

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Inteligencia Artificial
Recibido: 28/10/2015 | Aceptado: 10/03/2016

Módulo para la evaluación de competencias a través de un Sistema de Laboratorios a Distancias

Module for competency assessment through a System Laboratories Distances

Omar Mar Cornelio ^{1*}, Luis Enrique Argota Vega ², Iván Santana Ching ³

¹ Dpto. de Programación, Facultad 6, Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba. omarmar@uci.cu

² Dpto. de Ciencias Básicas, Facultad 6, Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba. leargota@uci.cu

³ Departamento de Automática, Facultad de Eléctrica, Universidad Central de las Villas “Martha Abreu”. Cuba. ching@uclv.cu

* Autor para correspondencia: omarmar@uci.cu

Resumen

El control automático en su integración con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones ha implementado los Sistemas de Laboratorios a Distancia como forma de Aprendizaje Electrónico. Sin embargo, los dispositivos acoplados a los Sistemas de Laboratorios a Distancia, no poseen mecanismos que permitan evaluar las competencias de los usuarios que realizan prácticas de laboratorios, causando afectaciones a los dispositivos físicos producto a su mala manipulación. La presente investigación describe una solución a la problemática planteada a partir de la elaboración de un módulo integrado a un Sistema de Laboratorio a Distancia que utiliza un enfoque multicriterio multiexperto basado en Mapa Cognitivo Difuso para la evaluación de competencias. Para determinar la efectividad de la propuesta, se realizó una encuesta al grupo de estudiantes y profesores que trabajaron con la propuesta en el curso escolar 2014- 2015 donde se obtuvo resultados favorables en su utilización.

Palabras clave: evaluación de competencias, Mapa Cognitivo Difuso, relaciones causales, toma de decisiones.

Abstract

The automatic control in its integration with Information Technology and Communications has implemented Systems Laboratories Distances as a form of e-learning. However, the coupled devices to the Systems Laboratories Distances do not have mechanisms that allows to assess the competencies of users which perform laboratory practices, causing

damages to the physical devices as a product to mishandling. This research describes a solution to the issue raised from the making of a module integrated a System Laboratories Distances using a multi-criteria and multi-experto approach based in Fuzzy Cognitive Map for competency assessment module. To determine the effectiveness of the proposal, a survey was conducted to the group of students and teachers who worked with the proposal in the 2014-2015 school year where favorable results were obtained in their use.

Keywords: *assessment competency; Fuzzy cognitive map; causal relationships; decisionmaking.*

Introducción

La educación es un componente importante de la sociedad, a esta se asocian las nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) que han provocado un impacto en el desarrollo del hombre y con ello en su formación. El empleo de los medios informáticos constituye un eslabón fundamental en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje (PEA), ya que permiten crear condiciones materiales favorables para cumplir con las exigencias científicas del mundo contemporáneo y ajustar los contenidos de cada materia de estudio, de manera que respondan a los avances tecnológicos que se suscitan a escala mundial.

Las prácticas de laboratorio en computadoras permiten manipular materiales, instrumentos e ideas, así como el desarrollo de habilidades creativas y de asimilación. Debido a los nuevos adelantos tecnológicos, la educación ha alcanzado altos niveles de desarrollo, lo demuestra el uso de plataformas de Aprendizaje Electrónico (del inglés, *E-learning*) que implica una nueva forma de aprender con el uso de Internet.

Dentro de este marco, como parte del *E-learning*, juegan un papel fundamental los Sistemas de Laboratorios a Distancia (SLD), los cuales se pueden definir como: herramientas que utilizan una red de comunicaciones, donde los usuarios y los equipos del laboratorio están separados geográficamente y las tecnologías de las comunicaciones se utilizan para acceder a estos equipos (KHAMIS, 2006; SANTANA, 2012). Estos aportan facilidades en la adquisición de los conocimientos por parte de los estudiantes y les permite crear sus propios espacios para ejercitar, comprender y afianzar los contenidos, sin estar obligados a trasladarse a un centro de estudios.

Aunque los SLD tienen muchas ventajas, la disponibilidad de las plataformas imposibilita la existencia de un moderador supervisando las prácticas que son elaboradas por los estudiantes. La evaluación representaría el acto mediante el cual es posible estimar el rendimiento de una persona (RODRÍGUEZ, 2010). Una buena evaluación

puede identificar problemas de desempeño (SALAS, 2010), indicar la necesidad de volver a capacitar o revelar un potencial no aprovechado.

Las competencias de un individuo en un área determinada del conocimiento, están condicionadas por relaciones causales entre diferentes conceptos (SOKAR and KHALIFA, 2011), siendo posible realizar una representación de un modelo mental que analice la causalidad conceptual mediante la utilización de Mapa Cognitivo Difuso (MCD) (GRAY, 2012).

