

## UNA EXPERIENCIA EN EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS MATEMÁTICAS, EN CURSOS DE ESTADÍSTICA DEL ÁREA DE ECONÓMICO ADMINISTRATIVO DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA, MÉXICO

Gerardo Gutierrez Flores, Irma Nancy Larios Rodríguez, Manuel Alfredo Urrea Bernal  
Universidad de Sonora México  
nancy@gauss.mat.uson.mx  
Campo de investigación: Pensamiento relacionado con estadística Nivel: Superior

**Resumen.** *En el trabajo se propone, a manera de ejemplo una secuencia didáctica para el curso de Estadística I del Área de Económico Administrativo de la Universidad de Sonora, en México. Las secuencias didácticas fueron diseñadas en el proyecto de investigación institucional, titulado “Seguimiento de la impartición de los cursos de estadística, bajo el esquema del nuevo modelo curricular, del área de Económico Administrativo de la Universidad de Sonora”, proyecto que surge ante la necesidad de dar respuesta por parte del Departamento de Matemática a los cambios de un nuevo plan curricular implementado en la Universidad de Sonora.*

**Palabras clave:** secuencia didáctica, nuevo modelo curricular

### Introducción

El trabajo se desarrolla tomando como referente Los Lineamientos Generales para el Nuevo Modelo Curricular de la Universidad de Sonora (2003). Muy particularmente, se enfoca en los cursos de estadística que se imparten en el Área de Económico Administrativo en dicha institución.

El nuevo modelo curricular, pretende entre sus objetivos principales:

1. Fomentar en los estudiantes el descubrimiento y construcción de conocimiento, en oposición a la tendencia predominante de transferencia del conocimiento.
2. Centrar el proceso de enseñanza - aprendizaje en los estudiantes y no en los profesores.
3. Fomentar la colaboración interdisciplinaria e interdepartamental, en lugar de la fragmentación disciplinaria y departamental.
4. Introducir el trabajo en equipo entre la planta docente y los estudiantes.
5. Promover la flexibilidad, movilidad y vinculación en el desarrollo del currículo.
6. Incorporar el uso nuevas tecnologías en la enseñanza.

Lo antes señalado es una forma totalmente distinta a la manera tradicional en que se han presentado los contenidos de los cursos. Particularmente, en el caso de los cursos de estadística,

se ha visto que la enseñanza tradicional no impacta significativamente en el entendimiento y retención de los conceptos, ya que habitualmente: se enseñan técnicas aisladas que tratan de unirse al final con algún tipo de aplicación; se enseñan primeramente teorías, y fórmulas y después algunos ejercicios; se enfatiza en calcular una respuesta correcta, sin atender para qué se está realizando ese cálculo.

Sin lugar a duda el lograr concretar los objetivos declarados en nuevo modelo curricular es uno de los grandes retos actuales de la institución, es por eso que el Departamento de Matemáticas de la Universidad de Sonora impulso varios proyectos de investigación docente con la intención de dar respuesta a los requerimientos que demanda el modelo curricular. El trabajo que aquí se presenta forma parte de las acciones que se encuentran desarrollando en uno de esos proyectos, titulado: “Seguimiento de la impartición de los cursos de estadística, bajo el esquema del nuevo modelo curricular, del área de Económico Administrativo de la Universidad de Sonora”,

A continuación describiremos el planteamiento del problema y las consideraciones teóricas en que se fundamenta el trabajo.

### **Planteamiento del problema**

Lo expuesto anteriormente, sobre las características y recomendaciones para el desarrollo de cursos de estadística fueron retomadas en los nuevos currículos; sin embargo para que los cambios realmente se efectúen y no sólo queden escritos en papel, es necesario realizar una serie de acciones, en donde los profesores adscritos al Departamento de Matemáticas, que imparten los cursos de estadística, juegan un papel de vital importancia. Dentro de estas acciones, consideramos las siguientes:

- a) Capacitar y/o actualizar a los profesores en la implementación de nuevas formas metodológicas de enseñanzas, alternativas a la enseñanza generalmente sólo discursiva, así como capacitar a los profesores en el uso de nuevas tecnologías.
- b) Diseñar materiales didácticos, así como notas pertinentes.

