión del papel de cada celda de la tabla para indicar asociación directa o inversa , lo que conlleva a que asignen un signo erróneo a la asociación. La escasez de interpretaciones de los coeficientes en término de probabilidades sugiere también dificultad por parte de nuestros estudiantes para interpretar probabilidades condicionales que influye en su interpretación de los riesgos relativos, aunque este sería un tema que requiere una investigación más detallada.

Como se indicó en la introducción, las tablas de contingencia son un instrumento útil para la investigación, el trabajo profesional y la toma de decisiones. Más aún, actualmente hay a disposición de los ciudadanos (por ejemplo en Internet) toda clase de datos, lo que requiere la necesidad de desarrollar una mejor comunicación entre los productores de estadísticas y los consumidores. Muchas de dichas informaciones son presentadas en forma de tablas de contingencia, por lo que una persona estadísticamente culta debiera ser capaz de comprender e interpretar este objeto matemático que es considerado sencillo y, consideramos, no recibe la importancia que merece.

Por otro lado, en nuestro estudio sólo hemos analizado la competencia de los estudiantes con los coeficientes de asociación en tablas 2x2. Adicionalmente, sería interesante analizar la comprensión de los mismos de otros coeficientes; por ejemplo de los coeficientes de asociación para datos ordinales, como el de Spearman, que utiliza para los cálculos los rangos o números de orden de los distintos niveles de variables ordinales.

Todas estas razones sugieren la necesidad de una mayor investigación sobre la enseñanza de las tablas de contingencia y sobre la comprensión de las herramientas matemáticas para el estudio de la misma, como son los coeficientes de asociación.

Agradecimientos: Proyecto EDU2010-14947 (MINN_FEDER) y Grupo FQMN-126 (Junta de Andalucía).

## Bibliografía


1. Allan, L. G. y Jenkins, H.M. (1983). *"The effect of representations of binary variables on judgment of influence",* Learning and Motivation, núm 14, pp. 381-405.
2. Ato, M. y López, J. J. (1996). *Análisis estadístico para datos categóricos,* Madrid: Síntesis
3. Batanero, C., Godino, J. y Estepa, A. (1998). *"La construcción del significado de la asociación mediante actividades de análisis de datos: Reflexiones sobre el papel del ordenador en la enseñanza de la Estadística"* en J. R. Pascual (Eds.), II Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (pp. 169-185). Pamplona: Universidad Pública de Navarra.
4. Cañadas, G. R. (2011). *Las tablas de contingencia para psicología*, Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática.
5. Cañadas, G. R., Contreras, J. M., Arteaga, P. y Gea, M. M. (2013a). *"Problemática y recursos en la interpretación de las tablas de contingencia"*, Unión, núm. 34, pp. 85-96.
6. Cañadas, G. R., Batanero, C., Díaz, M. C. y Estepa, A. (2013b). *"Un estudio de evaluación de la precisión de los estudiantes de psicología en la estimación de la asociación",* Bolema, vol. 27, n. 47, pp. 759-778.
7. Cazorla, I. (2002). *A relaçao entre a habilidades viso-pictóricas e o dominio de conceitos estatísticos na leitura de gráficos*, Tesis Doctoral. Universidad de Campinas.
8. Chapman, L. J. (1967). *"Illusory correlation in observational report"*, Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, vol. 6, núm 1, pp. 151-155.
9. Contreras, J. M. (2011). *Evaluación de conocimientos y recursos didácticos en la formación de profesores sobre probabilidad condicional*, Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
10. Crocker, J. (1981) *"Judgment of covariation by social perceivers"*, Psychological Bulletin, vol. 90, núm. 2, pp. 272-292.

11. Díaz, C. (2007). *Viabilidad de la enseñanza de la inferencia bayesiana en el análisis de datos en psicología*, Tesis doctoral. Universidad de Granada.

12. Díaz, J. y Gallego, B. (2006). "*Algunas medidas de utilidad en el diagnóstico"*, Revista Cubana de Medicina General Integrada, vol. 22, núm 1.