Basado en modelos mentales causales, se propone como objetivo de la investigación: desarrollar un módulo para la evaluación de competencias al Sistema de Laboratorio a Distancia utilizando Mapa Cognitivo Difuso, que contribuya a la toma de decisiones en la ejecución de prácticas de laboratorio.

Materiales y métodos

En la presente sección se realiza una descripción del modelo de inferencia para la evaluación de competencias, se describen las características del módulo integrado al SLD y los principales elementos que facilitan la comprensión de la propuesta.

Descripción del modelo para la evaluación de competencias utilizando Mapa Cognitivo Difuso

El proceso de diagnóstico refleja el comportamiento del razonamiento (SINGH 2011), donde son gestionadas las relaciones casuales (BUENO and SALMERÓN, 2009) permitiéndose modelar el sistema con retroalimentación causal de grados difusos (LEYVA and ROSADO, 2012). El modelo propuesto se basa en un enfoque multicriterio multiexperto (GRAJALES and SERRANO, 2013) representado mediante MCD (MERIGÓ and GIL, 2010) el cual cuenta con las siguientes etapas: Seleccionar los criterios evaluativos, establecer las relaciones entre los criterios, Obtención del MCD, realizar el análisis estático, procesar evaluación de los practicantes.

A continuación, se realiza una descripción de las etapas del modelo:

Etapas 1: Identificar los criterios valorativos

La identificación de los criterios valorativos se basa en la identificación de las habilidades presentes en el programa de formación del ingeniero automático.

Debe garantizar que:

Los criterios identificados cumplan con la condición expresada en la ecuación (1).

$$C = \{C_1 \dots C_n\} (n \geq 2) \quad (1)$$

El dominio de criterios C sea finito.

Etapa 2: Establecer las relaciones entre los criterios.

La agregación de conocimiento permite mejorar la fiabilidad del modelo final, al hacerlo menos susceptible a errores (STACH *et al.* 2010). Se le pide a cada uno que formule la correlación de los criterios para lo cual se toma la escala propuesta en Tabla 1, que visualiza el dominio de valores (-1; 1) donde los valores positivos expresan la implicación directa y los valores negativos la implicación inversa.

Tabla 1. Dominio de valores para expresar causalidad (K. Pérez, 2014)

Valor	Etiqueta lingüística
1	Negativamente muy fuerte (NMF)
-0,75	Negativamente fuerte (NF)
-0,50	Negativamente media (NM)
-0,25	Negativamente débil (ND)
0	Sin importancia
0,25	Positivamente débil (PD)
0,50	Positivamente media (PM)
0,75	Positivamente fuerte (PF)
1	Positivamente muy fuerte (PMF)

Durante el proceso de agregación se obtiene un arreglo denominado matriz de adyacencia que es representada a partir de los valores asignados a los arcos, puede ser expresada como:

$$M = \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots \\ \dots & W_{ij} & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

La matriz de adyacencia $M = M(C_i, C_j)$ representa el valor causal de la función del arco, el nodo C_i que es imparte C_j . C_i Incrementa causalmente a C_j si $M_{ij} = -1$, y no imparte causalmente sí $M_{ij} = 0$.

Basado en la utilización de un enfoque multiexperto con una participación recomendada de 7 a 13 expertos en el área de conocimiento del objeto de estudio, son expresadas las relaciones causales por cada experto integrándose los modelos mentales individuales en un único modelo agregado (KOSKO 1988), tal como expresa la ecuación (2).

$$VA = \frac{\sum_{i=1}^n W_{ij}}{E} \quad (2)$$

Donde:

VA: valor agregado.

E: cantidad de expertos que participan en el proceso.

W_{ij}: vector de correlación expresado por los expertos para el dominio de criterios C.

Etapa 3: Obtención del MCD.

Los MCD son modelos difusos con retroalimentación para representar causalidad (GLYKAS and GROUMPOS 2010). Existen diferentes tipos de causalidad que son expresadas de forma gráfica, donde cada modelo causal se puede representar por un grafo (GOODIER *et al.* 2010), tal como visualiza la Figura 1.

