



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

ESACS: Un programa multimedia para la Enseñanza de la Estadística y la Metodología

**Benilde García Cabrero
Luis Márquez Ramírez
Facultad de Psicología, UNAM**

**Susanne P. Lajoie
McGill University**

**Margarita Villaseñor Ponce
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM**

Introducción

La Estadística es un ámbito relativamente joven dentro de las matemáticas (Hawkins, 1997; Shaughnessy, 1992) que se había enseñado en nuestro país hasta hace pocos años casi exclusivamente a nivel universitario, pero que gradualmente, en vista de su importancia, ha empezado a incorporarse desde el nivel pre-universitario, e incluso desde la secundaria. El mayor interés por la Estadística, se ha derivado de acuerdo con lo planteado por diversos autores a: 1) su capacidad para cerrar la brecha entre los conceptos matemáticos abstractos y la vida diaria (Gordon, 1996), 2) su importancia central en las habilidades de pensamiento crítico vinculadas a la toma de decisiones cotidianas (Hauff y Fogarty, 1996; Moore, 1997), 3) su aplicación creciente en disciplinas tales como la Ecología y la Biología (Graham, 1987; Moore, 1992), y 4) su utilidad para derivar significados de los datos presentados en los medios tanto audiovisuales como impresos (Gal, 1998, Joram, Resnick y Gabrile, 1995). Estos rasgos hacen de la Estadística una materia de estudio importante, especialmente útil para el desarrollo de proyectos de trabajo e investigación, que es necesario aprender y comprender, independientemente de si se pretende o no seguir una carrera universitaria.

La asignatura de Estadística forma parte de los planes de estudio de una gran cantidad de carreras a nivel universitario; sin embargo los niveles de pericia de los estudiantes en ella normalmente son muy bajos. Estos problemas se ahondan cuando los alumnos terminan la carrera y emprenden la realización de su tesis, ya que presentan innumerables deficiencias para plantear tanto los diseños experimentales como los tratamientos estadísticos pertinentes para ellos. Una explicación que se ha dado a este hecho es que los alumnos llegan a la universidad con una formación muy deficiente en matemáticas. En el ámbito universitario estos problemas se siguen presentando; en el caso de la Facultad de Psicología de la UNAM, las materias de estadística descriptiva e inferencial presentan altos índices de no acreditación. Por ejemplo, Velásquez, Cortes, Román y Tenorio en un estudio realizado en 1989 reportaron índices de reprobación de 20.78% y 22.56% para dichas asignaturas. Por su parte, Ávila, Márquez y De la Rosa



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

(1999) realizaron un análisis de los índices de reprobación por materia en el área de matemáticas, de 1996 1998. El análisis reveló que en el Sistema de Enseñanza Abierta (SUA) se presenta un mayor índice de reprobación y no presentación que en el Sistema Escolarizado (SE). Por ejemplo, en la materia de Matemáticas I: SUA (78.78%) y SE (39.56%); para Matemáticas II: SUA (64.40%) y SE (22.54%); y para Estadística Inferencial SUA (40.57%) y SE (19.90%).

De manera complementaria al análisis del rendimiento de los alumnos, Ávila, Márquez y De la Rosa (1999) aplicaron entrevistas a 15 profesores que impartían la materia de Estadística para detectar los principales problemas y necesidades de aprendizaje de los estudiantes en esta asignatura. Los profesores reportaron que los contenidos que presentan más problemas de aprendizaje se relacionan con la *comprensión de la probabilidad, la prueba de hipótesis, la distribución muestral, el análisis de varianza, el análisis de regresión, la correlación, el razonamiento estadístico y el diseño experimental*. Por contraposición, respecto de las medidas de tendencia central y dispersión, así como de la sustitución mecánica de los datos, los estudiantes parecen no presentar problemas de comprensión.

Una cuestión que no contribuye a facilitar el aprendizaje de los estudiantes es el hecho de que de acuerdo con lo reportado por Márquez y De la Rosa (1999), la mayor parte de los profesores hacen uso de estrategias pedagógicas de tipo básico (Chen, 1995), como son la exposición, el trabajo en equipo y las lecturas; y como métodos de evaluación, emplean los trabajos, las tareas y los exámenes. Sin embargo coinciden en la necesidad de proponer formas alternativas de fomentar la vinculación teoría-práctica dentro de un ambiente contextualizado de solución de problemas reales y relevantes en el campo profesional que permita el razonamiento estadístico, así como un clima de motivación y de aprendizaje significativo.

Aprender a razonar en Estadística

El razonamiento ha sido definido como el proceso de deducción de conclusiones lógicas a partir de enunciados o premisas básicas, que típicamente involucra dos tipos, el razonamiento inductivo y el razonamiento deductivo (Leahey & Harris, 1998). En el contexto de la enseñanza-aprendizaje de la estadística, el razonamiento ha estado ligado a conceptos tales como pensamiento científico, razonamiento científico, pensamiento crítico y razonamiento informal. La Estadística ha sido calificada por diversos autores como una asignatura difícil de entender y comprender (Cumming, Thomason y Zangari, 1995; Garfield y Ahlgren, 1988). En este contexto, en diversos ámbitos educativos se ha reconocido la necesidad de diseñar ambientes de aprendizaje que faciliten el desarrollo de las habilidades de los estudiantes para razonar en Estadística, considerando aspectos tales como: evaluar críticamente los datos, hacer inferencias y defender argumentos de manera lógica y sistemática a partir de los mismos (Gal, 1995; Gordon, 1996; Watson, 1997). Greeno (1989) por su parte, postula que la idea central en el pensamiento crítico es que los individuos piensen reflexivamente, más que simplemente aceptar los



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

supuestos y llevar a cabo los procedimientos sin comprensión significativa ni atribución de sentido a lo que se aprende.

Un “buen” razonamiento estadístico ocurre cuando los problemas están relacionados completa y apropiadamente con las reglas abstractas y satisfacen los principios estadísticos. El razonamiento estadístico por tanto, implica el uso de estrategias heurísticas, adicionalmente al conocimiento y la aplicación de las reglas estadísticas en el contexto en el que son utilizadas (Lavigne, 1999). En la literatura especializada existen evidencias de que el entrenamiento o la instrucción en reglas abstractas mejora el razonamiento estadístico. En un estudio realizado por Lavigne (1999), en el que utiliza el sistema de enseñanza basado en problemas y trabajo colaborativo, reporta dos factores más que inciden directamente sobre el nivel de razonamiento estadístico alcanzado por los alumnos: uno es la manera en la cual los grupos definen la tarea y el segundo es la forma en que los alumnos interactúan durante el trabajo colaborativo.

