

# DOCENCIA E INVESTIGACIÓN EN LA INGENIERÍA

R. PALMA OROZCO; PROFESOR INVESTIGADOR, POSGRADO ESCOM; rpalma@ipn.mx

J. M. CARBALLO JIMÉNEZ; PROFESOR INVESTIGADOR, CIENCIAS BÁSICAS ESCOM; jcarballo@ipn.mx

J. A. JUÁREZ RAMÍREZ; PROFESOR INVESTIGADOR, POSGRADO ESCOM; jjuarezr@ipn.mx

## RESUMEN

La docencia y la investigación son dos aspectos importantes para la actualización del personal académico. En este trabajo resaltamos un ejemplo de ingeniería aplicada y la docencia en las escuelas de ingeniería. Cabe señalar, que el docente y el investigador son básicamente una misma entidad, y que por ello son un pilar en las funciones académicas de cualquier institución educativa. En el ejemplo utilizaremos dos áreas del conocimiento, a continuación planteamos el ejemplo. El control y la predicción de la evolución de un sistema es un problema fundamental en la actualidad. Es por ello que con técnicas de la Teoría de Control y la Computación, se propone el diseño de un filtro que permita evaluar predictivamente los estados siguientes en dicha evolución. La señal de entrada es codificada a un espacio discreto y procesada mediante un filtro tipo Kalman lineal que permite seguir la señal.

## INTRODUCCIÓN

Los conceptos de docencia e investigación encuentran su naturaleza y límite solamente en los ámbitos académicos, en las instituciones que promueven el saber como un asunto de máxima importancia para el despliegue de la vida humana y su entorno; ambas hacen parte de los proyectos de desarrollo de las instituciones académicas de nivel superior; por ello, urge definir las como asuntos que no están concluidos ni completamente formalizados. Es un deber definir las en su completa formación, es decir, hacer que respondan las preguntas que surgen de su actividad y ejercicio, con lo que podrán contribuir a desempeñar tareas en las que la responsabilidad y la libertad contribuyan a la realización del individuo en su vida institucional.

Docencia significa enseñar según su etimología latina, del latín *docere*. La docencia por lo tanto hace referencia a la actividad de enseñar, siendo actualmente docentes aquellos que se dedican profesionalmente a ello, recibiendo una remuneración por sus servicios. La docencia hoy, puede ser ejercida en distintos niveles del proceso educativo. A la concepción de la docencia tradicional, el docente es el poseedor del conocimiento y único sujeto activo del proceso de enseñanza-aprendizaje, la nueva tendencia constructivista lo ve como una guía en la producción del conocimiento por parte del alumno, que toma en sus manos la formación de su saber, como protagonista del mismo.

Docencia e investigación, dos funciones de las instituciones educativas a nivel superior que son posibles que se den juntas y su punto de encuentro es el desafío constante en la búsqueda apasionada de la verdad. Aquí el punto de análisis es cómo mantener la armonía, el equilibrio y la relación entre la transmisión de conocimientos y la investigación.

Entendiendo que investigar proviene del latín *in vestigium*, vestigio, huella, se concluye que en su origen investigar es seguir un vestigio, una huella, un camino de búsqueda con mayor o menor sistematización. Si ahondamos un poco más podríamos aventurar que todo docente

puede y debe ser un investigador, un buscador de la verdad. Docencia e investigación, entendida de la manera antes planteada, deberían ser inseparables en todos los años de la educación superior, sin dejar de reconocer la diversidad de perfiles en las plantas docentes y los tipos de investigación.

Esto no quiere decir de ninguna manera que todos los docentes a nivel superior deban hacer investigaciones que respondan a una presentación formal y en el mejor de los casos sean financiadas; tampoco que todos los docentes puedan ni quieran ser investigadores científicos; nos remitimos al planteo de ser investigadores de nuestras propias disciplinas, curiosos y respetuosos del saber a transmitir, de tal forma que exista siempre una pregunta a responder, el asombro de lo nuevo, desconocido y conocido, la preocupación por conocer un poco más lo que se va a enseñar.

