

Aprendizagem Interativa e Trabalho em Grupo - Avaliação com Estratégia para a Melhoria do Ensino*

Martha Aliaga**

Intituto de Verano para Perfeccionamiento de Profesores de Matemáticas a Nivel Secundario del Estado de Michigan. Instituto de Verano para la Enseñanza de Matemáticas y Estadística para Alumnas Minoritarias de dos Escuelas de Detroit Enseñanza en Grupos. Aprender Cooperativamente.

Las últimas investigaciones en educación indican que se debe enseñar interactivamente, haciendo que el alumno se com-penetre activamente en el proceso de construir su propio conocimiento. Aprender es un proceso dinámico e interactivo. El alumno obtendrá un conocimiento más profundo si obtiene información por rutas diferentes y si puede atar nueva información a otras cosas que él/ella está aprendiendo y que es relevante a su vida personal. Rápidos avances en conocimientos, nuevas conexiones entre disciplinas, constantes cambios en tecnologías y una nueva generación de estudiantes hace que el método clásico de enseñar y aprender haya dejado de ser atractivo y en cambio sea inapropiado para las necesidades de hoy en día.

Nuestros estudiantes han crecido con distintas herramientas para aprender, pertenecen a la

era de la televisión, son rápidos en juegos electrónicos, poseen VCR. Afuera de las escuelas todo es estimulante y excitante. Sin embargo en las escuelas se sigue enseñando con los mismos métodos y con el mismo tipo de libros.

Los estudiantes necesitan ser enfrentados y ganar experiencias en resolver problemas que no tienen una única solución correcta, que no estén bien definido sino que por el contrario ellos deban clarificarlos antes de resolverlos, donde puedan usar diferentes métodos ó hipótesis. Los estudiantes deben aprender a defender sus soluciones, arguir sobre sus conclusiones, como también hacer preguntas respecto a otros métodos o conclusiones.

Estudiantes deben aprender a evaluar sus propios adelantos y sus propias actuaciones. Formas apropiadas de evaluación deben ser incorporadas de manera que los profesores y los estudiantes pueden determinar si sus metas han sido alcanzadas.

El National Research Council's Mathematics Sciences Education Board (MSEB) y el National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) han publicado recomendaciones para los profesores. Entre otros podemos señalar:

(*) Palestra proferida no I Simpósio Internacional de Avaliação da Educação. Realizado pela Fundação CESGRANRIO, Rio de Janeiro, outubro, 1995.

(**) Filiação Institucional: Professora de Estatística da Universidade de Michigan.

- Los profesores deben apreciar la importancia de sus conocimientos y métodos de enseñanza de manera de desarrollar estudiantes competentes, seguros de sí mismos y con una apreciación para las matemáticas.

- Los profesores deben observar sus propios comportamientos al impartir clases y cómo dichos comportamientos impactan en el rendimiento de sus alumnos.

Instituto de Verano para Perfeccionamiento de Profesores de Matemáticas a Nivel Secundario del Estado de Michigan.

En 1989 presenté a la Universidad de Michigan y luego a la National Science Foundation (NSF) un modelo de programa de verano para mejorar el nivel matemático y presentar nuevas técnicas de enseñanza a profesores de matemáticas de las escuelas secundarias en el estado de Michigan.

Setenta y siete profesores asistieron hasta el presente. El objetivo del programa fué:

- Proveer a los profesores con una oportunidad para mejorar pedagogía y los conceptos matemáticos.
- Mejorar la enseñanza de matemática y estadística en sus respectivas escuelas.
- Establecer una red de comunicaciones entre los profesores de matemáticas del estado de Michigan.
- Evaluar los cambios en sus clases que resulten debido al programa.
- Documentar todas las actividades en el programa de manera que el modelo propuesto se pueda replicar en todo el estado.
- Invitar a educadores universitarios de matemática y ciencias de otros lugares del país a participar en las actividades del verano en preparación para la implementación de sus propios programas.

El programa ha sido modificado en este momento y ahora consiste de dos partes. La primera parte consiste de cuatro semanas en el verano. Los profesores viven en la ciudad de Ann Arbor, donde la Universidad de Michigan está ubicada. A esta parte del programa todos los

profesores de dos escuelas, los directores de matemáticas, los directores de las escuelas y los consejeros tienen obligación de participar. Mi experiencia es que todos ellos deben conocer, discutir y aceptar los cambios para que dichos cambios ocurran.

La segunda parte del programa ocurre en sus propias escuelas donde un estricto seguimiento ocurre.

