

## Procedimiento para determinar las Tendencias Estadísticas del Desarrollo de la Competencia Investigativa del Ingeniero en Ciencias Informáticas

---

Odiel Estrada Molina

[oestrada@uci.cu](mailto:oestrada@uci.cu)

*Profesor de la Facultad 6*

*Universidad de las Ciencias Informáticas*

Misleydi Alfonso Pulido

[malfonso@estudiantes.uci.cu](mailto:malfonso@estudiantes.uci.cu)

*Universidad de las Ciencias Informáticas*

Leonardo Hidalgo Iglesia

[lhidalgo@estudiantes.uci.cu](mailto:lhidalgo@estudiantes.uci.cu)

*Universidad de las Ciencias Informáticas*

Sahara María Blanco Hernández

[sahara@uci.cu](mailto:sahara@uci.cu)

*Asesora del Centro de Innovación y Calidad de la Educación*

*Universidad de las Ciencias Informáticas*

Febe Ángel Ciudad Ricardo

[fcidad@uci.cu](mailto:fcidad@uci.cu)

*Director del Centro de Innovación y Calidad de la Educación*

*Universidad de las Ciencias Informáticas*

### RESUMEN

En la Universidad de las Ciencias Informáticas de Cuba algunos estudiantes en su cuarto año académico de la carrera de ingeniería en ciencias informáticas se incorporan a los Centros de Desarrollo de Software y forman parte del equipo de desarrollo de un proyecto productivo real. Las tareas que se le orientan y evalúan se realizan por el mismo Sistema de Gestión de Proyectos (GESPRO) que posee el proyecto de software, pero este sistema tiene como limitantes didácticas que el módulo de orientación de tareas carecen de elementos que le permitan al tutor o especialistas (profesionales que atienden al estudiante) evaluar a los alumnos según los indicadores que comprende la competencia investigativa, ni permite conocer las tendencias estadísticas del aprendizaje del estudiante en un intervalo de tiempo determinado. Debido a las limitantes antes señaladas, se propuso desarrollar una aplicación que permitiera orientar a los tutores en la evaluación de la competencia investigativa y a su vez que este sistema se pudiera integrar al Sistema de Gestión de Proyectos (GESPRO) de la universidad determinando las tendencias estadísticas actual del aprendizaje de los estudiantes en torno al desarrollo de la competencia investigativa para la toma de decisiones oportunas. Para desarrollar el software se elaboró un procedimiento basado en series temporales que permitiera determinar las tendencias estadísticas del aprendizaje del estudiante en función del desarrollo de la competencia investigativa asociada al desarrollo de software, que es a su vez el resultado que se presentará en este artículo.

**PALABRAS CLAVE:** Competencia investigativa; Medias móviles; Procedimiento estadístico predictivo; Series temporales.

## INTRODUCCIÓN

En el proceso de gestión de recursos humanos asociado al proceso de desarrollo de software industrial se encuentra la capacitación, lo cual permite formar y desarrollar en los integrantes del grupo de desarrollo de software, competencias genéricas o específicas que les permitan desempeñarse eficientemente en su puesto de trabajo.

Una de las competencias genéricas que debe desarrollar los ingenieros informáticos y otros profesionales con perfiles similares asociado al desarrollo de software en equipos multidisciplinarios es la competencia investigativa pues elaborar una aplicación informática se realiza a partir de la integración entre lo ingenieril y lo investigativo.

En el caso particular de la Universidad de las Ciencias Informáticas de Cuba (UCI) y otras instituciones educativas que forman a ingenieros en esta área del conocimiento, sus estudiantes del pregrado se incorporan como parte de su práctica profesional al desarrollo de software y a su vez forman parte del equipo de desarrollo.

En el caso de la UCI algunos estudiantes que se encuentran en su cuarto y quinto año académico se incorporan a los Centros de Desarrollo para formar parte del equipo de desarrollo de software de determinados proyectos productivos.

A partir de un diagnóstico realizado en las siete facultades de la UCI en los cursos académicos 2010-2011, 2011-2012 y 2012-2013 con relación al desarrollo de la competencia investigativa de los estudiantes de 4to y 5to año de la UCI que se encontraban en el desarrollo de software y se pudo evidenciar que:

1. Presentan deficiencias al aplicar los métodos investigativos en la solución de tareas productivas.
2. Presentan deficiencias en la elaboración de informes investigativos desde la práctica profesional (desarrollo de software en los Centros de Desarrollo de Software) y en la elaboración de las tesis de grado.