En este ensayo ejemplificaremos el binomio docencia e investigación, con una experiencia en el área de ingeniería.

## **ANÁLISIS**

Cabe señalar, que el docente y el investigador son básicamente una misma entidad, y que por ello son un pilar en las funciones académicas de cualquier institución educativa. En este ensayo utilizaremos dos áreas del conocimiento para poner de manifiesto el binomio docencia e investigación. Para comenzar con el análisis de la docencia e investigación en la ingeniería, definiremos primeramente lo que es la ingeniería.

La ingeniería es el conjunto de conocimientos y técnicas científicas aplicadas a la invención, perfeccionamiento y utilización de la técnica industrial en todos sus diversos aspectos incluyendo la resolución u optimización de problemas que afectan directamente a los seres humanos en su actividad cotidiana. En ella, el conocimiento, manejo y dominio de las matemáticas y física, obtenido mediante estudio, experiencia y práctica, se aplica con juicio para desarrollar formas eficientes de utilizar los materiales y las fuerzas de la naturaleza para beneficio de la humanidad y del ambiente.

Pese a que la ingeniería como tal (transformación de la idea en realidad) está intrínsecamente ligada al ser humano, su nacimiento como campo de conocimiento específico viene ligado al comienzo de la revolución industrial, constituyendo uno de los actuales pilares en el desarrollo de las sociedades modernas.

Otro concepto que define a la ingeniería es el saber aplicar los conocimientos científicos a la invención, perfeccionamiento o utilización de la técnica en todas sus determinaciones. Esta aplicación se caracteriza por utilizar principalmente el ingenio de una manera más pragmática y ágil que el método científico, puesto que una actividad de ingeniería, por lo general, está limitada a un tiempo y recursos dados por proyectos. El ingenio implica tener una combinación de sabiduría e inspiración para modelar cualquier sistema en la práctica.

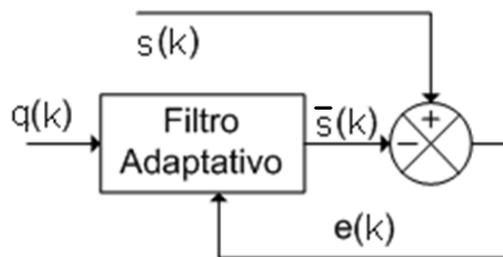
Por otro lado es importante conocer cuáles son las funciones del ingeniero, listamos las siguientes:

1. Investigación: Búsqueda de nuevos conocimientos y técnicas, de estudio y en el campo laboral.
2. Desarrollo: Empleo de nuevos conocimientos y técnicas.
3. Diseño: Especificar las soluciones.
4. Producción: Transformación de materias primas en productos.
5. Construcción: Llevar a la realidad la solución de diseño.
6. Operación: Proceso de mantenimiento y administración para optimizar productividad.
7. Ventas: Ofrecer servicios, herramientas y productos.
8. Administración: Participar en la resolución de problemas. Planificar, organizar, programar, dirigir y controlar la construcción y montaje industrial de todo tipo de obras de ingeniería.

A continuación se plantea el ejemplo, describiendo brevemente la problemática y su solución. El control y la predicción de la evolución de un sistema es un problema fundamental en la actualidad en la ingeniería y en otras áreas del conocimiento. Es por ello que con técnicas de la Teoría de Control y la Computación [1, 2, 3], se propone el diseño de un filtro que permita evaluar predictivamente los estados siguientes en dicha evolución.