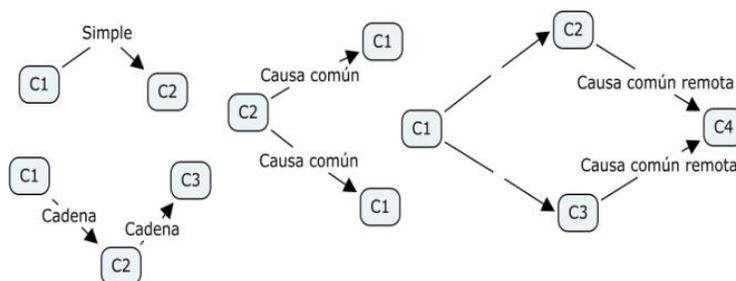


Figura 1. Ejemplo grafos causales

Los valores agregados emitidos por los expertos agrupados mediante la matriz de adyacencia, conforman las relaciones con los pesos de los nodos, a través del cual es generado el MCD resultante (WHITE and MAZLACK, 2011).

Etapa 4: Realizar el análisis estático.

El análisis estático permite obtener la centralidad conceptual causal de los MCD, se obtiene a partir de las relaciones expresadas en la matriz de adyacencia. Los parámetros modelados son grado de salida *od*, grado de entrada *id* y la centralidad *C* (SALMERON, 2009). Mediante las ecuaciones (3, 4,5) se obtienen los parámetros modelados.

Grado de salida obtenido mediante la ecuación (3)

$$od_i = \sum_{i=1}^n \|I_{ij}\| \quad (3)$$

Grado de entrada obtenido mediante la ecuación (4)

$$id_i = \sum_{j=1}^n \|I_{ji}\| \quad (4)$$

Centralidad obtenida mediante la ecuación (5)

$$C_i = od_i + id_i \quad (5)$$

Donde:

I_{ij} ; I_{ji} : representa el recorrido realizado en la matriz de adyacencia de los criterios C.

Etapla 5: Procesar evaluación de los practicantes.

Para el proceso de evaluación, se emplea un formulario elaborado con anterioridad con un grupo de preguntas propuestas con sus respectivos resultados que son evaluadas mediante una escala numérica de modo que cumpla con la ecuación (6):

$$P \in [0,1] \text{ y } \sum_{j=1}^n P_j = 1 \quad (6)$$

Donde:

P: es la preferencia obtenida como evaluación a la respuesta del cuestionario.

Del proceso de normalización se obtiene como resultado un vector de activación que posee una correspondencia con las competencias presentes en el ejercicio que es evaluado.

El procesamiento decisional es realizado mediante el operador de agregación de información OWA (del inglés, *Ordered Weighted Averaging*) Media Ponderada Ordenada (YAGER, 1988; MAR *et al.*, 2015b). Este método unifica los criterios clásicos de decisión de incertidumbre en una expresión (FILEV and YAGER, 1998). Durante el proceso de agregación de la información con el empleo de la función de importancia descrita en la ecuación (7), es calculado el vector de competencias.

$$F(p_1, p_2, \dots, p_n) = \sum_{j=1}^n w_j b_j \quad (7)$$

Donde:

P: conjunto de preferencias $P = \{p_1, \dots, p_n\}$ sobre la evaluación de las preguntas realizadas por los estudiantes a los cuestionarios.

b_j : es el j-ésimo más grande de los p_j ordenados.

Con el resultado procesado por la función de importancia, se tiene el vector inicial de activación para la simulación y se plantea un sistema de representación del conocimiento basado en un árbol de decisión (GONZÁLEZ, 2013). La Figura 2 muestra el árbol de decisión de inferencias mediante el cual es posible expresar un conjunto de reglas para la clasificación de competencias (SOLER and KOK, 2011).

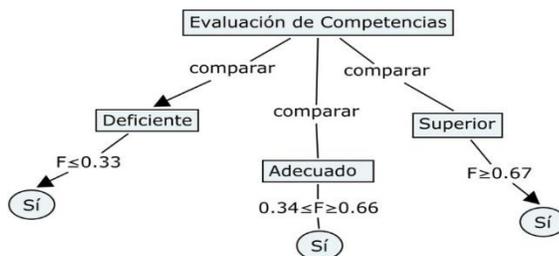


Figura 2. Árbol de decisión

Para realizar el proceso de simulación del escenario, los nuevos valores de los conceptos expresan la influencia de los conceptos interconectados al concepto específico y se calcula de acuerdo a la ecuación (8) de la siguiente manera (GLYKAS, 2010):

$$A_i^{(K+1)} = f\left(A_i^{(K)} \sum_{i=1; j \neq i}^n A_i^{(K)} * W_{ji}\right) \quad (8)$$

Donde:

$A_i^{(K+1)}$: es el valor del concepto Ci en el paso k+1 de la simulación,

$A_i^{(K)}$: es el valor del concepto Cj en el paso k de la simulación,

W_{ji} : es el peso de la conexión que va del concepto Cj al concepto Ci y $f(x)$ es la función de activación (GIORDANO and VURRO 2010).