13. Estepa, A. (1994). *Concepciones iniciales sobre la asociación estadística y su evolución como consecuencia de una enseñanza basada en el uso de ordenadores*, Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

14. Estrada, A. y Díaz, C. (2006). *"Computing probabilities from two way tables. An exploratory study with future teachers"* en A. Rossman y B. Chance (Eds.), Proceedings of Seventh International Conference on Teaching of Statistics. Salvador (Bahia): International Association for Statistical Education. CD ROM.

15. Falk, R. (1986). *"Conditional probabilities: insights and difficulties"* en R. Davidson y J. Swift (Eds.), Proceedings of the Second International Conference on Teaching Statistics. (pp. 292-297). Victoria, Canada: International Statistical Institute.

16. Guàrdia, J., Freixa, M., Peró, M. y Turbany, J. (2007). *Análisis de datos en psicología*, Delta, Publicaciones Universitarias.

17. Henry, M. (1997). *"Notion de modéle et modélization en l'enseignement"* en Enseigner les probabilités au lycée (pp. 77-84), Reims: Commission Inter-IREM.

18. Inhelder, B. y Piaget, J. (1955). *De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent.* (From the child's logic to the adolescent's logic), Paris: Presses Universitaires de France.

19. Jenkins, H. M. y Ward, W. C. (1965). *"Judgment of the contingency between responses and outcomes"*, Psychological Monographs, núm 79, pp. 1-17.

20. McKenzie, C. y Mikkelsen, L. (2007). *"A bayesian view of covariation assessment"*, Cognitive Psychology, núm 54, pp. 33-61.

21. Meiser, T. y Hewstone, M. (2006). *"Illusory and spurious correlations: Distinct phenomena or joint outcomes of exemplar-based category learning?"*, European Journal of Social Psychology, vol. 363, núm 3, pp. 315-336.

22. Pérez Echeverría, M. P. (1990). *Psicología del razonamiento probabilístico*, Madrid: Universidad Autónoma.

23. Roach, D., Gibson, D. y Weber, K. (2004). *"Why is not ±5"*, Mathematics Teacher, vol. 97, núm. 1, pp. 12-13.

24. Ruiz, B. (2006). *Un acercamiento cognitivo y epistemológico a la didáctica del concepto de variable aleatoria*. Tesis de Máster. IPN, México.

25. Schield, M. (2006). *"Statistical literay survey analysis: reading graphs and tables of rates and percentages"* en B. Phillips (Ed.), Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics. Cape Town: International Statistical Institute and International Association for Statistical Education. On line: http://www. stat.auckland. ac.nz/~iase.

26. Smedlund, J. (1963). *"The concept of correlation in adults"*, Scadinavian Journal of Psychology, núm 4, pp. 165-174.

27. Wild, C. y Pfannkuch, M. (1999). *"Statistical thinking in empirical enquiry (con discusión)"*, International Statistical Review, vol. 67, núm. 3, pp. 223-265.

28. Zieffler, A. (2006). *A longitudinal investigation of the development of college students' reasoning about bivariate data during an introductory statistics course*, Tesis doctoral. University of Minnesota.

# Memoria del II Congreso Internacional "Las matemáticas: un lenguaje universal. ALAMMI 2009"

Las matemáticas constituyen, como lenguaje, un eje transversal que atraviesa todas las ciencias y disciplinas. Su aplicación, tal como fue llamada la matemática moderna surgida entre los siglos XIX y XX, tiene una historia inmensamente rica y fecunda. El número de profesionales dedicados a esta área del conocimiento no deja de crecer y las matemáticas adquieren una importancia nunca antes vista, desarrollándose rápidamente en amplios dominios, haciendo creer que la ciencia todo lo puede. Así parecen atestiguarlo algunos sucesos como el descubrimiento de un nuevo planeta únicamente por el cálculo, o la explicación de la creación del sistema solar. Las matemáticas, cada vez más abstractas, han invadido el campo de la física, pudiendo ser útiles en los estudios sobre el calor, la electricidad, el magnetismo, la mecánica de fluidos, la resistencia de materiales y su elasticidad, así como la cinética química. Actualmente, la invención y el continuo progreso de las computadoras, al comienzo máquinas mecánicas analógicas y después máquinas electrónicas, han permitido trabajar con cantidades cada vez más grandes de datos, dando pie a que surgieran distintas áreas como la teoría de la computabilidad, la teoría de la complejidad computacional, la teoría de la información, el procesamiento de señales, el análisis de datos, la optimización, y otras de investigación de operaciones.