El diseño de secuencias didácticas fue el eje central de la capacitación para los profesores.

### Marco teórico

Uno de los referentes teóricos considerado en el desarrollo del proyecto, fue la Teoría de Situaciones Didácticas de G. Brousseau (citado en Gálvez, 1994, p.10), donde se define la situación didáctica de la siguiente manera:

“Una situación didáctica es un conjunto de relaciones explícita y/o implícitamente establecidas entre un alumno o un grupo de alumnos, algún entorno (incluyendo instrumentos o materiales) y el profesor como un fin de permitir a los alumnos a reconstruir algún conocimiento.”

También consideraremos el concepto de *competencia* planteado por Perrenoud (2004), como una capacidad de movilizar varios recursos cognitivos para hacer frente a un tipo de situaciones. Muy particularmente consideramos para el diseño de las actividades didácticas y su aplicación con los estudiantes el concepto de situación problema, caracterizada por Astolfi (1997, pp. 144-145) de la siguiente manera:

1. El estudio se organiza en torno a una situación de carácter concreto, que permita de un modo efectivo al alumno formular hipótesis y conjeturas. No se trata pues de un estudio depurado, ni un ejemplo ad hoc, con carácter ilustrativo, como se encuentran en las situaciones clásicas de enseñanza (incluso en trabajos prácticos).
2. Los alumnos perciben la situación que se les propone como un *verdadero enigma que resolver*, en el cual están en condiciones de emplearse a fondo. Es la condición para que funcione la *trasmisión*: el problema, aunque inicialmente propuesto por el maestro, se convierte entonces en “su asunto”.
3. Los alumnos *no disponen al principio, de los medios de la solución buscada*, debido a la existencia del obstáculo que deben superar para lograrlo. Es la necesidad de resolverlo lo que conduce al alumno a elaborar apropiarse colectivamente de los instrumentos intelectuales que serán necesarios para la construcción de una solución.
4. La situación debe ofrecer una resistencia suficiente, que lleve al alumno a emplear a fondo sus conocimientos anteriores disponibles, así como sus representaciones, de modo que está conduzca a cuestionarlas de nuevo y a elaborar ideas nuevas.

5. Por eso, la solución no debe percibirse sin embargo como fuera del alcance para los alumnos, al no ser la situación problema una situación con carácter problemático. La actividad debe trabajar en una *zona próxima*, propicia a la aceptación del desafío intelectual y la *interiorización* de las «reglas del juego».
6. La *anticipación* de los resultados y su expresión colectiva preceden a la búsqueda efectiva de la solución, el «juego».
7. El trabajo de la situación del problema funciona también sobre el modo del *debate científico en el interior de la clase*, y estimula los conflictos sociocognitivos potenciales.
8. La *validación* de la solución y su *sanción* no la aporta el profesor de una forma externa, sino que resulta del *modo de estructuración de la situación* por sí misma.
9. Reexaminar de forma colectiva la progresión llevada a cabo es la ocasión para un *repaso reflexivo*, con carácter metacognitivo; esto ayuda a los alumnos a concientizarse de las *estrategias* que han puesto en práctica de manera heurística, y a estabilizarlos en *procedimientos* disponibles para nuevas situaciones problemas.

### Metodología

El diseño de las situaciones didácticas se realizó durante los semestres 2008-1 y 208-2, estas se fueron retroalimentado al irse probando en los cursos de Estadística I (Estadística Descriptiva) y Estadística II (Estadística inferencial).

La forma de trabajo con los estudiantes constaba de varios momentos, primeramente realizaban trabajo en forma individual o en equipo, posteriormente realizaban una discusión y reflexión grupal sobre los resultados obtenidos y finalmente el profesor institucionalizaba, los conceptos involucrados en las situaciones didácticas planteadas a los estudiantes. En relación a las actividades didácticas, algunas de ellas se diseñaron utilizando applets, algún tipo de software, calculadora o realizando simulaciones en el aula, o simplemente se utilizando actividades en papel.