Lo antes expuesto permite concluir que los estudiantes de 4to y 5to año de la carrera de la ingeniería en ciencias informáticas en la UCI poseen deficiencias en el desarrollo de la competencia investigativa.

Uno de los elementos a tener en cuenta para el desarrollo de la competencia investigativa es la evaluación sistemática y gradual del estudiante el cual consta de tres partes: orientación, ejecución y evaluación, aspectos necesarios a tener en cuenta por el tutor y los especialistas que interactúan con el alumno en su práctica profesional. Se procedió a diagnosticar como se efectúa el proceso de orientación, y evaluación de las tareas de producción e investigación en los proyectos de desarrollo de software de la UCI con la utilización del Sistema de Gestión de Proyectos (GESPRO), en lo cual se pudo constatar que:

1. En el módulo de orientación de tareas se carecen de elementos que les permitan al tutor o especialistas (profesionales que atienden al estudiante), evaluar a los alumnos según los indicadores que comprende la competencia investigativa.
2. El GESPRO no permite conocer ni el estado actual del desarrollo de la competencia investigativa ni las tendencias estadísticas del aprendizaje del estudiante en un intervalo de tiempo determinado.

Lo antes expuesto permite constatar que el GESPRO como Sistema de Gestión de Proyectos que si bien en los Centros de Desarrollo de Software de la UCI se utiliza con este fin, también se emplea como herramienta para orientar y evaluar a los estudiantes las tareas productivas e investigativas que los tutores y especialistas les orientan como parte de su formación a partir de su vínculo laboral con los proyectos de desarrollo de software de la UCI. En este último aspecto el GESPRO carece de funcionalidades que le permitan analizar de forma estadística las tendencias del aprendizaje de los estudiantes en torno al desarrollo de la competencia investigativa.

El que una herramienta como el GESPRO posea estas deficiencias no significa que sea la responsable de las carencias que poseen los estudiantes, es por ello que se realizó un diagnóstico a los encargados de dirigir el proceso de formación del alumno desde la producción de software y se pudo constatar que no poseen suficientes conocimientos ni habilidades acerca de cómo orientar y evaluar correctamente una tarea para que contribuya al desarrollo de la competencia investigativa del estudiante, pues son tutores que en su mayoría no poseen categoría docente ni experiencia en el ámbito educativo.

Debido a las limitantes antes señaladas se propuso desarrollar una aplicación que permitiera orientar a los tutores en la evaluación de la competencia investigativa y a su vez que este sistema se pudiera integrar al Sistema de Gestión de Proyectos (GESPRO) de la UCI determinando las tendencias estadísticas actual del aprendizaje de los estudiantes en torno al desarrollo de la competencia investigativa para la toma de decisiones oportunas.

Para desarrollar el software se elaboró un procedimiento basado en series temporales que permitiera determinar las tendencias estadísticas del aprendizaje del estudiante, que es a su vez el resultado que se presentará en este artículo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Existen diferentes métodos de análisis estadístico-predictivo y los más empleados son las series temporales, las cuales se pueden definir como un conjunto de datos, correspondientes a un fenómeno económico o no, organizados en el tiempo. Las mismas también se definen como una sucesión de observaciones de una variable en distintos momentos de tiempo. Las series temporales (Muñoz, 2010), (Illan, Pacheco, Hidalgo y Vélez, 2010) y (Uñoz, 2010), son el resultado de la integración de los siguientes componentes: tendencia, variaciones cíclicas, variaciones estacionales y variaciones accidentales o irregulares. La tendencia (T) es una componente de la serie temporal que refleja su evolución a largo plazo.

Las variaciones cíclicas (C) son (Muñoz, 2010) una componente de la serie que recoge oscilaciones periódicas de amplitud superior a un año. Estas oscilaciones periódicas no son regulares y se presentan en los fenómenos económicos cuando se dan de forma alternativa etapas de prosperidad o de depresión. Las variaciones estacionales (E) son una componente de la serie que recoge oscilaciones que se producen alrededor de la tendencia, de forma repetitiva y en períodos iguales o inferiores a un año. Las variaciones accidentales (A) son una componente de la serie que recoge movimientos provocados por factores imprevisibles. También reciben el nombre de variaciones irregulares, residuales o erráticas. Existen diferentes métodos y técnicas que se emplean para utilizar las series temporales es por ello que para definir el procedimiento estadístico predictivo y que este permitiera

determinar la tendencia estadística del aprendizaje del estudiante en función del desarrollo de la competencia investigativa, se tuvo en cuenta:

1. Un análisis teórico sobre los métodos estadísticos predictivos más utilizados en el área de la estadística de aprendizaje tomando en consideración a (Brillinger, 1976; Arnau, 1981; Ruey, 2002; Zhu, Mcknew y Lee, 1992; Brockwell y Davis, 2006; Cáceres y Martín, 2008; Hernández, 2009; Setzler, Saydam y Park, 2009; Farrat y Wong, 2010; Illan, Pacheco, Hidalgo y Vélez, 2010; Uñoz, 2010; Peña, 2010; Díaz, Vilchez, Puerto, Patón y Varo, 2012), determinándose que estos métodos son: la técnica de los promedios móviles o medias móviles, la técnica de suavización exponencial y el análisis de regresión lineal.
2. Se determinó los indicadores a tener en cuenta para orientar y evaluar las tareas productivas de tal manera que permitiera brindar información del desempeño del evaluado en función de la competencia investigativa.
3. Implementación de la estadística predictiva, en específico la de medias móviles.
4. Creación de una base de datos que guarde la evaluación de la competencia investigativa del estudiante asociada a cada una de las tareas productivas realizadas por él.

Lo antes expuesto permitió definir el procedimiento estadístico predictivo basado en series temporales al utilizar el método de medias móviles.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Una media móvil es el valor medio de un conjunto de valores adyacentes de una serie temporal, existiendo dos tipos genéricos: medias móviles simétricas o centradas y medias móviles asimétricas. Las medias móviles simétricas teniendo en cuenta a (Farrat y Wong, 2010) son aquellas que contienen términos anteriores y términos posteriores y las medias móviles asimétricas son las que no cuentan con un conjunto simétrico de valores en concreto. La técnica de medias móviles permite suavizar las fluctuaciones accidentales de una serie temporal y descubrir con mayor facilidad, de este modo, su tendencia central o de fondo. Consiste en tomar un número fijo de términos consecutivos de la serie y calcular sucesivas medias aritméticas, tantas como términos de la serie queden fuera de ese primer grupo de observaciones, sobre la base de sustituir en cada una de las sucesivas medias las últimas observaciones de la media precedente por la siguiente de la serie. El valor de cada media se hace corresponder con la fecha o punto central del intervalo temporal al que corresponde y se obtiene así una segunda serie, más suavizada o alisada que la originaria. La técnica de medias móviles utiliza información estadística pasada y construye una nueva serie a partir de la media de un número determinado de datos, en la que se va añadiendo sucesivamente un dato nuevo y quitando, al mismo tiempo, el más antiguo de los datos incluidos en la media anterior.

A continuación se muestra el procedimiento elaborado para determinar de la tendencia estadística predictiva de la evaluación de la competencia investigativa y del desarrollo que esta ha tenido en un intervalo de tiempo determinado.

Es válido aclarar que este procedimiento se ejecuta por cada uno de los indicadores que se definieron, en nuestro caso se definieron 30 indicadores que integran habilidades investigativas, técnicas, tecnológicas y comunicativas.

**Procedimiento estadístico predictivo basado en medias móviles:**

**Paso #1:** Determinar los indicadores (In) que para evaluar una tarea productiva. Es decir cada indicador será medido en cada una de las tareas productivas (Ver tabla 1).

**Paso #2:** Crear en la Base de Datos una tabla que contenga los 30 indicadores y se almacene su historial en el tiempo.

**Paso #3:** Calcular el promedio móvil por cada indicador determinándose primeramente el número fijo de términos consecutivos de la serie y calcular sucesivas medias aritméticas, tantas como términos de la serie queden fuera de ese primer grupo de observaciones, en nuestro caso se utilizará como número fijo consecutivo el 3 (Ver Tabla 2).

Promedio Móvil (PM) = (Valor neto del I1 de la tarea 1+ Valor neto del I1 de la tarea 2+ Valor neto del I1 de la tarea 3)/3. Este proceso se ejecuta de forma recursiva hasta llegar al total de Tareas (T) en la posición anterior es decir (T-1).

Tabla 1. Ejemplo de calificación de los indicadores por tareas

Tarea \ Indicador	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3
Indicador 1	4	5	2
Indicador 1	2	4	3
Indicador 1	5	4	5
Indicador 1	4	5	4
Indicador 1	4	3	4
Indicador 1	3	2	5

**Paso #4:** Se calcula los índices estacionales (IE), los cuales son el resultado de la división de la calificación de los indicadores entre los promedios móviles anteriormente calculados. (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Cálculo de promedios móviles e índices estacionales.