En este contexto surge la Asociación Latinoamericana de Maestros de Matemáticas Investigadores A.C. (ALAMMI), que se consolidó como una agrupación en 2005. Su propósito fundamental, desde su hacer profesional cotidiano, ha integrado docentes e investigadores latinoamericanos con profunda vocación, cuya actividad científica y tecnológica empata con una visión social e ideales de superación. Entre sus objetivos más importantes se encuentran el de estimular a los docentes, mejorar su desempeño y desarrollo laboral, contribuir a rescatar la confianza que la juventud tiene en ellos y generar espacios de participación y socialización de productos científicos en Latinoamérica.

Con la colaboración de los países comprometidos con la Asociación México, Cuba y Colombia-, en el año 2007 se realizó el primer Congreso Internacional "Las matemáticas, un Lenguaje Universal, ALAMMI 2009" en la Ciudad de México, evento en memoria del "Presidente Benito Juárez, benemérito de las Américas".

El segundo congreso, realizado del 1 al 6 de junio de ese mismo año, tuvo como sede la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, situada en la ciudad de Tunja, capital del Departamento de Boyacá. El evento fue dedicado a Francisco de Paula Santander, precursor de la universidad pública en dicho país. Convocó y acogió a destacados maestros y científicos de países como México, Cuba, España, China, Brasil, Venezuela y El Salvador a través de conferencias, ponencias, talleres, cursos y demás eventos culturales.

Entre las instituciones de educación básica y media pertenecientes a Colombia que asistieron al evento, destacan: Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani, Institución Educativa Agropecuaria Santa Bárbara, Colegio Colombo Americano, Colegio de Nuestra Señora del Buen Consejo, Gimnasio La Montaña, Institución Educativa Distrital Villemar el Carmen, Unidad Central del Valle del Cauca, Institución Educativa Simón Bolívar, Gimnasio William McKin, Instituto Pedagógico Nacional e Instituto Continental.

También se contó con la participación de la comunidad académica de distintas universidades colombianas: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Universidad Autónoma de Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Santo Tomás, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad de Los Andes, Universidad Pedagógica Nacional, Universidad Libre, Universidad Sergio Arboleda, Universidad de Pamplona, Universidad Tecnológica de Bolívar, Universidad del Valle, Escuela Colombiana de carreras Industriales y Escuela de Administración Pública.

También nos honraron con su presencia miembros de distintos organismos internacionales: University of Science and Technology of Beijing, China; Instituto Tecnológico de Mexicali, México; Colegio Centro Union, México; Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Cuba; Universidad Politécnica de Valencia, España; Universidad de los Andes, Venezuela; Universidad de el Salvador, El Salvador; L.c. Paraiba, Embrapa Meio Ambient Rodovia Mampinas Mogi-Mirim, Brazil.

En este segundo congreso se generó un espacio de integración de saberes, donde las ciencias puras y exactas entraron en contacto con otras disciplinas. Todo tipo de profesionales, investigadores, estudiantes y docentes expusieron cómo utilizaban las matemáticas; dejando ver que éstas son un lenguaje genérico. Los trabajos expuestos, todos ellos de gran calidad, versaron sobre modelos matemáticos y pedagógicos en ciencias formales, matemática pura, educación matemática en ciencias naturales y del medio ambiente (bioquímica, biología, química, física), ciencias sociales (administración y economía), ciencias médicas y agrarias (medicina, salud pública, agronomía, zootecnia y veterinaria), humanidades, arte, historia de las matemáticas y ciencias afines, ingeniería y tecnología (civil, vías y transportes, electrónica, mecánica, metalurgia, ciencia y tecnología de alimentos, ingeniería sanitaria y ambiental, industrial, agroforestal, forestal, petróleos e hidráulica, análisis de sistemas, minería, recursos tecnológicos. métodos de solución y simulación).