Programas adicionales ocurren durante el año escolar paralelamente con el programa principal. Uno muy exitoso es el que mantiene encuentros matemáticos con los padres y familiares después de las horas de clase ó durante ciertos sábados. Los alumnos con sus respectivos familiares descubren que en sus hogares usan diariamente matemática en forma efectiva.

Durante el siguiente año los profesores secundarios y bajo la guía de la directora del programa, duplican el programa con profesores de escuelas primarias. Las escuelas primarias están ubicadas en las cercanías de las escuelas secundarias de manera que los profesores secundarios formen una red de colaboración entre los profesores de ambas escuelas. Los profesores secundarios siguen participando en encuentros matemáticos locales y nacionales.

El programa en general dá a los profesores participantes la oportunidad de asumir nuevos roles como líderes en expandir nuevas técnicas de enseñanza y aprender nuevos métodos de evaluación.

Las escuelas en su totalidad toman conciencia de los cambios y participan en ellos. Evaluación nos da el medio de movernos hacia mejores niveles de educación.

Aunque en estos dos programas he trabajado con minoritarios (African-American y Latinos) el problema es exactamente el mismo. El problema tiene que ver con la calidad de instrucción.

Hillary sugiere remedios:

1. Aumentar el conocimiento matemático de los profesores de matemática.
2. Los profesores deben tener una pedagogía exitosa. Profesores modelos deber proveer entrenamiento de profesores.

3. Los profesores deben tener válidos sitios de entrenamiento, y deben tener demostraciones de diferentes situaciones con diferentes profesores. El uso de videos es un medio de alcanzar dichos objetivos.

Las estrategias presentadas durante los tres primeros Institutos fueron entre otros:

- Desarrollo de internas percepciones, actitudes y esperanzas acerca de los estudiantes.

- **Crear que todo alumno puede aprender.** Yo le digo a mis alumnos cada día, de una manera u otra, que creo en ellos. Lo refuerzo continuamente cuando ellos encuentran una solución ya sea con palabras o con notas escritas en sus exámenes. El principio de cumplir una profecía es esencial en toda esta iniciativa de enseñar.

- **Intervalo de respuesta.** El tiempo más apropiado para aprender, retener, y desarrollar la habilidad para utilizar el material en tiempo futuro es el tiempo que pasa entre la pregunta y la respuesta. Cuando una pregunta ocurre, no "espero hasta el próximo capítulo" para contestarla.

- **El profesor es accesible.** El alumno debe creer y "sentir" que yo estoy de su lado para clarificar o re-dirigir. Esto evita varias situaciones que impiden aprender, como el pensar que están ocupando mucho tiempo del profesor. Este ambiente por el contrario induce a preguntar, pensar y debatir.

- Uso de **segmentos de información** designados a reflejar la habilidad de los estudiantes a asimilarlos. Comienzo muy despacio y con pequeños segmentos. A medida que el conocimiento aumenta me muevo más rápido y en grandes bloques. Yo explico el problema desde distintos puntos de vista y hago que los estudiantes después de discutir en grupos lo expliquen en voz alta, si es posible, al resto del curso.

- **El material** y los **problemas** presentados deben ser sacados de **la vida real** y ser útiles para el futuro de los estudiantes. Yo enfatizo visualización de los conceptos matemáticos y su utilización diaria de manera que la matemática se convierta en algo excitante y con sentido.

- Describir los necesarios requerimientos para tener éxito de manera de aumentar la confianza

del alumno y mantener su motivación.

Es importante mantener la idea que futuros éxitos son posibles.

- **Cambio en la atmósfera de la clase.**

La atmósfera de la clase es la antítesis de la clase tradicional. Para aumentar la confianza y el deseo de aprender, los estudiantes son invitados a hablar, participar, debatir, arguir, aceptar o rechazar. Este no es un ambiente caótico sino lleno de energía donde cada uno es invitado a tomar riesgos.

Los estudiantes no están implícitamente o explícitamente invitados a esconder la falta de conocimiento. Cada uno aprende que es útil y puede aportar con sus diferentes experiencias personales a la solución del problema.

- **Interacción**, continuada respuesta del profesor y cortos y frecuentes chequeos.

- **Contenido de las clases** debe ser mejorado continuamente.

- Aprender en un **ambiente de cooperación.** Formación de **grupos.** En general las ventajas son múltiples al estudiar en grupo, a los minoritarios en particular les proporciona un soporte social.