Tarea	Indicador	Calificación	Promedio Móvil	Índice Estacional
Tarea 1	Indicador 1	4		
Tarea 2	Indicador 1	5	$(4+5+2)/3$	3.66
Tarea 3	Indicador 1	2	$(5+2+X)/3$	Y
Tarea N	Indicador 1	X		

**Paso #5:** Determinación predictiva de la evaluación de cada uno de los indicadores de la competencia investigativa en la próxima tarea productiva.

Para realizar este paso es necesario ejecutar el Paso #5.1.

**Paso #5.1:** Se calcula la suma todos los índices estacionales para cada indicador y el promedio de los mismos. Si este promedio no es igual a 1.00 hay que ajustar o normalizar los índices (Paso #5.1.1).

Promedio de Índices (PMI) =  $(IE \text{ del I1 de la Tarea 1} + IE \text{ del I1 de la Tarea 2} + IE \text{ del I1 de la Tarea 3} + \dots + IE \text{ del I1 de la Tarea N}) / T$ . Donde N es el total de tareas y T el total de Índices.

En el caso que no se necesite normalizar entonces estos valores determina una posible evaluación de cada uno de los indicadores en la próxima tarea.

**Paso #5.1.1:** Normalización de los promedios que no dan 1.

### Proceso de Normalización

$N = (P * 1) / T$  donde N son los índices estacionales normalizados, P es el promedio de los índices que su calificación no es 1 y T es el total de los promedio de los índices estacionales.

Este valor de normalización (N) sustituirá el promedio del Indicador que su calificación no era 1. Entonces estos valores determinan una posible evaluación de cada uno de los indicadores en la próxima tarea.

Con el resultado final este proceso se determinará cual pudiera ser la próxima calificación en cada indicador de la competencia investigativa del estudiante, permitiendo al profesor trazar los objetivos estratégicos para esa próxima tarea.

**Paso # 6.** Análisis de las Tendencias Estadísticas.

En nuestro caso que se está analizando las tendencias estadísticas del desarrollo de la competencia investigativa en base de unos indicadores en específico, no se puede esperar a determinar las causas que generaron un resultado determinado ya que el proceso de aprendizaje de un individuo no se pueden cuantificar en toda su magnitud pues intervienen factores psicológicos, sociales y económicos, como los motivacionales, afectivos, valores, factores ambientales o sociales, por lo que se necesita es analizar cómo se comportó el desarrollo de cada indicador de la competencia investigativa proporcionándoles al profesor conocimientos necesarios para la toma de decisiones.

La figura 1 representa un ejemplo de la tendencia estadística del Indicador 1 según tres tareas (Figura. 1). Es válido acotar que este procedimiento se realiza por cada indicador por separado teniendo en cuenta todas las tareas realizadas por el estudiante en todo su trayecto histórico en un intervalo de fecha determinado.

Figura. 1 Tendencia estadística del indicador 1 teniendo en cuenta sus valores de índice estacional.



Para realizar la representación gráfica del comportamiento estadístico del estudiante se tiene en cuenta por cada indicador en cada tarea su valor de IE. Este valor (IE) se representa en una gráfica determinándose que mientras más cerca de cero esté, significa que tuvo un deficiente desarrollo. Esto permite al evaluador conocer cuál es la tendencia estadística predictiva del indicador por lo se puede contribuir a la toma de decisiones de forma oportuna en cuanto a la formación y desarrollo de la competencia investigativa del estudiante.

Se realizó una validación por expertos en estadística predictiva sobre el procedimiento elaborado, los cuales debían seleccionar en un intervalo de [0; 5] la fiabilidad del procedimiento, donde el valor 5 significa la máxima calificación. Se pudo determinar que el procedimiento se corresponde a las exigencias de las series temporales (Ver Figura 2).

Figura. 2. Valoración de expertos en estadística predictiva.



Realizando un análisis general se puede afirmar que el procedimiento puede contribuir al proceso de evaluación de la competencia investigativa y este a su vez, repercute en la formación del estudiante y en su desempeño como futuro profesional.

La sociedad cubana y el ámbito laboral necesitan de profesionales que se desempeñen eficientemente en su puesto de trabajo contribuyendo al progreso económico y social. Es por ello que la formación investigativa del estudiante es necesaria para que desempeñen su labor desde una concepción científico-investigativa.

La utilización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) aplicada a la educación que se asume en el proceso de enseñanza-aprendizaje que se manifiesta en el proceso de desarrollo de software y en específico en la gestión de tareas (proceso de orientación, ejecución y evaluación de tareas) es el de (Colectivo de autores, 2010) que si bien estas tecnologías no pueden sustituir la labor formativa del profesor (instructivo, educativo y lo desarrollador) si pueden servir de apoyo a la toma de decisiones del profesor esencialmente en el componente cognitivo del estudiante, y en nuestro caso asociado a la evaluación del desempeño de un estudiante en cuanto a la competencia investigativa.