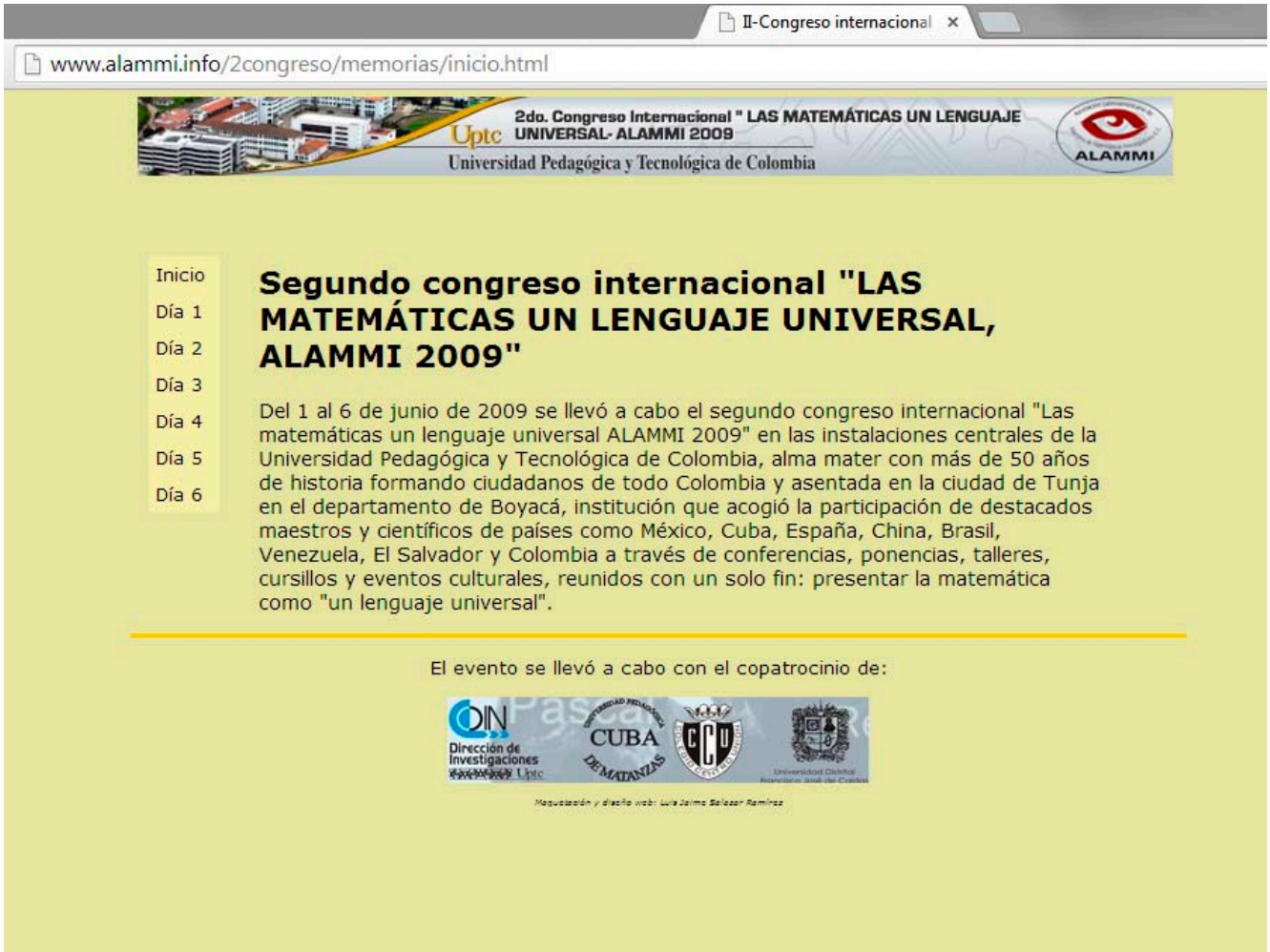
Este segundo congreso fue posible gracias al arduo trabajo y apoyo de un gran equipo. Resalta la organización y soporte académico de las profesoras María Teresa Guerrero Fernández y Carmen Beatriz Cuervo Arias; el empeño del ingeniero Héctor Florentino Jaimes Hernández, presidente de la Asociación; así como el entusiasmo del Dr. Alfonso López Díaz, Rector de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, y la Dra. María Cristina Castellanos Corredor, Decana de la Facultad de Ciencias.