Instituto de Verano para la Enseñanza de Matemáticas y Estadística para Alumnas Minoritarias de dos Escuelas de Detroit. Enseñanza en Grupos. Aprender Cooperativamente.

Durante los últimos dos veranos y bajo el auspicio de la NSF he dirigido un programa para alumnas mujeres que entran al noveno grado (primer año del "high school"). El modelo que he creado para dichas estudiantes no es más que una replicación del método que uso con grupos minoritarios en la Universidad de Michigan en todo sentido pero con una variante muy importante: yo no enseño. Puede el modelo dar resultado con profesores diferentes?

El material y la pedagogía empleada están dirigidos a fomentar un constante proceso de descubrimiento.

La intensidad del curso es proveer a las estudiantes con herramientas poderosas como

saber pensar en matemáticas y en estadística, de manera que les permita continuar adquiriendo conocimientos más allá de los confines de la clase.

La alumna debe dominar principios matemáticos y estadísticos de manera que llegue a ser capaz de aplicar estos principios a situaciones que son completamente nuevas para ellas.

Las estudiantes son evaluadas al requerírseles que encuentren por sí mismas nuevas aplicaciones. En cada nueva aplicación la alumna debe explicar la analogía en un lenguaje que sea claro a una persona inteligente pero no necesariamente informado de la materia.

Con este proceso la alumna aprende **por sí misma**. Los problemas que las alumnas encuentran son de la vida real y auténticos en el sentido que las aplicaciones de sus conocimientos son entendidas por la alumna mientras la alumna está aprendiendo.

Es muy importante capturar el interés de las alumnas hacia las matemáticas y la estadística bien temprano en sus vidas. Esto es especialmente cierto en las mujeres. Estudios realizados han probado que dentro de los estudiantes que eventualmente eligieron una carrera relacionada con ciencia a nivel universitario, entre un tercio y la mitad de ellos ya se sintieron inclinados a esos estudios antes del noveno grado (*Guirr*), y de aquellos que no indican preferencia antes del noveno grado a seguir una carrera de base cuantitativa del 40% al 50% tomarán su decisión en los grados 9, 10, ó 11.

En un artículo en "Science" en una sección especial acerca de mujeres en ciencia se incluye la siguiente observación: "Pérdida de confianza en sí mismas - y no diferencia en habilidad - parece ser que produce el alejamiento de las mujeres hacia las ciencias. Este alejamiento comienza alrededor del séptimo grado y continúa a través el colegio secundario. La diferencia entre mujeres y hombres a esa edad no es de rendimiento sino en el hecho de que las mujeres consistentemente subestiman sus habilidades. Debido a esa falta de seguridad en sí mismas comienzan a tomar menos cursos de matemáticas y de ciencias. (*Alper*)

El modelo que yo creé para mis alumnas

intenta incrementar la seguridad en sí mismas como también sus conocimientos. La seguridad en sí mismas fué lograda haciendo que las alumnas se sintieran más productivas en una forma que tuviera sentido para ellas, sus amigos y sus familiares. Las clases fueron diseñadas de manera que el material presentado condujera a éxito y ellas sintieran que era relevante a sus vidas. Es importante conectar nueva información a otras cosas que la alumna está aprendiendo o que es relevante a sus vidas personales. La alumna debe experimentar el ir de un conocimiento débil de la materia a un estado en el cual tenga un profundo y refinado conocimiento sobre ideas poderosas y conceptos que son importantes a ser entendidos. Es crucial que las experiencias que los alumnos enfrenen en matemáticas y estadística sean amigables, relevantes y útiles. El material presentado en el programa de verano ayuda a ver al mundo más predecible y menos complejo para ellas.

En el programa del verano se enseñó matemáticas y estadística de manera de desarrollar confianza en sus potencial y tratar de persuadirlas a seguir carreras relacionadas a esos dos tópicos.

Los objetivos del programa fueron:

- Lograr una actitud positiva hacia las matemáticas y la estadística usando el método cooperativo y grupos de trabajo.
- Aprender el uso de la calculadora gráfica y programas de computación para resolver y/o descubrir soluciones.
- Explorar carreras en matemática y estadística.
- Estimular la participación familiar en resolver problemas matemáticos.
- Aprender a escribir técnicamente.

Tópicos presentados:

Los tópicos presentados fueron herramientas básicas en matemática y estadística de manera de construir una base sólida y bien fundada. Un continuo descubrimiento y redescubrimiento de cómo estas dos materias ayudan a resolver problemas ocurre durante las tres semanas de duración del programa. Las estudiantes aprenden a pensar en términos matemáticos e aceptan a la matemáticas como una herramienta útil para toda la vida.