Descripción de las características del módulo

El módulo propuesto realiza tres actividades básicas: entrada, procesamiento y salida de información. Las entradas proporcionan las informaciones necesarias para nutrir el procesamiento del modelo que sustenta la propuesta inferencial donde se introducen los expertos que intervienen en el proceso, los indicadores evaluativos y las relaciones causales (SANTOS, 2009). El procesamiento permite agregar las relaciones causales, realizar análisis estático y simular escenario para predecir el comportamiento futuro. Por su parte la salida de información permite devolver las informaciones introducidas en datos estructurados que representan las inferencias realizadas por el modelo (SÁNCHEZ and VALDÉS, 2009; MAR *et al.*, 2015a).

Para soportar el proceso de gestión de la información del módulo para la evaluación de competencias se realizó una representación conceptual que permita identificar las principales entidades que intervienen en el proceso con el objetivo de realizar la implementación del módulo propuesto integrado al SLD. La Figura 3 muestra el modelo conceptual de la problemática a resolver.

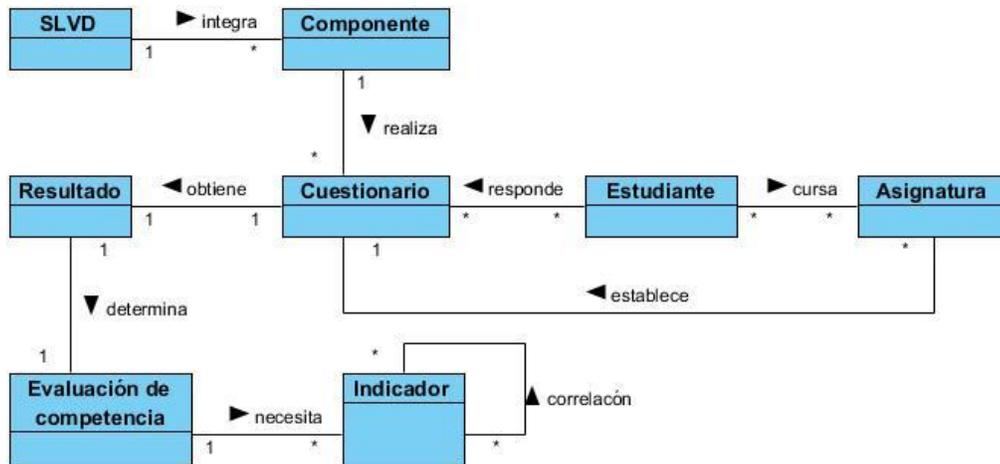


Figura 3. Modelo conceptual de la problemática a resolver

A continuación, se realiza una descripción de las entidades que interactúan y los conceptos principales que se emplean en el problema que se analiza.

SLD: Plataforma de Sistema de Laboratorio a Distancia.

Componente: Módulos disponibles que permiten manipular materiales, instrumentos e ideas.

Cuestionario: Representa los cuestionarios que realizan los estudiantes para la evaluación de competencias.

Estudiante: Persona que realiza la evaluación de competencias.

Asignatura: Materia de estudio que se desea realizar.

Resultado: Se obtiene como resultado la propuesta que indica si la persona es competente o no para la realización de la práctica de laboratorio.

Evaluación de competencia: Modelo decisional que permite predecir problemas en el funcionamiento futuro o la necesidad de volver a capacitar a una persona en el uso de la plataforma.

Indicador: Factor que interviene en la evaluación de competencia.

Una vez identificadas las entidades que intervienen en el proceso, se definen los actores que intervienen en el sistema que estos son las personas utilizarán el sistema representando las funcionalidades de una persona real del proceso (WEITZENFELD, 2005). A continuación, se realiza una descripción de los actores para el módulo propuesto:

Administrador: Encargado de administrar en el sistema las asignaturas y los indicadores valorativos por asignatura para la evaluación de competencias.

Experto: Es el encargado de establecer en el sistema la correlación entre los indicadores valorativos propuestos por asignatura. Además, puede captar información referente al análisis de evaluación de competencias por asignatura para las prácticas de laboratorio.

Profesor: Es el encargado de la gestión de preguntas por asignaturas para la realización del cuestionario a la evaluación de competencias por asignaturas para las prácticas de laboratorio.

Estudiante: Persona que desea acceder a las prácticas de control.