El término de “razonamiento estadístico” ha sido utilizado en el contexto de los resultados esperados de los cursos de estadística, y en la literatura se encuentra que este término es utilizado indistintamente con el de pensamiento estadístico (Boland, 2002; Watson, 2002; Derry, Levin, Spiro, 2002; Pfannkuch, Seber y Wild, 2002). Así, autores como Hawkins, Jolliffe & Glickman (1992) (citados en Garfield., 2002) utilizan estos dos términos (razonamiento y pensamiento estadístico) para presentar la sistematización de la investigación en esta área, pero no distinguen entre los dos tipos de procesos. En la mayor parte de la literatura, los términos centrales que se utilizan cuando se habla de “razonamiento estadístico” son los de pensamiento estadístico, razonamiento estadístico, y alfabetización estadística. Aún cuando estos términos han sido usados indistintamente dentro de la literatura (Cobb 1992; Pfannkuch, Sebers y Wild, 1998), es importante delimitar los aspectos a los que cada uno de ellos hace referencia. El aprendizaje de la estadística es un área de vital importancia en la educación, por ello la falta de claridad en la definición de las habilidades que se espera que los estudiantes desarrollen, no permite vincular lo que se enseña, con lo que los estudiantes aprenden y la forma en que se evalúa. Al respecto delMas, R. (2002) señala la necesidad de definir y estudiar las diferencias y similitudes entre estos tres términos con el objeto de clarificar los objetivos y las metas instruccionales de la enseñanza de la estadística.

delMas (*op. cit.*, 2002) define al razonamiento estadístico como la forma en que la gente razona con las ideas estadísticas y le da sentido a la información del medio ambiente. Por su parte Garfield (2002) ha definido el razonamiento estadístico como lo que un estudiante es capaz de hacer con el contenido estadístico (recuerdo, reconocimiento y discriminación entre conceptos estadísticos) y las habilidades que los estudiantes despliegan, usando conceptos estadísticos, en los diferentes pasos involucrados en la solución de problemas.

La Enseñanza de la Estadística



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

El modelo de enseñanza que se ha utilizado de forma predominante en las diferentes asignaturas que integran los currículos de la mayor parte de las universidades se basa fundamentalmente en la cátedra o exposición de los contenidos de las asignaturas por parte de los profesores. Diversos investigadores (cf. McKeachie, 1997) han señalado que la cátedra puede ser un método efectivo cuando la meta de la instrucción es que los alumnos adquieran conocimiento fáctico y conceptual. Sin embargo, si lo que se requiere es favorecer la adquisición no sólo de los contenidos factuales y conceptuales, sino la adquisición de habilidades, actitudes y valores, es necesario que los profesores pongan en práctica una variedad más amplia de estrategias de enseñanza, en las que la involucración activa del alumno constituya un componente fundamental de las mismas.

En el curriculum actual de la Facultad de Psicología, los cursos de metodología y estadística se imparten regularmente durante los primeros cinco semestres del nivel de licenciatura. Típicamente un maestro conduce el aspecto teórico del curso y un segundo maestro que se comunica poco (si no es que nada) con el primero, conduce la sesión práctica que se dirige principalmente a familiarizar a los alumnos con el uso de un paquete estadístico (regularmente SPSS) por computadora. Al finalizar la carrera, en el momento que los alumnos tienen que conducir un proyecto de investigación y escribir su tesis, se encuentran con que la mayoría de los conocimientos estadísticos y metodológicos se “han ido” y tienen que buscar ayuda para plantear el diseño de su proyecto de investigación, recoger y analizar sus datos.

Aunque los estudiantes regularmente utilizan las computadoras durante dos horas a la semana para aprender la manera de usar el paquete estadístico (seleccionado por el profesor), su *comprensión conceptual y pensamiento crítico* acerca de la estadística no parece mejorar por el uso de la computadora, como lo muestran los resultados de rendimiento de los alumnos en esta asignatura.

Alternativas innovadoras en la enseñanza de la Estadística

La forma como tradicionalmente se enseña la estadística ha sido con frecuencia cuestionada, especialmente cuando el foco de la instrucción se centra más en las habilidades de cómputo que en la forma en que la Estadística se aplica en la vida diaria (Thirsted y Velleman, 1992), por lo cual los estudiantes tienen problemas para hacer las conexiones entre la teoría y sus aplicaciones prácticas. Ante las dificultades que presentan los estudiantes para ubicar las cuestiones estadísticas en los contextos de la vida diaria (Schwartz y Wilson, 1997), se ha sugerido *enseñar la Estadística como una herramienta práctica para entender el mundo*, más que estrictamente restringirla a técnicas de manejo numérico (Chance, 1997; Snee, 1993; Steinhorst y Keeler, 1995; Thirsted y Velleman, 1992) y se han propuesto una serie de alternativas para la enseñanza de esta asignatura, de entre las que destacan la enseñanza basada en proyectos.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

Con miras a mejorar la comprensión de los procesos involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje y diseñar prácticas instruccionales más eficientes, en los últimos tiempos se ha desarrollado una aceptación de la perspectiva constructivista-social del aprendizaje, la cual enfatiza las variables contextuales y sociales que apoyan la cognición compartida y la construcción del conocimiento en situaciones naturales (Resnick, Levine y Teasley, 1991). Esta perspectiva sobre el aprendizaje que ha sido denominada “*cognición situada*” ha conducido a diversos investigadores a proponer un modelo del aprendizaje considerando al estudiante como un aprendiz cognoscitivo (Collins, Brown y Newman, 1989; Brown, Collins y Duguid, 1989; Kirshner y Whitson, 1997). Dentro de esta perspectiva, se ha estimulado la discusión acerca de la relación entre el procesamiento de información simbólica, el aprendizaje de conceptos y procedimientos y el contexto social y situacional en el que estos procesos ocurren (Greeno, 1989; Vera y Simon, 1993).

Las propuestas instruccionales que se han derivado de la aproximación de la “cognición situada” coinciden en plantear que el conocimiento y las habilidades se deben enseñar en contextos que reflejen la forma en que el conocimiento será útil en la vida real. Basado en un modelo algo radical de la cognición humana, el aprendizaje situado apoya la adquisición de conocimientos en contextos de actividad “auténticos”. Esto se deriva de la afirmación de que *conocimiento y contexto son inseparables*. Aprendemos a través de la experiencia en situaciones concretas, por lo tanto, en vez de abstraer las cosas del contexto en que se ubican, se debe maximizar el efecto del contexto proporcionando contextos ricos y significativos en los cuales los aprendices puedan poner a prueba sus conocimientos y habilidades recién adquiridos. Estos ambientes de aprendizaje ricos pueden facilitar la transición a las condiciones reales de trabajo a las cuales deberán insertarse los estudiantes una vez concluidos sus estudios universitarios.