En matemática se presentó:

Teoría de los Números - Combinatoria.

Dentro de todos los posibles tópicos en matemática, la teoría de los números y combinatoria es sencilla de enseñar debido a que muchos teoremas se pueden demostrar por medio de observar patrones. A las estudiantes se les proporcionó con un software para IBM PC. Patrones fueron observados en las pantallas del computador sin el penoso método de calcularlos "a mano". Las participantes aprendieron la teoría elemental de los números usando el método de descubrimiento. A las participantes se les preguntó como detectar patrones y se les enseñó a sintetizar y generalizar sus observaciones.

Por ejemplo: dado el triángulo de Pascal con sus familiar patrón

$$\begin{array}{cccccccc}
 & & & & & & & 1 \\
 & & & & & & 1 & 1 \\
 & & & & & 1 & 2 & 1 \\
 & & & & 1 & 3 & 3 & 1 \\
 & & & 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \\
 & & 1 & 5 & 10 & 10 & 5 & 1 \\
 & 1 & 6 & 15 & 20 & 15 & 6 & 1 \\
 1 & 7 & 21 & 35 & 35 & 21 & 7 & 1
 \end{array}$$

a las alumnas se les sugirió ignorar los valores actuales y considerar solamente si el número era par o impar. Escribiendo "0" para los pares y "1" para los impares, el patrón se convierte en:

$$\begin{array}{cccccccc}
 & & & & & & & 1 \\
 & & & & & & 1 & 1 \\
 & & & & & 1 & 0 & 1 \\
 & & & & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 & & & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
 & & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\
 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1
 \end{array}$$

Las estudiantes notan entonces que el triángulo de ceros y unos, en las filas 0-3 se repite dos veces en las filas 4-7 con un triángulo invertido de sólo ceros. Experimentando ellas observan también que el arreglo de ceros y unos en las filas 0-7 se repite 2 veces en las filas 8-15 con un triángulo invertido de ceros, etc.

Se puede anticipar que estudiantes que experimentan matemática de esta manera seguirán usando método de estudio que consiste en

descubrir. Estudiantes con esta experiencia actuarán mejor en cursos avanzados en matemática.

Para este segmento del verano las alumnas usaron IBM y el program Excel en Macintosh durante 2 horas diarias.

Criptografía

A las alumnas se les introdujo el tópico de codificación y decodificación de mensajes secretos.

Los métodos fueron

1. Cesar
2. Decimación
3. Transformaciones Lineales
4. Palabras Claves.

Criptografía duró una semana, 2 horas diarias. Las alumnas encontraron el tema fascinante, y mientras aprendían matemática encontraron la clase divertida y muy útil. Al terminar la semana quisieron comunicarse con Washington D.C. para buscar futuros trabajos en criptografía.

Lógica

Lógica fué presentada con énfasis en problemas de la vida real. No sólomente las alumnas debieron aprender el significado matemático de las proposiciones, sino que se les pidió que buscaran artículos en los diarios y discutieran artículos. Lógica les enseñó a saber leer y evitar erróneas conclusiones.

Calculadoras Gráficas

Las calculadoras gráficas y las computadoras han eliminado en alguna manera la necesidad de enfatizar álgebra como la única manera de resolver problemas. Investigaciones mostraron que una vez que el alumno visualiza el problema con un gráfico, le es más fácil resolverlo (Beckman, Goldenberg, Leinhardt et al). Utilizando la calculadora gráfica los conceptos de límite, derivadas y cálculo de áreas se hacen accesibles a estudiantes más jóvenes.

Ejemplo 1: Son las funciones

$$\sqrt{(x+1)/(x-2)} \quad \sqrt{x+1} / \sqrt{x-2}$$

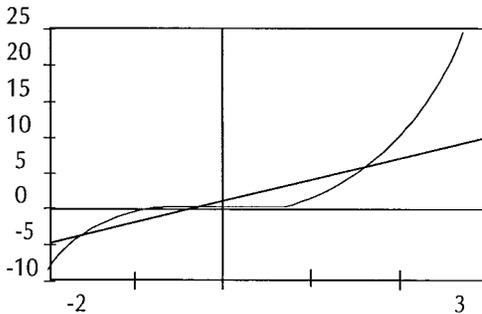
iguales? Usando la calculadora gráfica se puede ver que son distintas. Por supuesto, la discusión teórica debe seguir.