Cabe mencionar la participación activa de estudiantes de los programas de la Licenciatura en Matemáticas de la Facultad de Educación y del primer semestre del programa de Matemáticas de la Facultad de Ciencias de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.; docentes de estos programas; grupos y semilleros de investigación; estudiantes del Instituto Pedagógico Nacional y de la Universidad Distrital; así como al Grupo Jóvenes Pre talentos del programa de Talentos Matemáticos y Talentos Científicos del Proyecto Semicírculo de la Universidad Sergio Arboleda.

Hacemos un homenaje también a la memoria del profesor- investigador Jesús Hernando Pérez Alcázar q.e.p.d., profesor emérito a partir del año 2001, fecha de su jubilación y quien, de 2002 hasta la fecha de su muerte en enero de 2014, colaboró en la Escuela de Matemáticas de la Universidad Sergio Arboleda. Además de su destacada participación y aporte en el Segundo Congreso Internacional de ALAMMI, dejó un gran legado al contribuir en la formación de toda una generación de matemáticos investigadores en Colombia.

A todos los docentes, investigadores y estudiantes de nivel básico, medio y superior cuya labor hace posible la difusión, enseñanza, aplicación y desarrollo del saber teórico matemático, GRACIAS.

**María Teresa Guerrero Fernández**



# DE COLABORACIÓN REVISTA ALAMMI

Revista ALAMMI se concibe como un medio de difusión de resultados de investigación en matemática, educación y matemática educativa, dentro de la región iberoamericana y el mundo hispanoparlante. Las contribuciones deben ser originales y resultado de un trabajo de investigación, pueden constituir síntesis de los resultados de una investigación, propuestas teórico-metodológicas, presentación de problemáticas específicas, notas metodológicas y técnicas de información sobre una investigación en curso, el estado del arte respecto a una cuestión particular, entre otros. Es un órgano de difusión académica y un foro de discusión internacional en lengua española acerca de las problemáticas asociadas con la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, que promueve la investigación en educación matemática, así como una ventana que muestra la producción académica de la región mencionada.

## PÚBLICO AL QUE SE DIRIGE

Revista ALAMMI se dirige a un público amplio: investigadores, profesores y estudiantes de niveles de licenciatura y posgrado; así como a distintas personas interesadas en la reflexión sobre las matemática y la educación actuales y sus procesos de cambio.

## TEMÁTICAS QUE PUBLICA

Investigaciones sobre educación matemática en cualquiera de los niveles: básico, preuniversitario y universitario.

- Estudios sobre historia y/o epistemología de las matemáticas
- Estudios sobre la investigación en educación, si ésta aplicada a las matemáticas o a otras ciencias naturales y exactas o ciencias sociales
- Sistema educativo
- Materiales, textos y otros recursos de apoyo a la enseñanza
- Diseño, desarrollo y evaluación curricular
- Uso de la tecnología
- Interacciones en el aula
- Evaluación
- Enseñanza experimental
- Educación para adultos
- Matemáticas superiores
- Matemáticas aplicadas

## GUÍA PARA AUTORES

La REVISTA ALAMMI publica, en español, en su sección INVESTIGACIÓN, artículos de investigación y ensayos inéditos; en su sección RESEÑAS, recensiones de libros relevantes a la temática de la revista; así como otras contribuciones vinculadas con la enseñanza de las matemáticas.

