

## CELDA SOLARES, ACTIVIDAD DIDÁCTICA PARA PROMOVER LOS SIGNIFICADOS DEL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN, UTILIZANDO METODOLOGÍA ACODESA

**Irma Nancy Larios Rodríguez, Benjamín Morán Medina, Enrique Hugues Galindo, Gerardo Gutiérrez Flores**

Universidad de Sonora. (México)

nancy@mat.uson.mx, ehugues@mat.uson.mx, Gerardo@mat.uson.mx

**Palabras clave:** actividad didáctica, correlación lineal, ACODESA

**Key words:** didactic activity, correlation coefficient, ACODESA

### RESUMEN

En el trabajo se presenta una actividad didáctica titulada "Celdas solares", siendo la última de una secuencia de actividades, cuya intención es promover un acercamiento intuitivo al concepto de correlación lineal en estudiantes del curso de Probabilidad y Estadística del Técnico en Electrónica (TE) del Centro de Estudios Tecnológicos del Mar 03 Guaymas (CETMar 03) el cual es considerado como un bachillerato tecnológico dentro del Sistema Nacional de Bachillerato (SNB) de la Reforma Integral del Sistema Medio Superior de México (RIEMS).

### ABSTRACT

In this work, we present a didactic activity named "Solar Cells", which is the last one of a sequence of activities that aims to promote an intuitive approach to the concept of linear correlation. This activity has been used with students enrolled in the Probability and Statistics courses considered into the Electronic Technician program at Center of Technological Studies at the Sea of Cortez (CETMAR 03), which is considered as a bachelor in technology into the National Bachelor System (SNB) of the Integral Reform of the High School System of Mexico.

## ■ Introducción

La actividad didáctica “Celdas solares”, es la última de una secuencia de tres actividades didácticas diseñadas para promover un acercamiento intuitivo al concepto de correlación lineal en estudiantes del curso de Probabilidad y Estadística del Técnico en Electrónica (TE), del Centro de Estudios Tecnológicos del Mar 03 Guaymas (CETMar 03). La descripción de la primera de la actividad didáctica se encuentra publicada en la Memoria de la XXII de Investigación y Docencia en Matemáticas, en el trabajo titulado “Diseño de una secuencia de actividades didácticas para el tema de regresión y correlación lineal” (Morán y Larios, 2012) y a segunda en la memoria XXIII Semana de Investigación y Docencia en Matemáticas, en el trabajo “Actividad didáctica para promover los significados del coeficiente de correlación lineal” (Morán y Larios 2013).

La secuencia de actividades didácticas también forma parte de un trabajo de tesis de desarrollo docente para obtener el grado en la Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa, de la Universidad de Sonora. Como antecedente señalaremos que el Bachillerato Tecnológico se encuentra en una transición hacia el SNB, basado en la Reforma Integral del Sistema Medio Superior (RIEMS). Los programas de estudio de los componentes profesionales del TE tienen el propósito de que el egresado posea competencias en el mantenimiento a sistemas electrónicos automatizados (CoSDAc, 2010), competencias que deben estar unidas en un marco de formación integral con las competencias genéricas y disciplinares básicas, para asegurar que los propósitos formativos de la RIEMS se cumplan.

Cada vez mayor el número de investigadores educativos que se unen al estudio de los errores y dificultades que están alrededor de los significados que desarrollan los estudiantes sobre la correlación y regresión lineal, así como los retos didácticos que se desprenden a partir su identificación. Desde el punto de vista de Gea y Estepa, (2012) la investigación desarrollada acerca de la enseñanza de las nociones estadísticas de correlación establece un compilado de creencias previas que influyen directamente en la emisión de juicios de asociación.