Dentro de las propuestas pedagógicas que se apoyan en las propuestas de la “cognición situada”, la responsabilidad del trabajo sobre los contenidos se deposita no sólo en el maestro, sino de una forma importante en los alumnos, a quienes gradualmente se les plantea la necesidad de asumir el control y la responsabilidad de su propio aprendizaje. Para ello resulta conveniente introducir modelos de enseñanza que incorporen estrategias instruccionales apoyadas en procesos de formación basados en la experiencia, en la práctica y en el servicio profesional reales como sustento fundamental del quehacer docente. Las estrategias pedagógicas para apoyar este tipo de procesos que pueden ser utilizadas tanto para el trabajo individual como de grupos, no se restringen solamente a la interacción profesor-alumnos dentro del aula, sino que trascienden estos límites y se ubican en los escenarios mismos (de forma real o simulada) donde están teniendo lugar los procesos psicológicos, lo cual permite la consolidación real de las competencias profesionales.

Enseñanza basada en proyectos



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

La utilidad de la Estadística para entender acontecimientos en el mundo se hace más evidente cuando la Estadística es concebida como una herramienta dentro del proceso de investigación. Al respecto se ha señalado que los estudiantes necesitan experimentar el proceso de investigación en su totalidad, incluyendo el uso de herramientas tecnológicas, las cuales permiten que los estudiantes se enfoquen sobre las ideas y la práctica de la Estadística (Moore, 1997; Steinhorst y Keeler, 1995). Los estudiantes sin embargo, requieren ser capaces de hacer algo más que involucrarse en la investigación, también necesitan ser críticos para pensar en la forma en que este proceso es llevado a cabo por ellos mismos y por otros. Para utilizar los términos de Gal (1996, 1998), *los estudiantes requieren desarrollar tanto habilidades generativas, como interpretativas*. En términos más generales, los estudiantes necesitan aprender a ser tanto *productores como críticos de la Estadística* (Lajoie y Romberg, 1998). Esto plantea la necesidad de desarrollar investigaciones para examinar la comprensión y razonamiento de los estudiantes cuando conducen y evalúan las investigaciones realizadas por ellos mismos y por otros.

En vista de que el razonamiento estadístico requiere la habilidad para generar, evaluar y defender las inferencias estadísticas de manera sistemática y lógica, es necesario proporcionar a los estudiantes oportunidades para desarrollar estas capacidades y enseñarles algo más que el contenido de la asignatura a través de actividades no-relacionadas. Es decir, se requiere enseñarles a comprender el proceso de investigación y a utilizar la estadística dentro de contextos significativos de aprendizaje (Graham, 1987), lo cual involucra *plantear preguntas de investigación, recolectar, analizar e interpretar datos*. Los métodos instruccionales que tienen el mayor potencial para involucrar a los estudiantes en la investigación para fortalecer su habilidad para razonar dentro de este contexto, son los que requieren la generación y/o solución de problemas reales. Uno de los enfoques más prometedores para entrenar a los estudiantes en contextos realistas de aprendizaje es la instrucción basada en proyectos. Este tipo de instrucción requiere que los datos propios de una investigación sean recolectados por los estudiantes. En este tipo de aproximación a la instrucción, el instructor funciona como un facilitador del aprendizaje. La instrucción basada en proyectos ha sido utilizada principalmente en la educación de los niños pequeños; sin embargo en fechas recientes se ha extendido a la enseñanza de las ciencias y de las matemáticas (Edgerton, 1993, Sommers, 1992) a partir de la escuela secundaria. Los resultados de la aplicación de este enfoque han indicado su efectividad para la enseñanza de los conceptos científicos y el desarrollo de habilidades de observación, pensamiento crítico y experimentación (Scott, 1994).

La enseñanza basada en casos, proyectos y/o problemas, así como la instrucción apoyada por las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, constituyen herramientas útiles para la adquisición de una variedad amplia de contenidos de aprendizaje, en vista de su potencial para tender un puente entre las situaciones de la vida real (la experiencia concreta con diversos aspectos de esa realidad), y las situaciones de enseñanza y reflexión en el aula.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

Para responder a estas necesidades planteadas en la enseñanza de la estadística, Lajoie, Lavigne, Munsie y Wilkie (1998) diseñaron un programa computarizado denominado *ASP (Authentic Statistics Project)* con el objetivo de facilitar el proceso de aprendizaje y evaluación de la Estadística en estudiantes de segundo año de secundaria. El programa, que consiste en un multimedia interactivo, está basado en los principios de la cognición situada y la solución de problemas. En el ASP, los estudiantes utilizan la Estadística en el contexto de un proyecto en el que los propios estudiantes generan las preguntas de investigación. La suposición básica en este tipo de estudios es que los alumnos aprenden mejor haciendo estadística que calculando o repitiendo definiciones de conceptos. Los programas de investigación que se basan en esta suposición tienen como meta desarrollar situaciones de enseñanza y aprendizaje "auténticas" (Lajoie, Jacobs y Lavigne, 1995). La posibilidad que ofrece la tecnología computacional de proveer un ambiente interactivo donde las representaciones múltiples y las notaciones estadísticas se presenten de forma dinámica, puede ser utilizada para extender la comprensión sobre los datos, las gráficas y los análisis, para confrontar las preconcepciones de los estudiantes, a través de simulaciones apropiadas que hagan explícitos los conceptos estadísticos así como evaluar el aprendizaje logrado por los estudiantes (Oswald, 1996).

Por su parte, García y cols. (2000) desarrollaron un proyecto que se inspiró en las suposiciones teóricas y las implicaciones instruccionales del ASP, al cual se ha denominado *ESACS (Estadística Auténtica para las Ciencias Sociales)* y que está dirigido a estudiantes de licenciatura. El proyecto se desarrolló en dos fases: la primera, que ya fue realizada, abarca el diseño y aplicación de una metodología instruccional para el salón de clases, y la segunda, que está en proceso de desarrollo, comprende el diseño de un multimedia con ejemplos de los proyectos que se llevaron a cabo en la fase del salón de clases.

El número y tipo de contenidos incluidos, se extendió para cubrir un curso de un año completo, en vez de las tres semanas que se consideran normalmente en las clases de secundaria, en que se ha aplicado el ASP. La secuencia instruccional del ESACS considera seis fases: 1) adquisición del conocimiento, 2) automatización, 3) producción, 4) crítica, 5) articulación y reflexión, y 6) consolidación del conocimiento. Durante la implementación de las diferentes fases de la secuencia instruccional en el salón de clases, los estudiantes utilizaron el ESACS dentro y fuera del salón de clases para adquirir conocimientos y ejercitarlos. Una innovación adicional en el proyecto ESACS es el libro de texto, García, Valencia, Jiménez, Vega, Márquez, Ávila y Villaseñor (en prensa) el cual incorpora un enfoque centrado en el estudiante, y que funciona como un dispositivo de andamiaje, que incorpora diversos componentes instruccionales que el maestro ha utilizado durante la clase, tales como: mapas conceptuales, contenidos declarativos y procedimentales, ejemplos, ejercicios, tips y criterios de evaluación.