El Comité Editorial se reserva el derecho de aceptar o rechazar un material o hacer sugerencias de corrección para su publicación.

El contenido del artículo es responsabilidad del autor.
La REVISTA ALAMMI tendrá los derechos de publicación de los artículos aceptados, para lo cual el autor debe aceptar la licencia de publicación que se propone en el procedimiento en línea a través del sistema OJS de la revista.

## PREPARACIÓN DEL MANUSCRITO

Para los trabajos dirigidos a la sección INVESTIGACIÓN:
Debe ser inédito y no haber sido enviado simultáneamente a otras revistas.

Deberá incluir un resumen en español de entre 100 y 150 palabras, versión en inglés del resumen (abstract), y un mínimo de 5 palabras clave en español y en inglés (key words).

Declaración de que el material es original e inédito y que no se encuentra en proceso de revisión para otra publicación. Debe mencionarse explícitamente si el material ha sido presentado previamente en congresos.

**Para todos los trabajos:**

Deberá ser presentado electrónicamente, en formato OpenOffice, Microsoft Word, RTF, o WordPerfect. Tendrá interlineado simple; tamaño de fuente de 12 puntos; se usará cursiva en vez de subrayado (exceptuando las direcciones URL); y todas las ilustraciones, figuras y tablas estarán dentro del texto en el sitio que les corresponde y no al final del todo.

Debe tener un grado razonable de elaboración y presentar un manejo correcto del idioma. Deberá tener un máximo de 20 cuartillas, incluidas notas, referencias bibliográficas, tablas, gráficas y figuras.

El título debe ser breve, descriptivo y apropiado para los efectos de clasificación y en lo posible no debe hacer uso de notación matemática.

En el cuerpo del artículo se deben definir las abreviaturas y símbolos matemáticos poco usuales cuando aparecen por primera vez. Las tablas y figuras deben reducirse al mínimo. Cuando éstas aparezcan deben estar citadas en el cuerpo principal del texto, estar provistas de leyendas explicativas y numeradas en forma consecutiva según su orden de aparición y deben indicar la fuente.

El estilo de citación será APA.

Las referencias dentro del texto deben señalarse indicando, entre paréntesis, el autor, año de la publicación y página o páginas (Freudenthal, 1991: 51-53).

Al final del artículo se debe consignar la ficha bibliográfica completa de todas las referencias citadas en el texto de acuerdo con el siguiente modelo:

**Libro:**
Covarrubias, A. (1992). Hacia una redefinición de las matemáticas en la educación, El Colegio de Sonora. Fundación Friederich Ebert, México.

**Capítulo:**
Albuquerque, F., et al. (coord.), (1990). "Notations and Representations as Mediators of Constructive Processes" en Constructivism and Mathematical Education Grupo Editor Latinoamericano, Chile.

**Artículo de revista:**
Smith, C. (1989, enero). "Especialización flexible, automatización y producción en serie", Sociología del Trabajo, núm. 7, Siglo XXI, España, pp. 35-61.

En archivo aparte, deberá prepararse una carátula que contenga:

a) Título y tema central del artículo;

b) Nombres completos de cada uno de los autores, adscripción institucional principal, dirección electrónica, teléfono, fax y domicilio completo (incluyendo código postal), así como un breve currículum que incluya grado académico actual.

Las figuras, tablas e ilustraciones contenidas en el texto deberán ir incluidas en el archivo de texto o indicarse dónde se deben situar.