Ejemplo 2: Encontrar la solución a la desigualdad

$$x^3 > 3x + 1$$

No hay una técnica algebraica que nos permita resolverla. Sin embargo si se piensa en términos de funciones podemos usar la calculadora gráfica y tratar de encontrar los valores de x para lo cual

$$x^3 - 3x - 1 > 0$$



Usando los botones "Trace" y "Zoom", o usando los botones "2nd" y "Trace" se obtienen las intersecciones.

Otro modo de resolver el mismo problema es buscar los valores de x tal que

$$(x^3 - 3x - 1) > 0$$

Es decir, para qué valores de x el gráfico de la función toma valores positivos?

El método es sencillo y los alumnos "ven" lo que está pasando.

Ejemplo 3:

Para graficar una función discontinua como

$$f(x) = \begin{cases} x + 2 & \text{si } x \leq -2 \\ 2 & \text{si } -2 < x \leq 4 \\ -x & \text{si } x > 4 \end{cases}$$

sóloamente se necesita

$$y = (x + 2) \text{ (} x \leq -2 \text{)} + 2 \text{ (} -2 < x \leq 4 \text{)} + -x \text{ (} x > 4 \text{)}$$

TI 82 es una calculadora gráfica ideal para enseñar estadística. Produce todos los gráficos elementales como Histogramas, Serie de Tiempos, Box Plots, Línea de Regresión, Gráfico de Residuos, Cálculo de Promedios, Percentiles, y Varianza.

En el apéndice se presentan todas las reglas para estos gráficos estadísticos.

Estadística

Estadística resultó el curso favorito. Se enseñó durante las tres semanas, dos horas diarias.

Se usó múltiples herramientas visuales y manuales, como dados, caramelos, uvas, bolsas de papeles, etc. De nuevo el método es descubrimiento y generalización.

Al final del curso nosotros queríamos que las alumnas tuvieran una idea clara de que:

- Estadística puede probar poco conclusivamente aunque puede sugerir cosas y por lo tanto conclusiones estadísticas no deben ser tomadas ciegamente.

- La idea de variabilidad de los datos y como condensarlos gráficamente.

- La utilidad de las características muestrales (y por lo tanto las inferencias usando esas medidas) dependen críticamente en el diseño de la muestra.

Además de aprender conceptos y cómo pensar en estadística intentamos que las alumnas cambiaran sus actitudes hacia estadística.

- Aprendieron que conocer fundamentos en estadística las podría ayudar a comprender y evaluar información en la vida real.

- Cualquiera puede aprender ideas importantes cuando se pone voluntad, horas de estudio, y se trabaja juntos en un grupo.

- Hay diferentes maneras de resolver un problema estadístico.

- Se quede llegar a conclusiones diferentes basados en los mismos datos, si se tiene diferentes hipótesis y se usa diferentes métodos de análisis.

El currículum del programa de verano comenzó con un ejercicio en decepción de los sentidos. Se proponía enseñar a las alumnas a sentirse confortables con la idea de que algunas veces vemos cosas que no son consistentes con nuestros creencias. Por ejemplo una línea vertical de la misma longitud que una horizontal, pero la vertical parece más larga.

El primer ejercicio envolvió el juego de Monte Hall llamado Let's Make a deal. Tres cortinas esconden, un auto detrás de una sola y un cordero detrás de cada una de las otras. El objetivo es seleccionar la cortina que tiene el auto. Una selección inicial es hecha por la alumna, la persona que dirige el juego y sabe la ubicación del auto abre una de las otras dos cortinas y muestra uno de los corderos. La alumna debe decidir entonces si prefiere quedarse con su primera elección o si con la información adicional prefiere cambiar de cortina.

Las alumnas estudian el problema en grupos de cuatro, usando tablas de números aleatorios. Inicialmente no se les dá ninguna información. Luego se les pregunta como podrian chequear sus intuiciones. Cada grupo decide simular el juego y coleccionar los datos hasta obtener información.

El ejercicio final de cada día consiste en escribir lo que han aprendido durante esa clase. Aunque la explicación oral de lo que han aprendido resulta generalmente correcta, usualmente al escribirla se convierte en algo fuera de foco, completamente no clara. En tres semanas un cambio fundamental en ésta área no fué posible aunque varias mejoraron bastante.

El estudio de promedios produce un rico material para demostrar principios estadísticos. Algo que las sorprendió es comprobar que el promedio puede ser cualquier percentil y no es siempre típico de lo que se espera.