La propuesta de diseño instruccional del ESACS que aquí se presenta, ha tomado en consideración la necesidad de innovación curricular de la enseñanza de la metodología y la estadística, tanto en relación con los tipos de conocimiento a abordar, como en la



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

forma de enseñarlos. Dentro de esta propuesta básicamente se pretende que el estudiante se apropie de los contenidos metodológicos y estadísticos, a través de su involucración en el diseño de pequeños proyectos de investigación (que se realizan a lo largo de uno o dos semestres), en los cuales los alumnos asumen una porción considerable de la responsabilidad del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Con la ayuda del libro de texto y el programa multimedia por computadora, el profesor va guiando a los alumnos en el proceso de diseño y conducción de un proyecto de investigación. En el texto se presentan de forma sucinta cada uno de los aspectos involucrados en el diseño de proyectos de investigación: desde el planteamiento del problema, hasta la elaboración de un reporte de investigación, incluyendo los procedimientos estadísticos que se requiere utilizar en cada fase del desarrollo del proyecto. El libro contiene asimismo los criterios de evaluación con los que será valorado el trabajo que desarrollarán los alumnos. Esto les permite clarificar los aspectos involucrados en cada una de las etapas del proceso de investigación.

Por su parte, el programa multimedia presenta entre otros, ejemplos de proyectos desarrollados por otros grupos de estudiantes que han sido parte de las etapas anteriores de la construcción de la presente propuesta de enseñanza. Los ejemplos se presentan tanto mediante videoclips, como en forma escrita. El multimedia es un programa interactivo integrado por cuatro componentes (tutorial, videoteca de ejemplos, practicando la estadística y rally estadístico), en los que se requiere que los estudiantes pongan en práctica los conocimientos que van adquiriendo a lo largo del curso para evaluar los proyectos presentados en la clase, de acuerdo con los criterios que se les proporcionan tanto en el multimedia, como a través del libro de texto del alumno.

La idea de desarrollar un ambiente de aprendizaje de la estadística y de la metodología basado en la computadora, se ha planteado como una respuesta a los problemas que históricamente han enfrentado los estudiantes para aprender los conocimientos, habilidades y actitudes en el ámbito del aprendizaje de la metodología y la estadística. El programa ha sido diseñado con la intención de que pueda ser utilizado tanto en el nivel de licenciatura, como en el de posgrado.

Descripción de la propuesta instruccional del ESACS

El diseño instruccional del curso (ver figura 1) contempla los siguientes aspectos:

1. Introducción general de los contenidos por medio de una explicación del maestro apoyado en el Componente denominado "Tutorial o Experto" del programa ESACS, el cual presenta de manera conceptual o demostrativa los contenidos de cada módulo (Se consideran tres módulos: Planeación, Análisis Estadístico y Resultados y Conclusiones)
2. Presentación de Ejemplos para la identificación de los contenidos o el manejo procedimental de los mismos a través de ejemplos desarrollados por "expertos".



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

3. Aplicación de los contenidos en el desarrollo de un proyecto de investigación original planteada por los alumnos auxiliados por el Libro de texto en el que a través de una serie de estrategias instruccionales se guía a los alumnos en la realización de su proyecto, contrastando sus productos con los criterios y conceptos que se van introduciendo paralelamente.
4. Contrastación de las producciones de los alumnos con investigaciones similares realizadas por pares que están contenidas en el componente "Videoteca de Ejemplos", e investigaciones publicadas en revistas científicas. Con ello, los estudiantes tienen la posibilidad de evaluar otros proyectos, con los mismos criterios con los que será evaluado el proyecto que desarrollan. En algunos de los ejemplos de la videoteca reciben una retroalimentación de un experto quien argumenta las fallas y aciertos de las investigaciones que están evaluando.
5. Corrección de sus proyectos a partir de la crítica de los mismos basada en la experiencia con la "Videoteca de Ejemplos".
6. Presentación al grupo de sus producciones, las cuales son evaluadas por los otros equipos con los criterios contenidos en el libro de texto y la videoteca. En este paso los alumnos reciben una retroalimentación verbal de sus compañeros de grupo y del profesor para mejorar su proyecto.