Se proponen 34 Requisitos Funcionales agrupados en 10 Casos de Usos, los cuales son representados en la Figura 4:

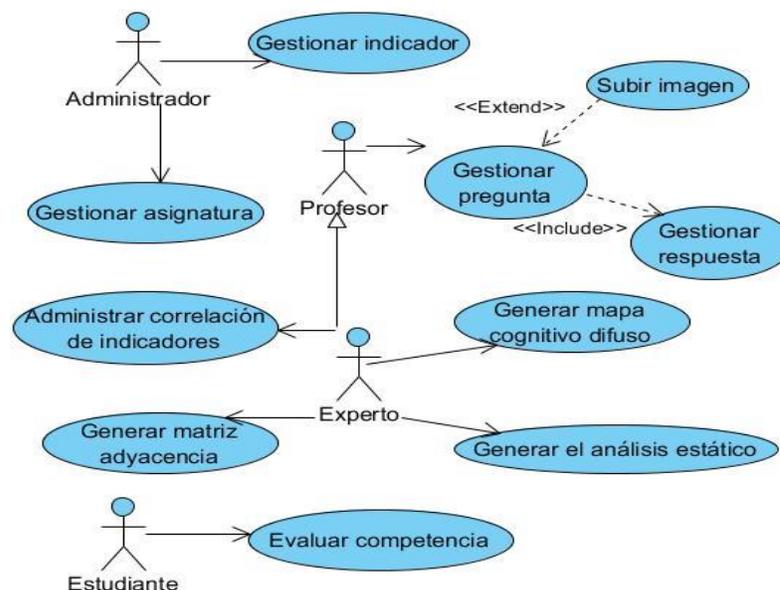


Figura 4. Diagrama de Casos de Uso del Módulo

Del análisis sobre las tendencias actuales en el desarrollo del software, se seleccionó como Sistema de Gestión de Base de Datos PostgreSQL 9.1, siendo Hibernate 4.1.3 el entorno de trabajo para facilitar las consultas a la Base de Datos; como lenguaje de modelado UML 2.0 y Visual Paradigm for UML 8.0 como herramienta CASE; Java como lenguaje de programación y Liferay Portal 6.2 como contenedor de *portlets*, haciendo uso de JavaScript, CSS 3 y JSP 2.3, además de Spring MVC 3.1.2 como marco de trabajo y Eclipse Helios 3.6 como IDE de desarrollo.

Resultados y discusión

Las pantallas de sistema son imágenes tomadas durante su funcionamiento. Estas imágenes muestran parte de los resultados obtenidos con el desarrollo de esta investigación y permite comprobar el funcionamiento del modelo de inferencias propuesto para la evaluación de competencias, a continuación, se realiza una descripción de las principales funcionalidades implementadas.

Módulo gestión de competencias, vista establecer correlaciones.

La Figura 5 muestra la vista establecer correlaciones del módulo gestión de competencias, en esta vista son listadas las competencias insertadas previamente a las cuales se le determina su correlación causal con respecto al resto de las competencias. La vista establecer correlación es habilitada para el rol experto quien es el encargado de nutrir el sistema con el conocimiento causal inicial.

CORRELACIÓN POR ASIGNATURA: CONTROL AUTOMÁTICO

Correlación de indicadores Matriz Adyacencia Mapa Cognitivo Difuso Análisis Estático

FUNDAMENTOS DE LOS AUTOMATISMOS Y MÉTODOS DE CONTROL

Indicador Salida	Impacto	Editar
Capacidad para modelar y simular sistemas	Importante	
Regulación automática y técnicas de control	Importante	 Modificar
Principio y aplicación de los sistemas robotizados	Importante	
Conocimiento aplicado de informática industrial y comunicaciones	Extremadamente importante	
Diseño de sistemas de control Automatizado	Fuertemente importante	
Principio de la regulación automática y sus aplicaciones a la automática industrial	Importante	
Indicador Salida	Impacto	Editar

CAPACIDAD PARA MODELAR Y SIMULAR SISTEMAS

REGULACIÓN AUTOMÁTICA Y TÉCNICAS DE CONTROL

PRINCIPIO Y APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS ROBOTIZADOS

Figura 5. Interfaz para establecer la correlación de indicadores

Módulo gestión de competencias, vista conocimiento causal.

La Figura 6 muestra la vista conocimiento causal del módulo gestión de competencias, en esta vista se realiza una representación del conocimiento causal extraído de los expertos representado mediante un grafo difuso denominado

MCD. La vista conocimiento causal es habilitada para el rol experto y se puede visualizar además la matriz de adyacencia que representa el conocimiento de los expertos y el análisis dinámico obtenido de las competencias.

Módulo gestión de competencias, realizar análisis estático.

La Figura 7 muestra la vista análisis estático del módulo gestión de competencias, en esta vista se realizan los cálculos correspondientes a la centralidad C, el grado de entrada id y el grado de salida od de las competencias correspondiente al análisis estático de las competencias. La vista realizar análisis estático es habilitada para el rol experto.