Entre ellas señalan *La existencia de concepciones erróneas* como obstáculos para el aprendizaje y *La dificultad de distinguir distribuciones bidimensionales* como una clara evidencia de la necesidad de desarrollo de herramientas interpretativas que permitan el acceso al concepto en cuestión, de las cuales se rescata para el presente trabajo las siguientes:

- La estimación del coeficiente de correlación es más precisa a partir del diagrama de dispersión que de otras representaciones, además, depende del tipo de actividad, intensidad de la correlación, tipo de covariación, y tipo de dependencia (Sánchez, Estepa y Batanero, 2000).
- Existe una gran dificultad para el razonamiento covariacional negativo (concepción unidireccional), esto es, los estudiantes perciben la dependencia sólo cuando ésta es positiva, y asignando independencia al caso de asociación inversa (Estepa, 1994; Batanero, Estepa y Godino, 1997; Estepa y Batanero, 1996).
- La concepción determinista de la asociación. Los alumnos sólo consideran la asociación desde un punto de vista funcional (Estepa, 1994; Batanero, Estepa y Godino, 1996; Estepa y Batanero, 1996).

- La concepción local de la asociación. Los alumnos utilizan parte de los datos del estudio y no el conjunto de todos los datos para emitir el juicio de asociación (Estepa, 1994; Batanero, Estepa y Godino, 1996; Estepa y Batanero, 1996).

Consideramos que las dificultades y errores anteriormente descritos, están presentes en la mayoría de los estudiantes cuando se enfrentan al estudio de la regresión y correlación lineal.

En el CETMar 03, existe una ausencia de materiales didácticos, bibliografía, notas de clase de apoyo pertinentes para la enseñanza de la estadística que propicie aprendizajes significativos. Debido a lo anterior se utiliza el libro de texto de probabilidad y estadística del subsistema de la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI) en el cual se omite el tema de medidas de correlación, donde se encuentra el concepto de correlación lineal, además de establecer estrategias tradicionales de enseñanza que proponen la mecanización de ejercicios, lo que no resulta acorde con nuestra visión educativa ni con los planteamientos emanados de la REIMS. Existe una escasa aceptación del uso de la tecnología y en los casos en que se acepta, generalmente es usada bajo un enfoque en que se percibe como una herramienta sólo para potenciarlas capacidades humanas, a este entendimiento de la tecnología se le conoce como metáfora amplificadora (Pea, 1987).

En consideración la problemática anteriormente planteada es que se propone como trabajo una tesis de desarrollo docente cuyo objetivo general, es diseñar de una secuencia de actividades didácticas para promover un acercamiento intuitivo al concepto de correlación en los alumnos de Técnico en Electrónica (TE) que cursan la asignatura de *Probabilidad y Estadística* en el CETMar 03.

### ■ Marco teórico-metodológico

El marco teórico metodológico principal para el *diseño e implementación* de las actividades didácticas es la metodología ACODESA (aprendizaje en colaboración, debate científico y auto-reflexión) de Hitt, F y Cortes, C. (2009), la cual es una adaptación a un acercamiento sociocultural del aprendizaje de las matemáticas, es importante señalar que en esta metodología, el profesor presenta una *situación problemática* que provoque la reflexión, no se pretende explicitarle a los estudiantes la matemática que debe ser utilizada, ni dictaminar sobre lo realizado por los mismos en las primeras etapas, salvo al final en el proceso de institucionalización. Es decir, es deber de los estudiantes el argumentar y validar sus producciones, en el proceso de institucionalización es donde el profesor resalta las diferentes representaciones y presenta las representaciones institucionales.

A continuación se describen muy brevemente las fases de la metodología ACODESA.

- a) Fase I. Trabajo individual (producción de representaciones funcionales para comprender la situación problema).
- b) Fase II. Trabajo en equipo sobre una misma situación. Proceso de discusión y validación (refinamiento de las representaciones funcionales).
- c) Fase III. Debate (que puede convertirse en un debate científico). Proceso de discusión y validación (refinamiento de representaciones funcionales).
- d) Fase IV. Regreso sobre la situación (trabajo individual: reconstrucción y auto-reflexión).
- e) Fase V. Institucionalización. Proceso de institucionalización y utilización de representaciones institucionales.