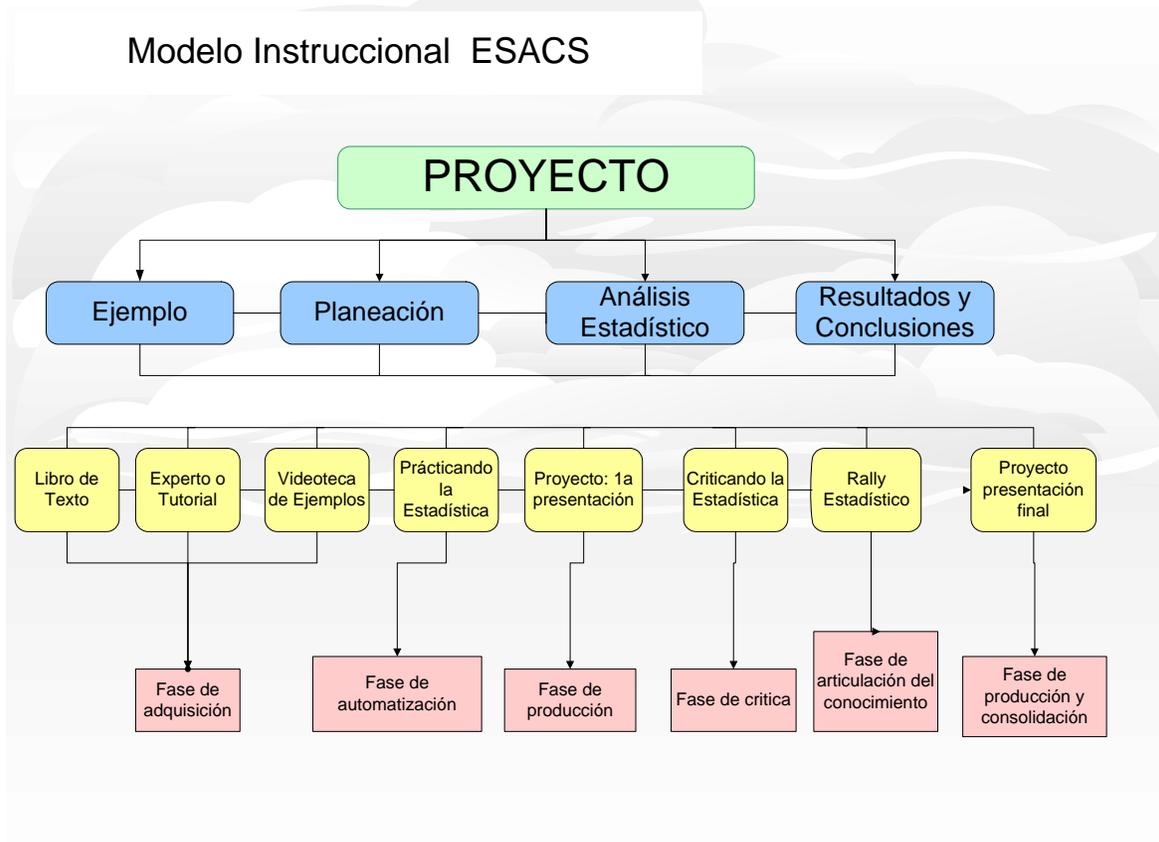


Figura 1. Fases del Modelo Instruccional del ESACS (García y cols., 2002).

Los diversos componentes del ESACS han sido aplicados con grupos de alumnos tanto de licenciatura como de posgrado con el propósito de validar tanto los contenidos, como la secuencia instruccional que se propone para desarrollarlos. El estudio que se presenta a continuación describe los resultados de la aplicación del ESACS con un grupo de alumnos de la Maestría en Psicología de la Facultad de Psicología de la UNAM, respecto del tema de la *prueba de hipótesis*, el cual se considera esencial en el proceso de investigación.

MÉTODO

Objetivos



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

Determinar el efecto de la utilización del programa ESACS sobre los niveles de razonamiento de estudiantes de maestría en relación con el proceso de la prueba de hipótesis.

Sujetos

Participaron 34 estudiantes de Maestría inscritos en dos cursos distintos de Metodología y Estadística. El grupo experimental estaba compuesto por 22 alumnos y el control por 12.

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño cuasi-experimental de grupo control con pre y post test.

Procedimiento

El grupo experimental trabajó de acuerdo con todas las fases de la propuesta instruccional para la conducción de un proyecto de investigación, a saber: 1) planeación de un proyecto de investigación, 2) tratamiento estadístico de los datos, y 3) elaboración del reporte de resultados, utilizando el libro de texto y el programa multimedia.

El grupo control por su parte fue conducido por un segundo profesor siguiendo el método típico de enseñanza: clase expositiva y ejercicios de cómputo. Sin embargo en este curso también se introdujo la innovación de solicitar a los alumnos que fuesen desarrollando un proyecto de investigación a lo largo del curso, y el profesor proporcionaba asesoría para el diseño y aplicación del mismo.

Para evaluar los niveles de razonamiento de los estudiantes se utilizó una prueba en la que se exponían problemas vinculados con el proceso de prueba de hipótesis. La respuesta que se solicitaba a los estudiantes comprendía, la elección de una opción de varias que se ofrecían y la fundamentación de dicha elección. Las preguntas valoraban los siguientes aspectos: 1) Planteamiento de la hipótesis, 2) Selección del estadístico de prueba, y 3) Interpretación de los resultados.

La sección que evaluaba la elección del estadístico de prueba incluía una descripción de una situación experimental en la que los estudiantes debían decidir qué prueba utilizar y argumentar las razones que apoyaban su decisión.

RESULTADOS

Para analizar las justificaciones de las respuestas proporcionadas por los alumnos en el pre y postest, se consideraron cinco niveles de razonamiento adaptados de las categorías propuestas por Lavigne (2000) y Garfield (2002).

Los niveles se identificaron con base en las siguientes categorías: Nivel 0: de razonamiento ambiguo, poco claro; Nivel 1: no sé, no respondió o respondió mal; Nivel 2:

Identifica la opción correcta pero no da ninguna fundamentación: Nivel 3: el estudiante tiene una comprensión verbal de algunos conceptos, pero no puede aplicarlos o los aplica de manera equivocada, son incompletos o erróneos. Nivel 4: el alumno aplica el concepto estadístico pero no da una argumentación clara del por qué de su aplicación. Identifica algunas dimensiones de un concepto pero no lo integra correctamente. Nivel 5: El estudiante tiene una completa comprensión del proceso estadístico, coordina las reglas y puede explicar el proceso en sus propias palabras, muestra habilidades interpretativas siendo capaz de evaluar el significado o implicaciones de lo que se le presenta.

La figura 2 presenta las medianas de los resultados obtenidos por los estudiantes en cada uno de los aspectos valorados: planteamiento de la hipótesis (hippre e hippost); elección del estadístico de prueba (elecpre y elecpost); interpretación de los resultados (intpre e intpost) y el puntaje total (totpre y totpost) en los respectivos grupos.

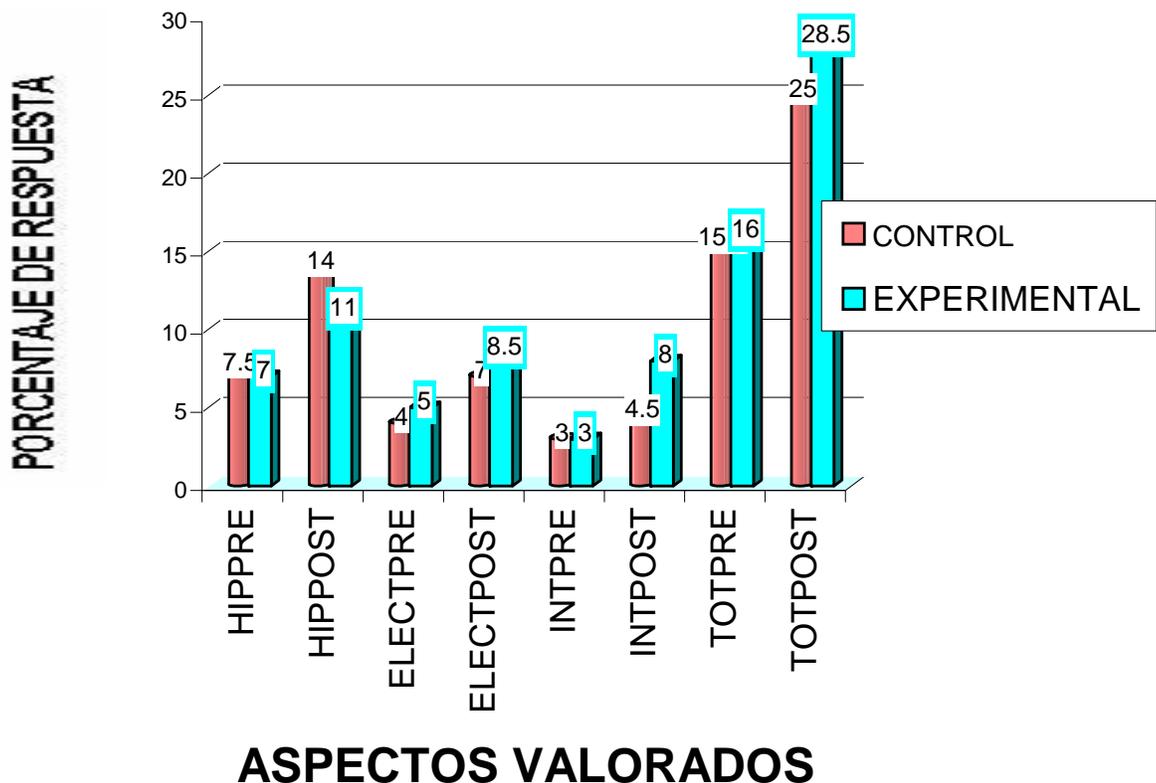
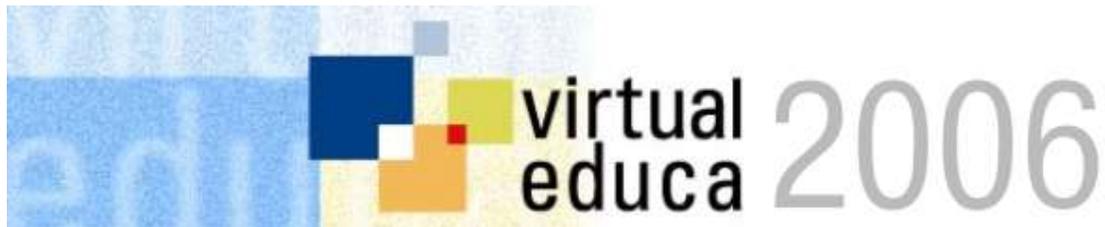