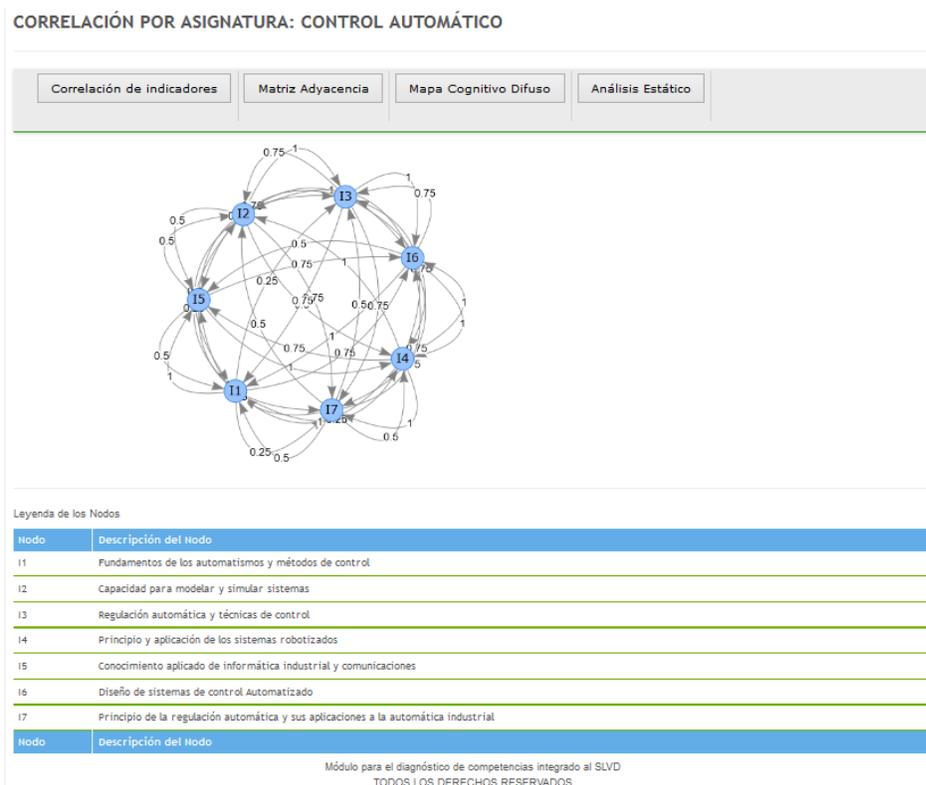


Figura 6. Interfaz que genera el Mapa Cognitivo Difuso

Módulo gestión de competencias, resultado de la evaluación de competencias.

La Figura 8 muestra la vista resultado de la evaluación de competencias del módulo gestión de competencias, en esta vista se obtiene como resultado la propuesta de clasificación de competencias de un practicante (estudiante) para la realización de la práctica de laboratorio, luego de realizado un cuestionario correspondiente a cierta asignatura. La vista resultada de la evaluación de competencias es habilitada para el rol estudiante a quien se le evalúa las competencias.



Figura 7. Interfaz que genera el Análisis Estático

Para evaluar la propuesta de módulo para la evaluación de competencias integrado al SLD se utilizaron diversas técnicas en la recogida de datos, tales como la observación y encuestas (VARGAS, 2012). La aplicación de las técnicas permitió comprobar los resultados y arribar discusiones. Para el diseño de las encuestas se tuvieron en cuenta los elementos planteados por los diferentes autores lo cual contribuye a trazar pautas para garantizar una adecuada recopilación de datos (LLARENA and PAPARO, 2006; PÉREZ and BENITO, 2013).

Resultado de la evaluación de competencias

Usuario	Nombre usuario	Asignatura	Promedio	Evaluación
10201	José Pérez Pérez	Control Automático	0.0	Deficiente

Usuario	Nombre usuario	Asignatura	Promedio	Evaluación

Módulo para la evaluación de competencias en la Plataforma de SLVD

Figura 8. Interfaz que genera el resultado de la evaluación de competencias

Existen diferentes formas de registrar los datos obtenidos durante la investigación como pueden ser manuscritos, medios automatizados, grabaciones en vídeo o fotografía (BASTAR et al., 2013). En la presente investigación se utilizó el instrumento encuesta aplicado a los 24 estudiantes definidos como población.

Para la recogida de datos se consideraron los siguientes aspectos:

La sistematización de los conocimientos en las prácticas de laboratorio: Se valora el desarrollo de la práctica. Se considera como la preparación previa de los estudiantes, que incluye tener ejercicios de autoevaluación realizados y tener los conocimientos necesarios para desarrollar la actividad.