Otro ejemplo usando promedios que causó sorpresa

"En una escuela el diario tenia la siguiente información: Juan y Pedro terminaron sus cuatro años de competición en natación. Juan ganó 60% de todas sus competiciones. Pedro ganó el 50% de las suyas. Juan ganó 70% de espalda y 30%

en mariposa. Pedro ganó 75% de espalda y 45% en mariposa.

Parecería que hubiera un error en esta información. Cómo puede ser posible que Pedro, teniendo un mejor record que Juan en ambos estilos, llegue a tener un porcentaje menor al final. El diario debe estar equivocado! O no?"

El siguiente ejemplo produjo grandes discusiones:

El nuevo presidente proclama que desde que él está en el poder el salario promedio de toda la población ha aumentado. Su oponente declara que en este momento la mayoría de las personas están ganando menos que antes. Parece una contradicción! Quién está mintiendo?

Las alumnas deben primero discutir el problema en grupos, si en los primeros diez minutos no llegan a ninguna conclusión se les pide que produzcan cinco salarios, todos cerca de los diez mil dólares para que se note el promedio mejor. Desde allí se les hace pensar, si los números que propusieron producen el promedio cerca de la media, se le pregunta, qué pasa si uno de esos valores se transforma en uno bién distinto de los demás, etc. Al final las alumnas son capaces de elegir salarios de tal manera que el promedio mejore pero donde la mayoría gana menos.

Sesgo, variación, probabilidad, y múltiple ejemplos de la vida real completan el curso.

Evaluación

El propósito de la evaluación es mejorar la enseñanza. Retornar exámenes con una nota no produce nuestros objetivos. Nosotros buscamos completo entendimiento y eso se logra con múltiples chequeos.

Lo que deseamos, además, es que la alumna sea responsable de comenzar con el proceso de adquirir conocimiento. Los estudiantes deben entender bién temprano que en la actividad de aprender ellos tienen que tener responsabilidad.

Enseñanza Cooperativa: Uso de grupos

El método de enseñanza en grupos puede ser usado para todas las edades, todos los niveles, y en todas las áreas de estudio.

Ayuda a los estudiantes a construir conocimiento a medida que aprenden una nueva materia y transforma la clase en una comunidad activamente envuelta. El rol del profesor cambia de ser la fuente de información a ser un facilitador. En este nuevo rol el profesor tiene tiempo de observar y escuchar a sus estudiante.

Algunas razones en favor del uso de grupos:

- Cuando los alumnos explican al grupo el problema lo llegan a clarificar para su propio beneficio.
- El profesor puede asignar problemas más difíciles.
- Estudiantes hacen preguntas que en otro tipo de clase no harían.
- Los estudiantes forman grupos de estudio.
- Los alumnos aprenden a escuchar.
- Los alumnos aprender a trabajar juntos.

Algunas razones en contra del uso de grupos.

- Cuesta mucho dinero. (Normalmente son grupos con 20 alumnos)
- Es difícil de hacerlo. Se necesita mucha experiencia.
- El profesor no controla la clase. Las preguntas no son fijas.
- El profesor necesita más horas para preparar el material.
- Se necesita mesas pequeñas.

Conclusion

Cambios fundamentales están ocurriendo en la enseñanza de estadística. Hay una gran demanda por estadísticos, no solamente por los que saben la teoría, sino por aquellos que además de conocer bien la teoría, entienden un sistema y cómo la estadística puede ayudar a optimizar los componentes de un sistema.

Nuestro curriculum ha estado demasiado preocupado por la relevancia y la aplicación de la teoría. Los cursos describen la metodología, tecnología y el "como" analizar con vistas a entrenar al estudiante, sin embargo, nosotros estamos conscientes que la tecnología de hoy es improbable que permanezca la tecnología del mañana. Si vamos a responder a las necesidades del estudiante que deberá enfrentar a un conjunto

distinto de problemas, debemos completar su educación con un apreciamiento a razonar, el cual le permitirá aprender efectivamente.

Estudios hechos en 1974 por *Tveraky* y *Kalman*, apoyan la noción que muchos individuos no han desarrollado una verdadera apreciación de la variación e incertidumbre y su educación para comprender fenómenos del mundo real no crecerá necesariamente a partir de un apreciamiento basado únicamente en la teoría abstracta. Como dijo el filósofo americano *George Santagane* "Ciencia no es nada más que la apreciación y el sentido común desarrollado y minuciosamente articulado".