Figura 2. Medianas y calificaciones totales de los grupos experimental y control en cada componente valorado.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

Como se puede observar en la figura 3, las puntuaciones del pretest son muy similares en ambos grupos con ligera ventaja para el grupo experimental, excepto en el componente de la formulación de la hipótesis. Estas diferencias no resultaron significativas.

Por su parte, las calificaciones del postest muestran que el grupo experimental obtiene mejores resultados, excepto de nueva cuenta, en el aspecto referente al planteamiento de la hipótesis.

En relación con los niveles de razonamiento estadístico, se realizó una comparación en los niveles que mostraron los alumnos en el postest en ambos grupos. Los resultados se muestran en las siguientes gráficas.

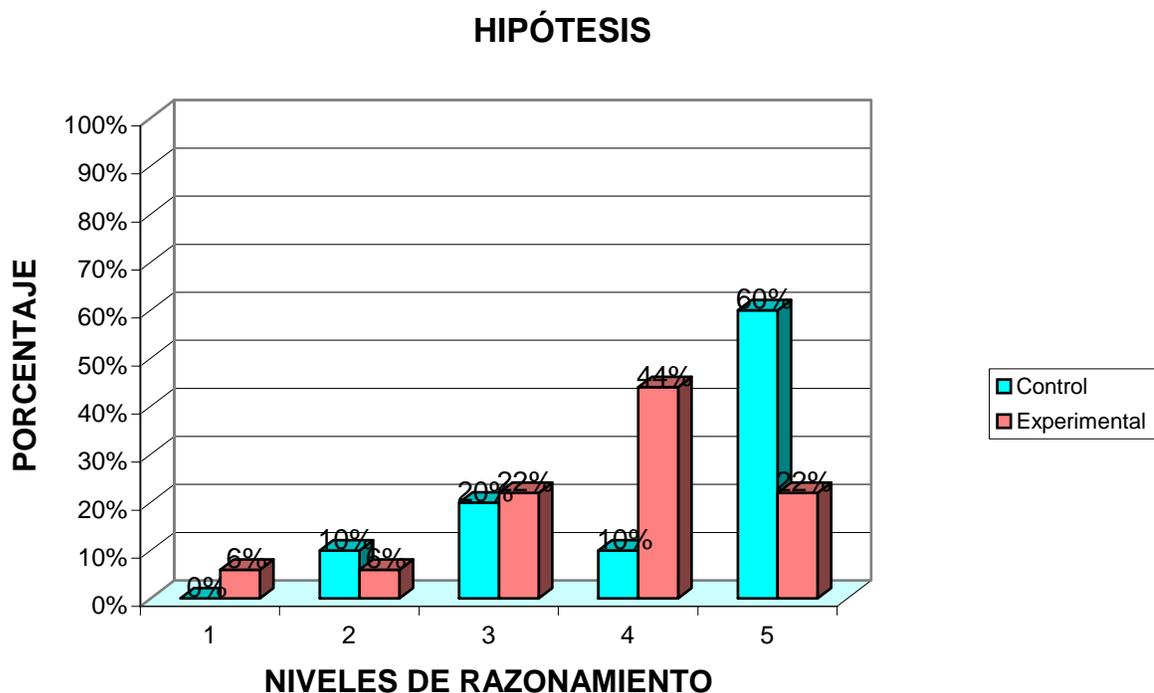


Figura 3. Porcentaje de argumentaciones por nivel respecto del planteamiento de la hipótesis en el postest.

Como puede observarse en la figura 3, un porcentaje considerable (60%) de las respuestas de los estudiantes del grupo control alcanzaron el nivel 5 (amplia comprensión de las reglas que rigen el proceso estadístico) y un 40% de las de los estudiantes del

grupo experimental alcanzaron el nivel 4 (aplicación de proceso estadístico sin una amplia comprensión de las reglas). La figura 4 presenta los datos obtenidos por los alumnos en la elección de la prueba estadística.