La motivación para el desarrollo de cada laboratorio: Se valora el interés mostrado por los alumnos que realizan la práctica a distancia.

El tiempo de realización de cada práctica: En este aspecto, el desarrollo de la práctica se considera en términos de resultados obtenidos y su ajuste con el tiempo.

La Figura 9 muestra un resumen de los resultados obtenidos a partir de los datos obtenidos en la encuesta para lo cual fueron generadas las siguientes preguntas:

1. Las prácticas de laboratorios a distancia fueron importantes para mi formación.
2. La cantidad de prácticas a distancia en el laboratorio era aceptable para los contenidos impartidos.
3. Las evaluaciones de competencia ante la realización de las prácticas a distancias fueron útiles para mi aprendizaje.
4. La evaluación de competencia ante la realización de las prácticas a distancias permitieron evaluar los elementos teóricos recibidos en clases.
5. El SLD tiene un buen rendimiento como una herramienta para el acceso remoto al dispositivo físico.
6. Usted recomendaría la evaluación de competencias en el SLD a otros estudiantes u otras disciplinas.

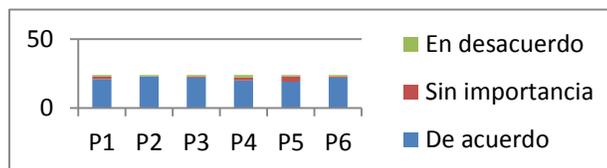


Figura 9. Resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes del curso académicos 2014-2015

Partiendo del análisis de los datos recogidos en el curso, se puede concluir que, aunque la metodología desarrollada puede ser mejorada, permite la preparación de los estudiantes. Prueba de ello es el alto porcentaje de estudiantes que se evaluó en cada tema y en las opiniones expresadas en las encuestas donde:

- El 87,5% plantea que las prácticas de laboratorios a distancia son importantes para su formación.
- El 95,87% plantea que la cantidad de prácticas a distancia en el laboratorio era aceptable para los contenidos impartidos.
- El 91,67% plantea que la evaluación de competencia ante la realización de las prácticas a distancias han sido útiles para su aprendizaje.
- El 83,3% plantea que la evaluación de competencia ante la realización de las prácticas a distancias ha permitido evaluar los elementos teóricos recibidos en clases.
- El 79,17% plantea que el SLD tiene un buen rendimiento como una herramienta para el acceso remoto al dispositivo físico.
- El 91,67% recomendaría la evaluación de competencias en el SLD a otros estudiantes u otras disciplinas.

Conclusiones

Mediante la implementación del módulo propuesto, fue posible realizar la gestión del modelo propuesto para la evaluación de competencias mediante la utilización de MCD y la utilización de operadores de agregación de información.

Con la aplicación del módulo propuesto fue posible demostrar la aplicabilidad del modelo posibilitando predecir un patrón de comportamiento calculando el nivel de competencia de los estudiantes practicantes determinando la condición de acceso a los recursos del SLD.

Mediante la aplicación de encuesta se pudo evidenciar el nivel de aceptación de los estudiantes involucrados en el proceso mediante el trabajo con el SLD.

Agradecimientos

Los autores de la presente investigación agradecen la colaboración realizada por el DrC. Jorge Gulín González por su contribución en la revisión y crítica constructivas.