Qué estamos haciendo en las universidades? Más y más profesores están reconociendo la necesidad de un cambio. Debemos crear nuevos métodos de educación, significativamente distintos. Las actividades para los estudiantes deben ser activas y no pasivas. El énfasis debe estar en el análisis y comprensión del análisis, y no en su única correcta solución. Debemos enseñar a crear modelos y generalizarlos, como también a encontrar extensiones.

Forzar a nuestros estudiantes a resolver un problema "a nuestra manera" es acortar su potencial a aprender y encontrar nuevas rutas.

Los ejemplos deben ser seleccionados de manera de construir intuición y no para aprender a manipular los datos y engañar.

Para valorar la estadística, las experiencias de los estudiante deben brindarles el convencimiento de que estadística tiene un valor para ellos. El estudiante debe aprender a leer, escribir y hablar acerca de estadística como una estrategia para comprender. Necesitaríamos enfatizar el poder de la comunicación, resolver problemas o inventar, pues así los estudiantes se mantendrán curiosos y persistentemente querrán aprender más.

Los estudiantes deben aprender no solamente a resolver problemas por sí mismos, sino que deberán aprender a trabajar en equipos. Al resolver problemas cooperativamente, el estudiante inevitablemente encuentra diferencias que debe aprender a reconocer y resolver.

Nuestros alumnos deben crecer en el hábito de mirar al problema en sí mismo en busca

de su solución y no esperar la ayuda del profesor. Debemos instalar en ellos su responsabilidad como educandos. Si el profesor puede manejar esto, los alumnos llegan a involucrarse apasionadamente en la búsqueda de la solución y toman una enorme cantidad de placer. Este método dá al estudiante una significancia humanística y filosófica al proceso de aprender que de otra manera no hubiera podido ocurrir.

Para que los cambios sean efectivos, direcciones claras deben ser establecidas. Estas direcciones deben ser enfocadas alrededor de tres preguntas:

- Por qué enseñamos estadística?
- Qué debemos enseñar a nuestros estudiantes?
- Cómo enseñar estadística en forma efectiva?

Por qué?

Estadística es una herramienta útil, aún para aquellos alumnos que no conducirán investigación.

Estadística debe equipar al estudiante con el conocimiento necesario para organizar datos y razonar cuantitativamente con el propósito de resolver problemas. Mucho se puede ganar aquí siguiendo los principios de calidad total, aplicada a la industria y a los negocios.

- Identificar el problema y las preguntas importantes.
- Usar simples herramientas efectivamente.
- Saber explicar el problema claramente.
- Trabajar en grupo.
- Aprender "haciendo".

En un curso de estadística se pueden incorporar estas ideas.

Qué debemos enseñar?

Los estudiantes no podrán solucionar problemas prácticos si su único estudio de la estadística consiste en memorizar una pocas fórmulas. Ellos deben desarrollar una amplia visión del razonamiento estadístico. Es mejor tener una respuesta aproximada a una pregunta correcta, que una respuesta correcta a una pregunta equivocada.

Un curso de estadística debe permitir al alumno explorar patrones y asociaciones entre datos, diseñar experimentos para contestar preguntas específicas, "anticipar" resultados que podrían ocurrir bajo ciertas circunstancias a través del uso de probabilidades y simulación y confirmar a través de buenas técnicas de análisis e inferencias.

Cómo hacerlo?

Los profesores deben cambiar su rol de impartir conocimiento a uno de facilitador, catalizador, siendo el entrenador que empuje a los estudiantes a descubrir ideas por sí mismos, en múltiples soluciones.

El curso debe ser diseñado a aprender y no a memorizar, comunicar ideas y aprender haciendo. Los laboratorios deben ayudar a descubrir, ayudando al camino de hacer, ver, pensar, consolidar.

Un curso de estadística deberá tener tantas horas de laboratorio como si fuese un curso de física o química. De esa manera el aprender a pensar estadísticamente tendrá un impacto duradero en la vida de los estudiantes y, por ende, en la vida de todos.

APPENDIX

TI 82

Be sure to start with ...