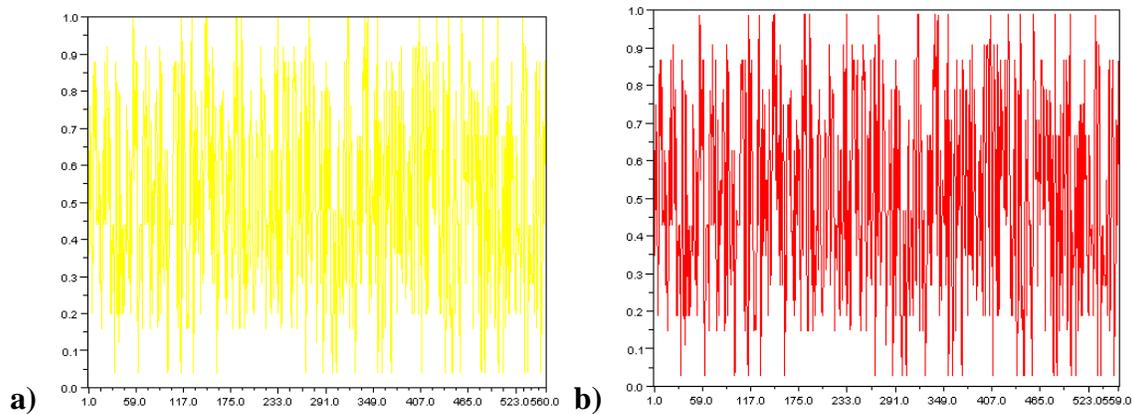
Cuando una o más variables de salida de un sistema necesitan seguir cierta referencia sobre el tiempo, un controlador manipula la entrada al sistema para obtener el efecto deseado en la salida del sistema. Dependiendo de la naturaleza compleja de un sistema y de la posibilidad de identificar estados locales y reglas generales de evolución, se podrían simular comportamientos por medio de un filtro lineal.

La señal de entrada es codificada a un espacio discreto y procesada mediante un filtro tipo Kalman lineal que permite seguir la señal, como se muestra en la figura 1. Se verifica este filtro para un sistema tipo caja negra y se valida con algunos resultados, como lo muestran las figuras 2 y 3.

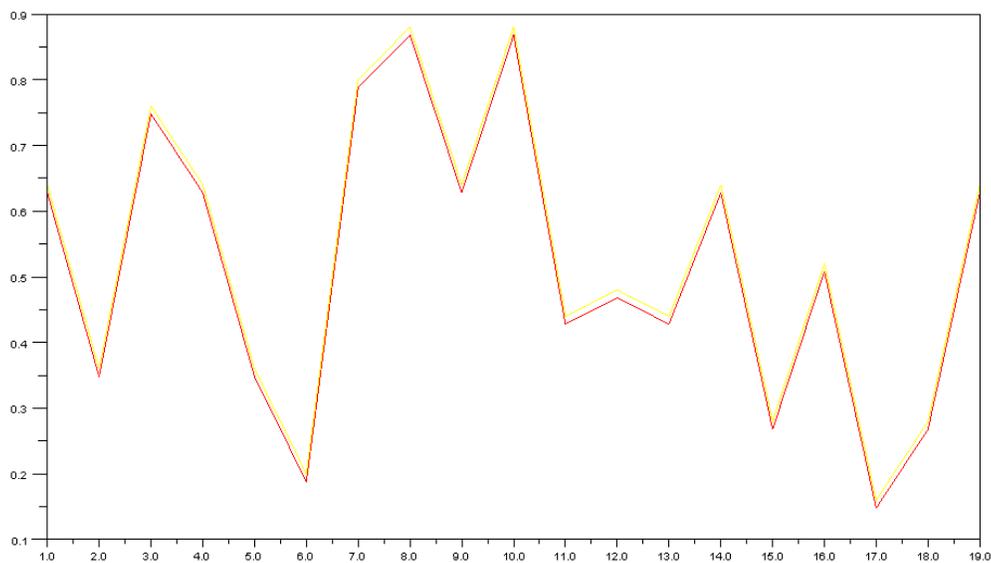


**Figura 1.** Diagrama esquemático del filtro tipo Kalman lineal.

El filtro describe a la señal y permite ver sus velocidades de cambio, las cuales darán las cotas mínimas en las que un sistema correspondiente pueda lograr dar una respuesta que permita ir evaluando su desarrollo.