Referencias

- BASTAR, E.; R. REYES, *et al.* Concepción didáctica en la estructuración lógica del sistema de habilidades en la asignatura pediatría *EDUMECENTRO*, 2013, Vol.5(No.1): 55-68.
- BUENO, S. and J. SALMERÓN Benchmarking main activation functions in fuzzy cognitive maps *Expert Systems with Applications*, 2009, Vol. 36(No. 3): 5221-5229.
- FILEV, D. and R. YAGER On the issue of obtaining OWA operator weights. *Fuzzy Sets and Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on*, 1998, Vol. 94 (No.2): 157-169.
- GIORDANO, R. and M. VURRO Fuzzy cognitive map to support conflict analysis in drought management fuzzy cognitive maps *Grecia: Springer-Verlag*, 2010, En M. Glykas. Fuzzy cognitive maps. Studies in fuzziness and soft computing: 403-425.
- GLYKAS, M. Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications *Secaucus, NJ, USA. Springer Verlag*, 2010.
- GLYKAS, M. and P. GROUMPOS Fuzzy Cognitive Maps: Basic Theories and Their Application to Complex Systems Fuzzy Cognitive Maps *Springer Berlin / Heidelberg.*, 2010, Vol. 247: 1-22.
- GONZÁLEZ, J. Propuesta de algoritmo de clasificación genética *RCI*, 2013, Vol. 4 (No.2): 37-42.
- GOODIER, C.; S. AUSTIN, *et al.* Causal mapping and scenario building with multiple organizations *Futures*, 2010, Vol. 42(No.3): 219-229.
- GRAJALES, A. and E. SERRANO Los métodos y procesos multicriterio para la evaluación *Luna Azul*, 2013, (No. 36).
- GRAY, S. *Fuzzy Cognitive Maps as Representations of Mental Models and Group Beliefs*. 2012. p. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*.
- KHAMIS, R. *Interacción Remota con Robots Móviles Basada en Internet*. Madrid-España: Tesis Doctoral, Universidad Carlos III de Madrid, 2006. p.
- KOSKO, B. Hidden patterns in combined and adaptive knowledge networks *International Journal of Approximate Reasoning*, 1988, Vol.2 (No.4): 377-393.
- LEYVA, M. and R. ROSADO Modelado y análisis de los factores críticos de éxito de los proyectos de software mediante mapas cognitivos difusos *Ciencias de la Información*, 2012, Vol. 43 (No. 2): 41-46.
- LLARENA, M. and M. PAPARO Propuesta de una metodología de seguimiento y evaluación de cursos a distancia *Revista Iberoamericana de Educación*, 2006, Vol. 37(No. 4).
- MAR, O.; M. LEYVA, *et al.* Modelo multicriterio multiexperto utilizando Mapa Cognitivo Difuso para la evaluación de competencias *Ciencias de la Información*, 2015a, Vol. 46(No. 2): pp. 17 - 22.
- MAR, O.; Y. ZULUETA, *et al.* Motor de inferencia decisional en sistema informático para la evaluación del desempeño *RCCI*, 2015b, Vol.9(No.4): 16-29.
- MERIGÓ, J. and A. GIL New decision-making techniques and their application in the selection of financial products *Information Sciences*, 2010, Vol.180 (No.11): 2085-2094.

- PÉREZ, A. and D. BENITO Estudio de los instrumentos existentes para medir la delincuencia *Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología*, 2013, Vol.15(No.8).
- RODRÍGUEZ, J. Evaluación del desempeño del docente de la unidad educativa prof. fernando ramírez *REVISTA ICONO*, 2010, Vol. 2(No.14): 58-70.
- SALAS, R. Propuesta de estrategia para la evaluación del desempeño laboral de los médicos en Cuba *Educ Med Super*, 2010, Vol.24(No.3).
- SALMERON, J. Augmented fuzzy cognitive maps for modeling LMS critical success factors *Knowledge-Based Systems*, 2009, Vol.22 (No.4): 275-278.
- SÁNCHEZ, B. and Y. VALDÉS Diseño de Sistemas de Información Documental. Consideraciones teóricas *Ciencias de la Información*, 2009, Vol.39(No.3).
- SANTANA, I. *Herramientas para la docencia en automática orientadas hacia la metodología ECTS*, 2012. p.
- SANTOS, I. Modelo de gestión de información digital agraria cubana *Ciencias de la Información*, 2009, Vol. 44 (No.2).
- SINGH, A. *Architecture value mapping: using fuzzy cognitive maps as a reasoning mechanism for multi-criteria conceptual design evaluation*. Missouri.: Missouri University of Science and Technology, 2011. p.
- SOKAR, I. and Z. KHALIFA Target Adjustment Based on Trade-off Evaluation Using Fuzzy Cognitive Maps *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2011, Vol.5(No.12).
- SOLER, L. and G. KOK. *Using fuzzy cognitive maps to describe current system dynamics and develop land cover scenarios: a case study in the Brazilian Amazon*. 2011. 1-27 p. *Journal of Land Use Science*:.
- STACH, W.; L. KURGAN, *et al.* Expert-Based and Computational Methods for Developing Fuzzy Cognitive Maps *Berlin: Springer*, 2010, In M. Glykas (Ed.), *Fuzzy Cognitive Maps* 23- 41.
- VARGAS, I. La entrevista en la investigación cualitativa: nuevas tendencias y retos *Revista Calidad en la Educación Superior*, 2012, Vol.3(No.1): 119-139.
- WEITZENFELD, A. Ingeniería de software orientada a objetos con UML, Java e Internet *Cengage Learning Editores*, 2005.
- WHITE, E. and D. MAZLACK Discerning suicide notes causality using fuzzy cognitive maps *Fuzzy Systems (FUZZ)*, 2011, IEEE International Conference On.
- YAGER, R. On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decisionmaking *Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on*, 1988, Vol. 18 (No. 1): 183-190.