A continuación se presentan a manera de ejemplo, dos situaciones de una secuencia didáctica para el curso de Estadística I, para el tema de regresión lineal, estas fueron aplicadas en cuatro cursos para su retroalimentación. En todas las situaciones se pretendía el desarrollo de ideas o

intuiciones correctas de los conceptos relacionados con el tema seleccionado, así como la desarrollar algunas de las competencias matemáticas deseables en los estudiantes, como la de pensar y razonar matemáticamente, plantear y resolver problemas, obtener, interpretar y generar información con contenido matemático, utilizar técnicas matemáticas básicas e instrumentos para hacer matemáticas, interpretar y representar expresiones, comunicar a otras personas ideas matemáticas.

En cada situación se especifica el objetivo pretendido, las instrucciones de los estudiantes, y así como comentarios adicionales en relación al desarrollo de la actividad.

### Situación 1

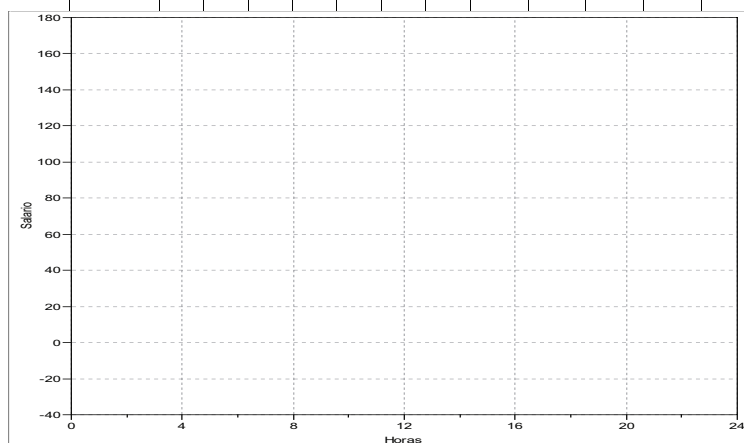
Esta situación pretende que el estudiante interprete correctamente la recta de regresión lineal. Esto significa que comprenda que la recta obtenida por el método de mínimos cuadrados es la que minimiza la suma de los cuadrados de las distancias de estos puntos a la recta. Esta actividad se trabaja en equipo de tres estudiantes para el intercambio de opiniones, pero cada estudiante cuenta con una hoja de trabajo.

*Instrucciones para los estudiantes:* La tabla 1 muestra las horas trabajadas y el sueldo devengado por once empleados de una empresa.

- a. Grafica estos puntos en el plano que se le proporciona.

Tabla 1. Relación horas trabajadas y salario

Horas	6	8	9	10	12	13	14	16	17	18	20
Salario	30	50	40	60	80	70	90	110	140	170	150



- b. Traza la recta que considera mejor se ajusta a estos puntos.
- c. Dibuja las distancias de estos puntos a la recta y forme cuadrados.
- d. Estima la suma de las áreas de los cuadrados dibujados.
- e. Compara tu resultado con tus compañeros de equipo.

*Comentarios en relación al procedimiento.* Se espera que los estudiantes, con ciertas dificultades logren dibujar las distancias de los puntos a la recta, formar los cuadrados y estimar la suma de las áreas de los cuadrados dibujados, la cual seguramente será diferente para cada uno de los estudiantes del curso, generándose una discusión grupal sobre la interrogante ¿cuál es la recta que mejor ajusta al conjunto de datos del diagrama de dispersión?

Al finalizar el punto anterior, el profesor proporciona a los equipos acetatos con la Figura 2, para que la compare con la que dibujaron, comenta que es la recta que mejor ajusta al conjunto de puntos (diagrama de dispersión). Se empiezan a introducir los conceptos de residual, suma de cuadrados de residuales y en qué consiste el método de mínimos cuadrados, se proporciona la ecuación de regresión pero aún no se plantea la técnica del método de mínimos cuadrados y del cálculo del coeficiente de correlación lineal.