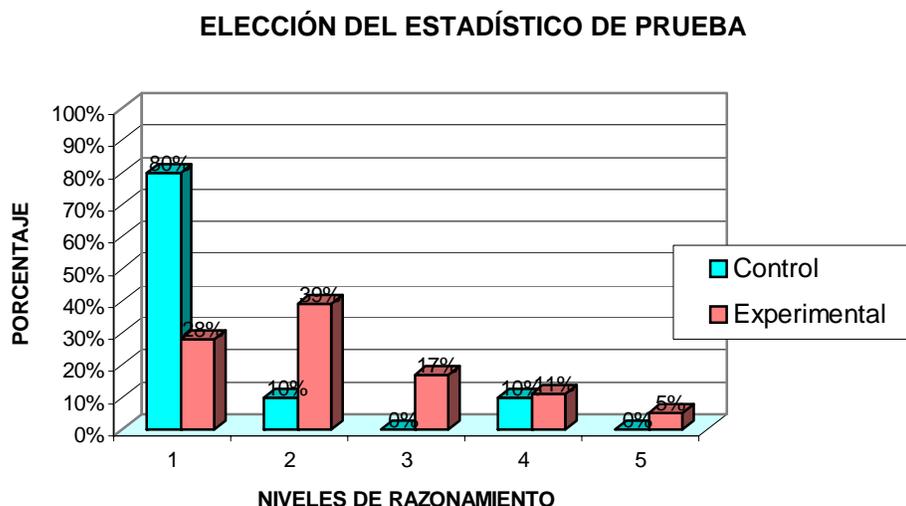


Figura 4. Porcentaje de argumentaciones por nivel respecto de la elección del estadístico de prueba en el postest

Como puede observarse, la mayoría de las respuestas de los estudiantes del grupo control (80%) alcanzaron el nivel 1 (respuesta incorrecta o no dio respuesta), mientras que el 30 % del grupo experimental alcanzaron el nivel 2 y 17% el nivel 3, 5% de las respuestas de los alumnos del grupo experimental alcanzaron el nivel 5, contra el 0% del grupo control.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

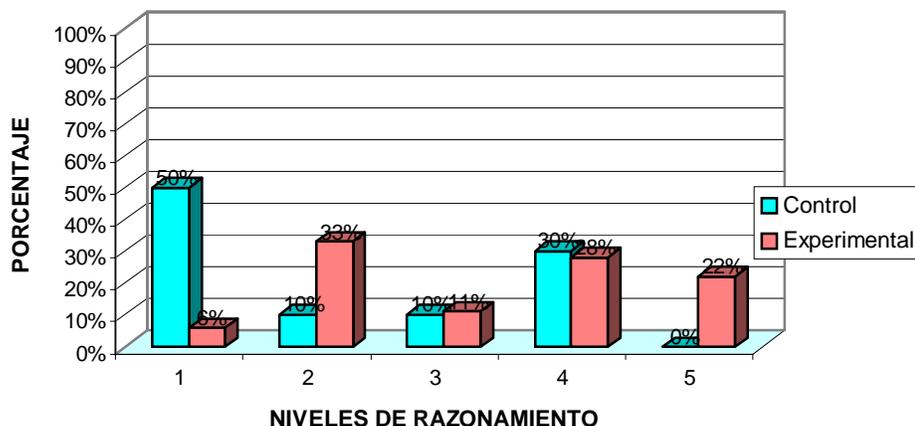


Figura 5. Porcentaje de argumentaciones por nivel respecto de la interpretación de resultados en el postest.

De acuerdo con los datos de la figura 5, la mitad de las respuestas proporcionadas por los estudiantes del grupo control (50%) alcanzaron el nivel 1 (no dar una respuesta o darla de manera errónea), mientras que prácticamente la mitad (48%) de las respuestas de los alumnos del grupo experimental se ubicaron en niveles más altos de razonamiento (26% en el nivel 4 y 22% en el nivel 5).

En virtud de que los resultados mostraron diferencias en la distribución de los grupos a lo largo de los niveles de razonamiento, se llevó a cabo una prueba no paramétrica de X^2 (chi cuadrada). En ésta se encontraron diferencias significativas sólo en interpretación de los resultados ($X^2 = 9.567$; $p = .048$) a favor del grupo experimental.

Sin embargo, en el aspecto de la elección del estadístico de prueba, aún cuando no resultaron significativas las diferencias, los alumnos del grupo experimental mostraron mejores niveles de comprensión de las razones que rigen este proceso.

Conclusiones.

Los softwares educativos apoyan una amplia variedad de las funciones del maestro, como proveer información, dar explicaciones, contestar preguntas modelar y evaluar entre otras. Estas funciones permiten caracterizar a los programas como “asistentes” del maestro que apoyan de una manera más cercana a los estudiantes en sus diferentes necesidades académicas, de forma tal que mejoran la adquisición del conocimiento, la comprensión y facilitan la adquisición del razonamiento estadístico.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

Los resultados del presente trabajo muestran la importancia que el uso de las nuevas tecnologías puede tener para la educación y más aún para materias de alto índice de reprobación como es la estadística. Los datos presentados demuestran que los elementos instruccionales que componen el ESAC, son meritorios de atención en el proceso de la enseñanza de la estadística y de su incorporación en las actividades en el aula.

Es importante resaltar que en los aspectos en los que se encontraron diferencias importantes entre los grupos (elección del estadístico de prueba e interpretación de los resultados) el *razonamiento estadístico* es fundamental. Sistemas instruccionales como el propuesto en este trabajo establecen las bases para cimentar este tipo de enseñanza. Con el cambio en la perspectiva de la enseñanza de la estadística se espera que los alumnos logren habilidades más complejas, es decir se espera que desarrollen razonamiento estadístico (Gardner & Hudson, 1999).

Los resultados de la presente investigación sugieren que la enseñanza de la estadística podría incorporar el cambio de perspectiva, de la enseñanza del cálculo estadístico al razonamiento estadístico. Si partimos de la base de que muchos programas de computadora realizan los cálculos en segundos y con gran exactitud, lo que se requiere enseñar es el razonamiento que subyace a tales cálculos, esto es, el razonamiento que nos permita el adecuado tratamiento de los datos, y la toma de decisiones y sus consecuentes acciones, que serán las habilidades que los estudiantes tendrán que desarrollar en su vida profesional.

Referencias

- Avila, C. J., Márquez, R. L., & de la Rosa, R. R. (1999). *Diagnóstico de la enseñanza de la estadística para el desarrollo de un ambiente de aprendizaje basado en la computadora*. Ponencia presentada en el Congreso General de Cómputo 99, México, D.F.
- Boland, Ph (2002) Promoting statistics thinking amongst secondary school student in the national context. <http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications>
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Research*, 18(1), 32-42.
- Chance, B. (1997), "Experiences with Alternative Assessment Techniques in Introductory Undergraduate Statistics Courses," *Journal of Statistics Education* [Online], 5(3). (www.amstat.org/publications/jse/v5n3/chance.html)
- Chen, M. (1995). Methodology for characterizing computer based learning environments. *Instructional Science*, 23, 183-220.
- Cobb, G. (1992). Teaching Statistics .En: L. A. Steen (Ed). *Heeding the Call for Change: Suggestions for Curricular Action*, MAA Notes, Number 22, Washington, DC: Mathematical Association of America, 3-34.
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing*,