**Para cualquier duda acerca del estilo de citación, el autor deberá entrar en contacto con la Coordinación editorial de Revista ALAMMI (revistaalammi@gmail.com).**

## ENVÍO DEL MANUSCRITO

Deberán enviarse a las siguientes direcciones electrónicas:
**revistaalammi@gmail.com**
**hecfjaim@yahoo.com.mx**

## PROCESO DE ARBITRAJE

Las contribuciones que cumplan los requisitos básicos serán enviadas para un arbitraje de pares ciegos, expertos en el tema. Después de este proceso, el autor recibirá los comentarios de los revisores y se le notificará la decisión (aceptado, aceptado con cambios o rechazado).
El trabajo original será sometido a dos dictámenes, si existiera uno aprobatorio y el otro no, se someterá a un tercer árbitro, cuyo juicio será definitivo para el desempate. El resultado del dictamen será inapelable.
En todos los casos el autor debe incorporar los cambios exigidos por los árbitros para su publicación.
En todos los casos los trabajos serán dictaminados por revisores externos a ALAMMI.

# del Segundo Congreso Internacional ALAMMI2009, celebrado en Tunja, Colombia

www.alammi.info

Le invitamos a visitar esta página www.alammi.info y a participar, publique su investigación académica. Además le sugerimos digite la opción DOCUMENTOS.

La Asociación Latinoamericana de Maestros de Matemáticas (ALAMMI), es una agrupación de maestros de vocación, que pretende unir esfuerzos, con el fundamental propósito de hacer de su quehacer profesional cotidiano, una actividad científica, tecnológica y profundamente social.

Los factores objetivos para el surgimiento de la ALAMMI, estaban dados desde hace algún tiempo, por las acciones en distintos países, cuyos gobiernos verdaderamente preocupados por el avance de la educación de sus pueblos, han dedicado suficientes recursos económicos a esta permanente y cardinal necesidad social, incorporando nuevas tecnologías y/o metodologías novedosas, para algunos de ellos. Caso especial es la República de Cuba, reconocida mundialmente como potencia educativa, la que ha enfocado la educación considerando al hombre como un ser integral, hecho fundamental que ha caracterizado su quehacer educativo. Entre otras tantas acciones, desde el triunfo de Revolución y poco tiempo después, año con año lleva al cabo, importantes acontecimientos internacionales de carácter educativo y científicos.

En éste marco, el Instituto Superior Pedagógico "Juan Marinelo" y la Facultad de Informática de la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" convocaron al "VII Evento Internacional, La Enseñanza de la Matemática y la Computación, Matecompu 2005", para efectuarse del 6 al 10 diciembre de ese año. Allí se reunieron maestros de diferentes países latinoamericanos, de la Gran Canaria y España. Algunos asistentes de primera vez se encontraron con la grandiosa sorpresa, de que lo que llevaban consigo como una aspiración ideal: mejorar, de forma particular con los alumnos de sus instituciones, su trabajo en la enseñanza, fundamentados en la ciencia y la tecnología; en Cuba, es una realidad a nivel nacional, como política educativa de Estado. La participación de los cubanos, la mayor y claramente significativa por su visión humanista, científica y tecnológica, fue una realidad que propició una gran unidad y solidaridad durante el desarrollo de las jornadas de trabajo y dio como fruto, la decisión de tomar el camino de la investigación, de aquellos maestros por vocación allí reunidos, y de unirse para perseguir sus aspiraciones, en una organización que propiciara la búsqueda permanente de la excelencia académica.

En este contexto, en la magna sesión de Clausura del evento mencionado, en la que de manera clara se destacaron los alcances logrados, con la presencia importante y significativa de siete países latinoamericanos Argentina, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, México y Venezuela, además de La Gran Canaria y España; cuyos representantes manifestaban la alegría propia de los que se han enriquecido con el intercambio de experiencias profesionales y humanas y, rodeados de un bello paisaje natural: se hizo la propuesta formal de integrar una asociación de maestros por vocación investigadores latinoamericanos, con ideales de superación, surgiendo así la ALAMMI.

*www.alammi.info*