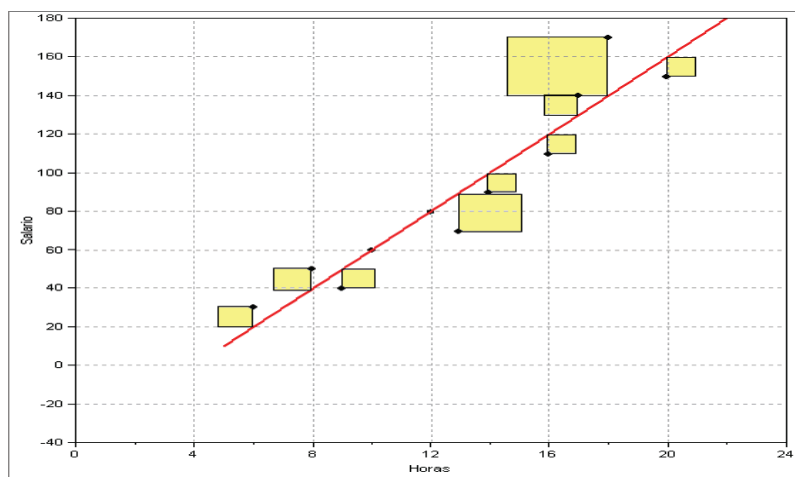


Figura 2. Recta de la ecuación de la recta de regresión lineal

Ecuación de regresión:  $y = -40 + 10x$

Posterior al desarrollo de esta actividad se procede a trabajar con la situación dos.

## Situación 2

La situación es complementaria a la anterior y en ese sentido tiene como propósito propiciar que los estudiantes interpreten correctamente la recta de regresión lineal. El trabajo se realiza en pares en un centro de cómputo.

*Instrucciones para los estudiantes:*

Los datos que se presentan en la Tabla 2 proporcionan tanto el peso como la estatura de un grupo de ocho estudiantes.

Tabla 2. Peso y estatura de un grupo de estudiantes.

Estudiante	Estatura en pulgadas	Peso en libras
1	65	105
2	65	125
3	62	110
4	67	120
5	69	140
6	65	135
7	61	95
8	67	130

- Realiza el diagrama de dispersión.
- ¿Consideras que existe una relación lineal? Explica tu respuesta
- Utiliza el applet que se encuentra en la siguiente dirección web: <http://www.duxbury.com/authors/mcclellandg/tiein/johnson/reg.htm>, en el cual aparece la información proporcionada en esta Tabla 2, sugiera la recta que consideras se obtendría con el método de mínimos cuadrados. Para ello observa la ecuación de regresión y la suma de cuadrados del error (suma de las áreas de los cuadrados), que brinda el applet. Anota la ecuación en su cuaderno.

Posterior a esta actividad se solicita a los estudiantes que investiguen el método de mínimos cuadrados para encontrar la recta de regresión lineal y el método para encontrar coeficiente de

correlación lineal y que utilizando la calculadora con los datos proporcionados en la Tabla 2, proceda a encontrar la recta de regresión y compare con la propuesta del inciso c.

Se finaliza el trabajo en el salón de clases, comentando los procedimientos, resultados e interpretaciones de las diferentes actividades realizadas en la situación didáctica.

*Funcionamiento del applet.* La Figura 3, muestra una de las imágenes generada con el applet. El applet permite modificar la recta en torno al diagrama de dispersión de los datos de la Tabla 2, proporcionando para cada propuesta de recta su ecuación (en el ejemplo ilustrado en la figura es  $\text{peso} = -177.6 + 4.6 \text{ altura}$ ), el coeficiente de determinación ( $r^2$ , en el ejemplo es de  $r^2 = 0.64$ ), así como la suma del cuadrados del error (en el ejemplo es 618.6), de tal forma que los estudiantes pueden ir modificando la recta e ir apreciando los diferentes valores del coeficiente de determinación y la suma de cuadrados del error.