### ■ Propuesta. Actividad didáctica “Celdas solares”

Objetivos de la actividad didáctica: Con el fin de generar competencias que ayuden en el desarrollo curricular del técnico en electrónica se establecen los siguientes objetivos de la actividad:

#### **Objetivo general de la actividad**

Que el estudiante desarrolle un acercamiento intuitivo al concepto de correlación lineal.

#### **Objetivos específicos de la actividad didáctica**

Que el estudiante:

- Argumente los tipos de relaciones entre las variables observadas a través del uso de la covarianza (Dirección).
- Calcule el coeficiente de correlación lineal utilizando la covarianza y las desviaciones estándar de las variables involucradas.
- Participe de manera efectiva en equipos colaborativos.
- Incorpore el uso de tecnología para procesar e interpretar información.

Es importante enfatizar que no se pretende que en la actividad el estudiante realice los cálculos complejos que implican el coeficiente de correlación, sino el acercamiento a la comprensión del concepto.

#### **Características de la actividad didáctica**

Una característica importante es que el contexto de la actividad está relacionado con una problemática familiar su entorno social y profesional; el uso del software Excel; el uso de hojas de trabajo diseñadas de acuerdo a las fases de la metodología ACODESA, con la intención de plantear las diferentes situaciones de la actividad didáctica así y brindar espacios para que los estudiantes registren sus respuestas a los diferentes cuestionamientos. Las hojas de trabajo por cuestiones de espacio no fue posible anexar, en el presente trabajo.

#### **El contexto de la situación problemática de la actividad**

Hoy en día el costo (Económico y ambiental) de la energía eléctrica así como de los combustibles que la producen es cada vez más elevado, es por esto que durante muchos años se ha investigado sobre el uso de energías alternativas y costos asociados a tales modalidades. Además se busca que estas sean renovables y que permitan que los hogares y empresas se acerquen a la generación de su propia energía, al menos de manera parcial. En la presente actividad se planea utilizar información histórica real del consumo de una familia de la región y de las mediciones mensuales de los parámetros climatológicos de su ciudad desde Junio de 2011 hasta Mayo 2013.

En este caso no se utilizan los manipulables como apoyo didáctico sino que se trabajará con la información representada en la tabla de la actividad didáctica, misma que se espera sea significativa para los estudiantes que permita el desarrollo de representaciones funcionales a partir de información sobre un clima conocido y un elemento tecnológico (Celda solar) propio de la carrera de Técnico en Electrónica. Las temperaturas en el estado de Sonora, México durante el verano suelen ser muy elevadas, alcanzándose con frecuencia temperaturas cercanas a los 50 grados centígrados.

**Planteamiento de la situación problema**

La familia González está a punto de instalar celdas solares en su casa para reducir el gasto en consumo de energía eléctrica. Para conocer mejor el ahorro que puede significar antes de instalar los paneles han solicitado a la compañía proveedora de energía eléctrica un historial de los registros del consumo mensual en los últimos años, ver la Tabla 1.