(continue to clear all of the y's with equations)

(If any data in L1 and L2)

HOW TO ENTER THE VALUES FOR L_1

stat **enter**

| | | |
|----|--|--------------------------|
| L1 | | |
| 2 | | |
| 6 | | |
| 8 | | |
| 8 | | |
| 12 | | 2 enter |
| 16 | | 6 enter |
| 20 | | . |
| 20 | | . |
| 22 | | . |
| 26 | | 26 enter ▶ |

HOW TO CALCULATE THE AVERAGE OF THE VALUES ENTERED

stat **▶** **enter**
2nd **1** **enter**

\bar{x} = mean

For our example:

\bar{x} = mean of the values $L_1 = 14$

We can also obtain:

$s_x = 7.9944$ Sample standard deviation

$\sigma_x = 7.537$ Population standard deviation

$n = 10$

To find more information press **▼**

min = 2 Minimum value of L_1

▼ Q1 = 8 First quartile

▼ Med = 14 Median

▼ Q3 = 20 Third quartile

▼ Maximum value of L_1

HOW TO OBTAIN A LINEAR TRANSFORMATION

$$L_2 = 7 - 4L_1$$

stat **enter** **▶** **▲** **enter**
7 **-** **4** **2nd** **1** **enter**

As for L_1 we can calculate all the statistics for L_2

stat **▶** **enter**
2nd **2** **enter**

HOW TO OBTAIN A BOX PLOT GRAPH FOR L_1

2nd **y = 1** **enter** **enter**
▼ **▶** **▶** **enter** **zoom** **9**

To get the values

to get the values

Min

Q_1
Median

Q_3
Max

use **trace** and press **▶** or **◀** as you need it.

HOW TO ENTER THE VALUES OF TWO VARIABLES

We will use the following problem:

Management of Armand's Pizza Parlors believes that the size of the student population on the nearby campus is related to the annual sales revenues. To evaluate the relationship between student population (x , in 1000's) and annual sales (y in \$1,000's), Armand's collected data from a sample of 10 of its restaurants located near college campuses.

stat **enter**

You are ready to start. You can either enter point by point as

X = L1 | Y = L2 2 [enter] > 58 [enter]
 2 58
 6 105 or you can enter all the values
 8 88 of x first:
 8 118
 12 117 2 [enter]
 16 137 6 [enter]
 20 157 .
 20 169 .
 22 149 .
 26 202 26 [enter] >

will take you the first place of L2 to enter all the y values.

HOW DO WE GET THE SCATTER PLOT?

[2nd] [y] [enter]

To "see" the plot we want on

[enter] (Now "on" is blinking)

▽ (To highlight the first plot which is a scatter plot icon)

[enter] (L1 for x list and L2 for y list are highlighted)

[zoom] [9] (To "see" the plot)

If the plot suggests that a linear regression line will fit the points, we next want to:

- Get the regression line.
- Superimpose it onto this plot.

REGRESSION

(get the equation of the linear regression and r)

[stat] > [9] [enter] (to select the linear regression $y = a + bx$ calculation)

The output in your window should look like this:

```
LinReg
y = a + bx
a = 60
b = 5
r = .9501229552
```

[stat] > [9] [enter]

TO SUPERIMPOSE THIS REGRESSION LINE IN THE SCATTER PLOT

[y] [VARS] [5] > > [7]

You will see

$y1 = 5x + 60$

[graph] (Here you "see" which residual will be positive (above the line) and which will be negative (below the line))

HOW DO WE CALCULATE THE RESIDUALS?

Recall that L2 contains the observed y values. We will define L3 to be the predicted y value.

[stat] [enter] > > △ [enter]

We need to evaluate $y_1 = 5x + 60$ at each value of x ("L1")

[2nd] [VARS] [enter] [enter]
 [(] [2nd] [1] [)] [enter]

(Now the L3 values are calculated)

[Next we need to define L4 to be the residuals. Recall the residuals for a particular observed x value is defined as the corresponding observed y value minus the corresponding predicted y value so $L4 = L2 - L3$.]

> △ [enter] [2nd] [2] [-] [2nd]
 [3] [enter]

Now L4 contain all the residuals. You can verify that they add up to zero.

HOW GOOD IS THE REGRESSION LINE? RESIDUAL PLOT

(To put plot 1 off) [2nd] [y] [enter] > [enter]

(To put plot 2 on) [2nd] [y] ▽ [enter] [enter]
 ▽

(for the x list select (highlight) L1, for the Y list select (highlight) L4 using the > < buttons as needed).

Finally to see the residual plot (plot 2 - which is the only plot "on") press [zoom] [9]

Now you have your residual plot.

Questions to ask: Do you see a random scatter of points in an approximate horizontal band around zero? OR: Is there some apparent pattern in the residuals which may indicate that the linear regression may not be appropriate?