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

- learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 453-494). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cumming, Thomason y Zangari, (1995). Designing software for cognitive change: StatPlay and understanding statistics. En J. D. Tinsley y T. J. van Weert (Eds.) *World conference of Computers in Education (WCCE)IV Liberating the learner* (pp. 753-765). London: Chapman y Hall.
- delMas, R. (2002). Statistical Literacy, reasoning, and learning: a commentary. *Journal of Statistics Education* [Online], 10(3).
- Derry, S. J., Levin, J. R., & Spiro, R. J. (2002). *Addressing cognitive and situational complexity in the instruction and assessment of statistical reasoning*. Ponencia presentada en la International Conference on the Teaching of Statistics ICOTS6, South Africa.
- Edgerton, R.T. (1993). Apply the curriculum standards with project questions. *The Mathematics Teacher*, 86 (8), 686-689.
- Gal, I. (1998) Assessing statistical knowledge as it relates to students' interpretation of data. En S.P. Lajoie (Ed.), *Reflections on statistics: Agendas for learning, teaching, and assessment in K-12*. Mahwah, N.J. Lawrence Erlbaum Associates.
- Gal, I. (1996) Assessing students' interpretation of data. In B. Phillips (Ed.), *Statistical education*. Swinburne, Australia: International Association for Statistical Education.
- García, B., Valencia, A., Jiménez, E., Vega, L., Márquez, L., Ávila y Villaseñor (en prensa). *Estadística Auténtica para las Ciencias Sociales: Un enfoque de enseñanza basado en proyectos*. México: Facultad de Psicología, UNAM.
- García, B. Márquez, L; Villaseñor, M y Ávila, J.L. (2000). Proyecto PAPIME DO304698: *Diseño de un ambiente de aprendizaje basado en la computadora para la Adquisición de Conocimientos y Habilidades en Estadística a nivel Licenciatura*. Facultad de Psicología, UNAM.
- Garfield, J. (2002). The challenge of developing statistical reasoning. *Journal of Statistics Education*, 10(3), www.amstat.org/publications/jse/v10n13/garfield.html.
- Garfield, J. B., & Ahlgren, A. D. (1988). Difficulties in learning basic concepts in probability and statistics: Implications for research. *Journal of Research in Mathematics Education*, 19(1), 44-63.
- Gordon, S. (1996). *Teaching statistics to reluctant learners*. En: B. Phillips (Ed.). *Proceedings of the International Conference of Mathematics Education-8*. Swinburne, Australia: International Association for Statistical Education.
- Graham, A. (1987). *Statistical investigations in secondary school*. Cambridge London: Cambridge University Press.
- Greeno, J. G. (1989). A perspective on thinking. *American Psychologist*, 44, 134-141.
- Hauff y, H. M. y Fogarty, G.J. (1996) Analysing problem solving behaviour of successful and unsuccessful students. *Instructional Science*, 24, 397-409.
- Hawkins, A. (1997) Myth-conceptions. En J.B. Garfield y G. Burrill (Eds.), *Research on the role of technology in teaching and learning statistics*. Voorburg, The Neetherlands: International Statistical Institute.
- Hawkins, A., Jolliffe, F., & Glickman, L. (1992). *Teaching statistical concepts*. New York: Longman Group UK Limited.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

- Joram, E., Resnick, L. B. & Gabriele, A. J. (1995). Numeracy as cultural practice: An examination of numbers in magazines for children, teenagers, and adults. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26, 346-361.
- Kirshner, D. & Whitson, J. A. (Eds.) (1997). *Situated cognition: Social, semiotic, and psychological perspectives* Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Lajoie, S. P., & Romberg, T. A. (1998). Identifying an agenda for statistics education and assessment in K-12. In S. P. Lajoie (Ed.), *Reflections on statistics: Learning, teaching, and assessment in grades K-12* (pp.xi-xxi). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Lajoie, S. P., Jacobs, V. R., & Lavigne, N. C. (1995). Empowering children in the use of statistics. *Journal of Mathematical Behavior* (14), 401-425.
- Lajoie, S. P., Lavigne, N. C., Munsie, S. D., & Wilkie, T. V. (1998). Monitoring student progress in statistical comprehension and skill. In S. P. Lajoie (Ed.), *Reflections on statistics: Agendas for learning, teaching, and assessment in K-12*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Lavigne, N. C. (1999). *Project based investigations for producing and critiquing statistics*. Disertación Doctoral en Psicología Educativa. McGill University. Montreal.
- Leahey, T. H. i Harris, R. J. (1998). *Aprendizaje y cognición*. Madrid: Prentice-Hall. (<http://www.amstat.org/publications/jse/v2n1/mackisack.html>)
- McKeachie, W. J. (1997). Student ratings: the validity of use. *American Psychologist*, 52(11), 1218-1225.
- Moore, D. S. (1997). New pedagogy and new content: the case of statistics. *International Statistical Review*, 65, 123-165.
- Oswald, P. (1996). Classroom Use of Personal Computer to Teach Statistics. *Teaching of Psychology*, 23(2).
- Pfannkuch, M.; Seber, G. y Wild, C. (2002). Probability with less pain. *Teaching Statistics*, 24 (1), 24-30.
- Resnick, L., Levine, J., & Teasley, S. (Eds.). (1991). *Perspectives on socially shared cognition*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Schwartz, D.L. y Wilson, A.T. (1997) Teaching college statistics through video cases and models of authentic practice: Outlier statistics. Poster presentado en el Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL.
- Shaughnessy, J. M. (1992), "Research in Probability and Statistics: Reflections and Directions. En: D. A. Grouws (Ed.). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, pp. 465-494. New York: MacMillan,.
- Snee, R. D. (1993), "What's Missing in Statistical Education?," *The American Statistician*, 47(2), 149-154.
- Sommers, J. (1992). Statistics in the classroom: Written projects portraying real-world situations. *The Mathematics Teacher*, 85 (4), 310,313.
- Steinhorst, R. K., and Keeler, C. W. (1995), Developing Material for Introductory Statistics Courses from a Conceptual, Active Learning Viewpoint. *Journal of Statistics Education* [Online], 3(3). (www.amstat.org/publications/jse/v3n3/Steinhorst.html)



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

- Thirsted, R.A. y Velleman, P.F. (1992) Computers and modern statistics. En D.C. Hoaglin y D.S. Moore (Eds.), *Perspectives on contemporary statistics*. Mathematical Association of America (MAA) Notes, 21.
- Velásquez, A.;Cortéz J., Román A. y Tenorio R. (1980) Análisis de los índices en los semestres básicos de la Facultad de Psicología. En Urbina (Comp.) *El psicólogo*. <http://www.amstat.org/publications/jse/v10n12/verkoeijen.html>.
- Vera, A.H., & Simon, H.A. (1993). Situated action: A symbolic interpretation. *Cognitive Science*, 17, 7-48
- Watson, J.M. (1997) Assessing statistical thinking using the media. En J. Gal y J.B. Garfield (Eds.), *The assessment Challenge in statistics education*. Amsterdam, The Netherlands: IOS Press.