**Tabla 1. Relación entre la variable consumo de energía eléctrica y parámetros climatológicos.**

Mes-año	Consumo total de kWh	TM	Tm	SLP	H	PP	V
ene-11	250	16.7	27.7	1007.1	40.3	0	8.4
feb-11	496	15	29	1008.2	32.5	80.11	8.3
ago-11	338	15.5	29	1008.6	32.5	71.89	7.9
sep-11	350	15.7	28.4	1009.6	38.1	40.33	8.6
oct-11	441	13.3	23.3	1010.8	40.3	0	5.2
nov-11	289	28.3	23.4	1015.1	32.2	30.23	3.3
dic-11	177	21.9	20.6	1017.3	48.7	1.38	4.3
ene-12	154	25.8	22.1	1018	48.9	0	4.2
feb-12	153	23.7	22.4	1013.4	48.4	0.01	3.7
mar-12	192	27.2	24.6	1013.7	30.8	0	6.7
abr-12	242	29	28.1	1013.8	33.9	0	7.5
may-12	297	33.3	23.8	1008.7	28.8	0	8
jun-12	380	34.9	28.3	1007.2	47.9	4.57	10.2
jul-12	813	34.9	29.4	1009	37.3	41.41	8.4
ago-12	801	25.3	28.3	1009.2	60.2	137.34	8
sep-12	809	34.3	27	1010.9	60.3	34.8	8.6
oct-12	493	32.4	22.3	1011.2	48.5	0	5.5
nov-12	328	28.7	28.3	1014.8	65.3	0	4.3
dic-12	259	24	23.7	1015.2	49.4	19.05	4.1
ene-13	323	22.6	11.3	1017	35.6	0	4.9
feb-13	290	23.4	11	1013.3	34.8	4.97	5.8
mar-13	179	28.5	26.4	1013	35.8	0.21	7.3
abr-13	156	28.8	23.3	1013.3	36.4	0	8.7
may-13	223	31.8	23.4	1020	38.1	0	9.4

Ellos creen que debe existir una relación entre el consumo de energía eléctrica y las condiciones climáticas de la región, por lo cual obtuvieron en internet un historial de las mediciones mensuales de los parámetros climatológicos de su ciudad. ¿Cómo corroborar su creencia? ¿Se tratará de una relación lineal o de qué tipo? Los parámetros climatológicos involucrados son los siguientes: Temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm), Presión atmosférica al nivel del mar (SLP), Humedad relativa media (H), Precipitación total de lluvia (PP), Velocidad media del viento (V).

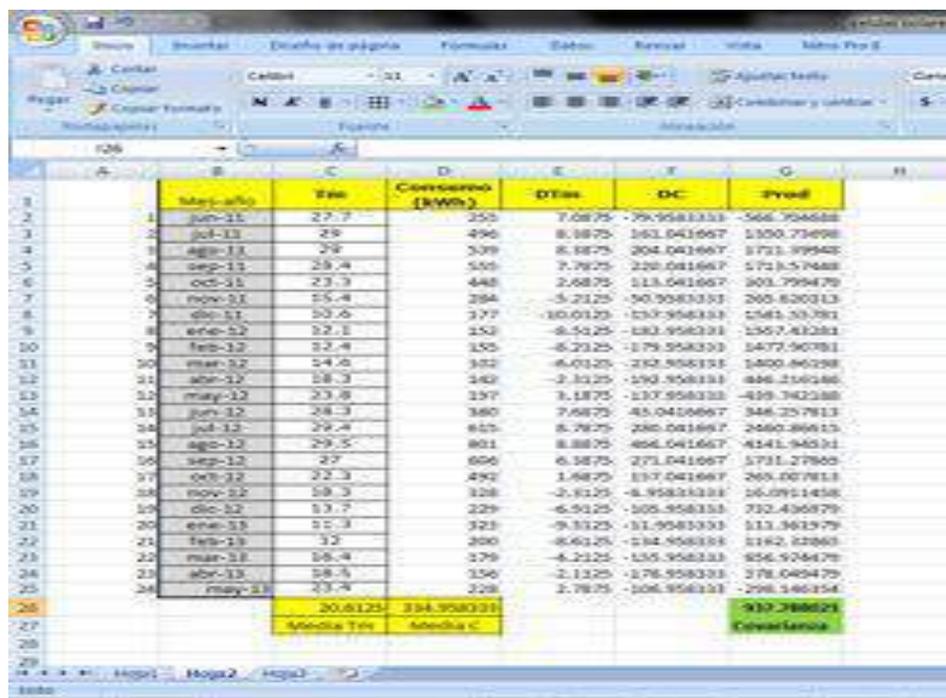
**Breve descripción del análisis a priori de la actividad didáctica**