## CONCLUSIONES

Las ventajas de la evaluación de la competencia investigativa de un estudiante haciendo uso de las series temporales y en específico las medias móviles son:

1. El proceso de evaluación se convierte en sólido y coherente, analizado el comportamiento que ha tenido el estudiante a lo largo de su desempeño asociado al desarrollo de la competencia investigativa.
2. Proporciona a los evaluadores, una forma de determinar la tendencias estadística del desarrollo de la competencia investigativa por cada uno de sus indicadores además le permite conocer cual pudiera ser el desarrollo de cada indicador en la próxima tarea que se le oriente al estudiante tomando en consideración sus evaluaciones históricas (calificación de cada indicador al evaluar una tarea). Es válido destacar que es imposible conocer cómo se va a efectuar en el futuro el aprendizaje de un individuo ya que es un proceso social el cual no puede ser cuantificado. Se asume que la actividad instructiva y educativa realmente lo realiza el evaluador, el procedimiento solo servirá de apoyo a la toma de decisiones.
3. Contribuye a orientar al tutor del estudiante que se encuentra en el desarrollo de software a evaluar una tarea productiva teniendo en cuenta indicadores que contribuyan a la formación de la competencia investigativa del alumno.

## REFERENCIAS

- Arnau, J. (1981) *Uso de los modelos de series temporales como técnica de análisis de los diseños conductuales*. Departamento de Psicología Experimental Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación. Universidad de Barcelona, p. 100-125.
- Brillinger, D. (1976) *Times Series. Data Analysis y theory*. Mc-Graw Hill. Inc, p. 50-75.
- Brockwell, P. y Davis, R. (2006) *Time Series: Theory and Methods*. Second Edition. Springer Science +Business Media, LLC, p.95-105.
- Cáceres, J. y Martín, G. (2008) *Introducción al análisis univariante de series temporales económicas*. Madrid: Delta Publicaciones Universitarias, p.75-100.
- Colectivo de autores (2010) *Preparación pedagógica para profesores universitarios*. Centro de Referencia para la Educación de Avanza. Centro Universitario José Antonio Echeverría de Cuba (CUJAE), p. 175.



- Farrat, M. y Wong, T. (2010) *Procedimiento para el análisis de los resultados de las evaluaciones de software en la UCI*. Tesis en opción del grado de Ingeniero en Ciencias Informáticas. Universidad de las Ciencias Informáticas de Cuba.
- Hernández, J. (2009) *Análisis de series temporales económicas II*. Madrid: ESIC Editorial, p. 80-105.
- Díaz, J., Martín, J., Vilches, Á., Puerto, M., Patón, J. y Varo, C. (2012) Evaluación de modelos de series temporales para la previsión de la demanda de emergencias sanitarias. *Revista Emergencias*, 24: 181-188.
- Millan, D., Pacheco, J., Hidalgo J. y Vélez, J. (2010) *Forecasting in a Multiskill Call Centre*. ICAISC'10 Proceedings of the 10th international conference on Artificial intelligence and soft computing: Part II. Heidelberg: Springer-Verlag Berlín, p.15-75.
- Muñoz, D. (2010) *Manual de Estadística*. Profesor Departamento Economía y Empresa. [En línea] Universidad Pablo de Olavide. [Fecha de consulta: 08 de marzo de 2014.] Disponible en: <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/drm/drm-estad.pdf> .
- Peña, D. (2010) *Análisis de series temporales*. Madrid: Alianza S.A., p.75.
- Channouf, N., L'ecuyer, P., Ingolfsson, A. y Avramidis, A. (2007) The application of forecasting techniques to modeling emergency medical system calls in Calgary, Alberta. *Health Care Manage Sci.* 10, p. 25-45.
- Ruey, T. (2002) *Analysis of Financial Time Series*. Financial Econometrics. A Wiley-Interscience Publication JOHN WILEY & SONS, INC. University of Chicago. p. 22-35.
- Setzler H., Saydam, C. y Park, S. (2009) EMS Call Volume Predictions: A Comparative Study. *Comput Oper Res.* 36: 1843-1851.
- Zhu, Z., Mcknew, M.A. y Lee, J. (1992) Effects of time-varied arrival rates: an investigation in emergency ambulance service systems. En: Proceedings of the 1992 winter simulation conference. Piscataway: IEEE Press; p. 1180.