**Figura 2.** a) Señal de entrada original y b) Señal de salida estimada por el filtro propuesto.



**Figura 3.** Ampliación de una fracción de la señal de entrada original y señal de salida estimada por el filtro propuesto.

Se utiliza el filtro de Kalman en el caso de tiempo discreto y se tiene un sistema con un modelo de relación de datos para la salida  $z_k$  dado por (1),  $H \in \mathfrak{R}$  constante y un ruido aditivo  $v_k$ , con un estimador lineal como (2) y un error  $w_k$  con propiedad estadística  $R_{w_k}$  (3).

$$z_k = Hz_{k-1} + v_k, \quad z_{k-1} = H^+(z_k - v_k) \quad (1)$$

$$\hat{z}_k = H\hat{z}_{k-1} \quad (2)$$

$$e_k = z_k - \hat{z}_k = w_k, \quad R_{w_k} = E\{w_k^2\} \quad (3)$$

Formalmente, el filtro propuesto queda definido por (4).

$$\hat{z}_k = \hat{z}_{k-1} + K_k(z_k - H\hat{z}_{k-1}) \quad (4)$$

Este breve desarrollo del ejemplo sugerido nos permite ver, la relación de la investigación y la ingeniería.

La naturaleza misma está formada por sistemas de diversos tipos y comportamientos, es muy importante poder analizarlos de forma rigurosa para identificar ciertos comportamientos o bien para predecirlos. Como ya se ha resaltado, una de las funciones importantes de todo ingeniero es la de investigar y también desarrollar nuevos conocimientos, por lo tanto el proponer esta idea de filtro identificador es un aporte de nuevo conocimiento, pero también, es resultado de una investigación previa para este conocimiento.

Ahora bien, pero, ¿Qué pasa con la docencia en este punto? Es aquí dónde el docente tiene una de las más arduas tareas, aparte de transmitir conocimiento y experiencia que permita acercarse y resolver problemas como el que se ha sugerido aquí, es transmitir esa necesidad de investigación hacia sus estudiantes, en particular a los estudiantes no de ciencias sino de ingeniería, quienes piensan que no es necesario realizar investigación formal para poder desarrollar nuevas aportaciones tecnológicas. No se puede imaginar un avance ni mejora tecnológica si no se hace investigación previa sobre el fenómeno que se quiere atacar o problema a resolver y eso convierte al ingeniero en investigador también.

## CONCLUSIONES

Como docentes formadores de profesionales en el área de la ingeniería se tiene la obligación de transmitir experiencia y conocimiento en el área de estudio, pero el docente difícilmente puede transmitir la necesidad de investigación si éste no realiza esta actividad. Por lo que esto, no quiere decir de ninguna manera que todos los docentes deban hacer investigaciones que respondan a una presentación formal ni tampoco que todos los docentes puedan ni quieran ser investigadores científicos.

Por lo tanto, el binomio docencia e investigación, queda aquí muy claro, pero tal vez no quede resuelto aún, ya que todavía falta mucho por hacer como docentes en la investigación y principalmente en la investigación aplicada a la ingeniería.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Whittle J, Schumann J, “Automating the implementation of Kalman filter algorithms”, Transactions on Mathematical Software (TOMS), Volume 30 Issue 4, Publisher: ACM Request Permissions, December 2004.
2. Chen M, Liu S, Tieszen L L, “Optimization of an ecosystem model through the assimilation of eddy flux observations using a smoothed ensemble Kalman filter”, SCSC: Proceedings of the 2007 Summer Computer Simulation Conference, Publisher: Society for Computer Simulation International, July 2007.
3. Han M, Wang Y, “Nonlinear time series online prediction using reservoir Kalman filter”, IJCNN'09: Proceedings of the 2009 International Joint Conference on Neural Networks, Publisher: IEEE Press, June 2009.