La descripción se realiza considerando las diferentes fases de la metodología ACODESA tomada como referente teórico para el diseño de la actividad didáctica. En el trabajo desarrollado por los estudiantes

en la Fase I, se espera que los estudiantes ya cuenten con el recurso de representaciones funcionales del diagrama de dispersión para bosquejar una relación entre dos variables, dado que esto, fue promovido en las actividades didácticas anteriores, que puedan hacer declaraciones más puntuales de la dirección de la asociación a través de la covarianza. En cuanto a la fuerza de la relación solo se espera de los estudiantes un acercamiento cualitativo a partir del bosquejo, debido a que no se ha profundizado en las actividades anteriores en cuanto a esta característica de la asociación. Además se espera que los alumnos incorporen argumentos más acertado acerca de la dirección utilizando un bosquejo que se asemeje a un diagrama de dispersión para obtener a través de la representación gráfica de la covarianza.

Durante el desarrollo de la Fase II, se espera que los estudiantes utilicen la herramienta de Excel para reafirmar la generalización de la covarianza a la cual se llegó en la actividad didáctica dos, y a partir de ella puedan refinar los criterios para describir el tipo de relación. En la Figura 1 se muestra una pantalla de Excel a manera de ejemplo lo que se espera realicen los estudiantes. La variable involucrada es la temperatura mínima.

**Figura 1. Pantalla de Excel de la Fase II. Cálculo de covarianza para la variable temperatura mínima y la variable consumo de energía eléctrica.**



En la Fase IV, los estudiantes realizan un trabajo extra clase, donde se espera que el estudiante reflexione sobre lo construido en las fases anteriores y en las actividades anteriores sobre el análisis de datos bi-variados, la covarianza. Siendo estos conocimientos base para estructurar el concepto de la correlación (aunque hasta este momento no se le ha dado nombre).

En la Fase V, de institucionalización, el docente presenta el archivo de Fathom llamado Celdas\_solares.ftm en el proyector de video para retomar las preguntas de la hoja de trabajo de la Fase II, se recuperan participaciones de los estudiantes en las fases anteriores, el docente interviene para unir las respuestas que han surgido de los estudiantes hacia una formalización más institucional del concepto de covarianza.

Para retomar lo construido en la Fase V, se presenta el archivo Simulación de correlación.ftm en el proyector de video para mostrar en una simulación la manera en que cambia la correlación en el diagrama de dispersión. Lo anterior sucede al variar las medias, las desviaciones estandarizadas y el coeficiente de correlación por medio de controles deslizantes en el software, mientras además se visualiza el valor de la covarianza. Se utilizará este archivo, como medio para institucionalizar propiedades de la correlación lineal.

### ■ Comentarios finales

La actividad didáctica fue puesta en escena durante el semestre 2013-1. Sin embargo el análisis a posteriori de la puesta en escena no se presenta en este trabajo por cuestiones de espacio. En este momento solo se presentan algunos comentarios de carácter muy general.

Basados en la experiencia el incorporar a los estudiantes en un trabajo con la metodología de ACODESA, permite el desarrollo de algunas de las competencias genéricas que la RIEMS demanda, como son que los estudiantes jueguen un rol activo en el proceso educativo, que expresen y comuniquen sus opiniones al resto de sus compañeros, fomentar el trabajo en equipo, además de incorporar el uso de tecnología en el aprendizaje, entre otras. Así mismo el diseño de actividades didácticas utilizando la metodología ACODESA, implica una planificación del docente bajo un rol docente centrado en el aprendizaje, lo cual está acorde con los planteamientos realizados por la Reforma Integral de Educación Media Superior (RIEMS).