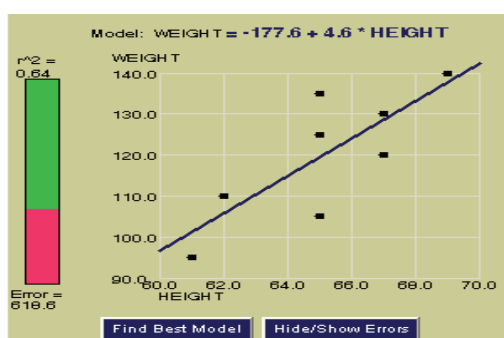


Figura 3. Ejemplo de recta de regresión lineal proporcionada por el applet

Al hacer clic en Hide/Show Errors, el applet muestra los cuadrados de cada uno de los puntos del diagrama de dispersión a la recta propuesta al mover el applet, tal como se muestra en la Figura 4.

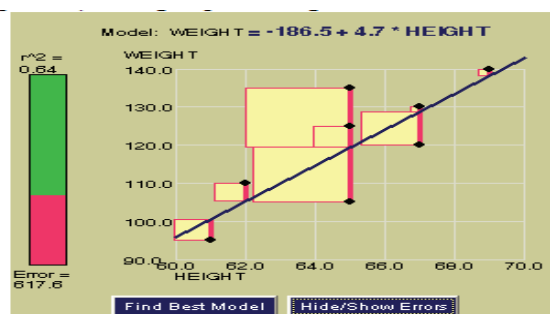


Figura 4. Ejemplo de los cuadrados de los puntos a la recta generados por el applet



## Conclusiones

Aunque la secuencia didáctica presentada en este trabajo ha sido probada con los estudiantes, no se ha realizado aún una experimentación metodológicamente estructurada, puesto que nos encontramos en la etapa de retroalimentación de las situaciones didácticas, en ese sentido creemos que debemos ser muy cautos en establecer conclusiones rigurosas, sin embargo, nos atrevemos a asegurar que en nuestra experiencia, el incorporar a los estudiantes en un trabajo como el descrito anteriormente, permite el desarrollo algunos de los requerimientos que el modelo curricular demanda, como por ejemplo, realizar un trabajo diferente al netamente expositivo por parte de los profesores, logrando que los estudiantes jueguen un rol activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje; también se logró incorporar a la mayoría de los estudiantes en dinámicas de trabajo colaborativas que les permitió expresar y comunicar sus opiniones al resto de sus compañeros.

Uno de los problemas fuertes fue la de no contar, en algunas ocasiones con un centro de computo, cuando se necesitaba trabajar con los applets; lo que se resolvió parcialmente, solicitándole a los estudiantes que tenían computadoras personales, sin embargo no siempre contábamos con el número de computadoras necesaria para realizar el trabajo en pares.

También se detectaron fuertes obstáculos entre un número no despreciable de estudiantes, en la correcta interpretación de algunos conceptos que son necesarios en el desarrollo del tema de regresión lineal, entre los que podemos señalar los siguientes: diferenciar la variable dependiente e independiente, interpretación gráfica del concepto de pendiente de una recta, ordenada en el origen y además se detectó un pobre o nulo manejo del recurso tecnológico que proporciona la calculadora científica, que es tan necesario para el desarrollo de los cálculos, tanto de la pendiente como de la ordenada en el origen de la recta de mínimos cuadrados, así como del cálculo del coeficiente de correlación lineal, ya que éstos son procedimientos realmente largos y fastidiosos que frecuentemente distraen a los estudiantes sobre la interpretación correcta de los conceptos que se pretenden promover en la actividad.

### Referencias bibliográficas

Astolfi, J.P. (2001). *Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas: referencias, definiciones y bibliografía de didáctica de las ciencias*. Sevilla: Diada.

Colegio Académico de la Universidad de Sonora. (2003). Lineamientos Generales para un Modelo Curricular en la Universidad de Sonora. *Gaceta Unison* (Edición Especial).

Gálvez, G. (1994). La didáctica de las matemáticas. En C, Parra, I. Sainz (comp.) *Didáctica de Matemáticas. Aportes y reflexiones*. Buenos Aires: Paidós Educador.

Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona: Graó.