Por otro lado es importante resaltar que el uso en la actividad didáctica del software Excel, permite el poder trabajar simultáneamente con diferentes registros de representación semióticas del concepto de coeficiente de correlación lineal, promoviendo la coordinación y/o asociación de estos en la construcción del concepto. Además el uso del software también permite obviar cálculos que son realmente largos y tediosos, y que frecuentemente distraen a los estudiantes sobre el análisis y la interpretación correcta de conceptos que se ponen en juego en las actividades didácticas. Los objetivos de la actividad didáctica son alcanzados en lo general.

## ■ Referencias bibliográficas

- Batanero, C., Estepa, A. y Godino, J. D. (1996). Students' understanding of Statistical association in computer environments. En C. Batanero (Ed.), *Proceeding of the III Roundtable Conference on Teaching Statistics* (pp.183-198). Universidad de Granada.
- Batanero, C., Estepa, A. y Godino, J. D. (1997). Student's understanding of statistical association computer environments, en Garfield, J. y Burrill. G. (Eds.). *Research on the Role of Technology in Teaching and Learning Statistics. International Statistical Institute* (pp. 191-205). Voorburg, Holanda: International Statistical Institute.
- CoSDAc. (2010). *Programa de estudios de la carrera de técnico en electrónica*. Recuperado de <http://www.cecylte.edu.mx/site/Docs/Planes2012/Electronica.pdf>.
- Estepa, A. (1994). *Concepciones iniciales sobre la asociación estadística y su evolución como consecuencia de una enseñanza basada en el uso de ordenadores*. Tesis de doctorado no publicada, Universidad de Granada. España.
- Estepa, A. y Batanero, C. (1996). Judgments of correlation in scatter plots: students' intuitive strategies and preconceptions. *Hiroshima Journal of Mathematics Education*, 4, 25-41.
- Gea, M. y Estepa, A. (2012). Las nociones de correlación y regresión en la investigación educativa. En M. Rodríguez y C. Rodríguez (Eds.), *Investigación en educación matemática comunicaciones de los grupos de investigación*. XV Simposio de la SEIEM (pp. 107-117). España: Ciudad Real.
- Hitt, F y Cortes, C. (2009). *Planificación de actividades en un curso sobre la adquisición de competencias en la modelización.itcr matemática y uso de calculadora con posibilidades gráficas*. Recuperado de <http://www.cidse.ac.cr/revistamate>.
- Morán, M y Larios, R. (2012). Diseño de una secuencia de actividades didácticas para el tema de regresión y correlación lineal. En G. Dávila, M. G. García A y F. C. García (Eds.), *Memorias de la XXII semana de investigación y docencia en matemáticas* (pp. 155-162). Hermosillo Sonora. Recuperado de [http://semana.mat.uson.mx/semanaxxiii/SemanaXXIIIMatematicas/Memorias\\_files/MemoriasXXIISIDM.pdf](http://semana.mat.uson.mx/semanaxxiii/SemanaXXIIIMatematicas/Memorias_files/MemoriasXXIISIDM.pdf).
- Morán, M. B y Larios, R. I (2013). Actividad didáctica para promover los significados del coeficiente de correlación lineal. En F. A. Carrillo, M.G. García, R. González e I. K. Shingareva (Eds.), *Memorias de la XXIII semana de investigación y docencia en matemáticas* (pp.140-162). Hermosillo, Sonora. Recuperado de [http://semana.mat.uson.mx/semanaxxiv/MEMORIASXXIII/MEMORIAS\\_XXIII\\_SIDM\\_2013.pdf](http://semana.mat.uson.mx/semanaxxiv/MEMORIASXXIII/MEMORIAS_XXIII_SIDM_2013.pdf).
- Pea, R. (1987). Cognitive Technologies for Mathematics Education. En A. Schoenfeld (Ed.) *Cognitive Science and Mathematics Education*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers
- Sánchez, F., Estepa, A. y Batanero, C. (2000). Un estudio experimental de la estimación de la correlación a partir de diferentes representaciones. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 297-310.