



# Modelos para la evaluación de competencias en sistemas de información empleando números SVN

## A competency evaluation framework in information systems using SVN numbers

Evelyn Jazmín Henríquez Antepara<sup>1</sup>, Oscar Omar Apolinario Arzube<sup>2</sup>, Jorge Arturo Chicala Arroyave<sup>3</sup>, Eduardo Antonio Alvarado Unamuno<sup>4</sup>, Maikel Leyva Vázquez<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. Email: evelyn.henriqueza@ug.edu.ec

<sup>2</sup>Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. Email: apolinariooscar@gmail.com

<sup>3</sup>Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. Email: jchicala@hotmail.com

<sup>4</sup>Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. Email: jchicala@hotmail.com

<sup>5</sup>Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Guayaquil Ecuador. Email: mleyvaz@ug.edu.ec

### Abstract.

Recently neutrosophic sets and its application to decision making have become a topic of significant importance for researchers and practitioners. The present work addresses one of the most complex aspects of the formative process based on competencies: evaluation. In this paper, a new method for competencies evaluation is developed in a multicriteria framework. The proposed framework is composed of four activities, framework, gathering information, ideal solution distance calculation and ranking alternatives. Student are evaluated using SVN, for the treatment of neutralities, and Euclidean distance. The paper ends with conclusion and future work proposal for the application of neutrosophy to new areas of education.

**Keywords:** competency, evaluation, neutrosophy, SVN numbers.

### 1. Introducción

El concepto de educación basada en competencias [1] es un modelo de aprendizaje que prioriza las competencias adquiridas por sobre el tiempo que pasan en clase. Actualmente el enfoque de la educación por competencias [2] se ha vuelto un asunto de central interés en la investigación educativa debido a su influencia en muchas de las reformas educativas. Sin embargo, la noción de competencias es aún ambigua y plantea preguntas, no solamente para la psicología, la pedagogía, la didáctica, sino también para la epistemología.

La educación basada en competencias es una nueva orientación educativa que pretende dar respuestas a la sociedad de la información.

El concepto de competencia, tal y como se entiende en la educación, resulta de las nuevas teorías de cognición y básicamente significa saberes de ejecución [2]. Puesto que todo proceso de “conocer” se traduce en un “saber”, entonces es posible decir que son recíprocos competencia y saber: saber pensar, saber desempeñar, saber interpretar, saber actuar en diferentes escenarios, desde sí y para los demás [1].

En el presente trabajo se propone un modelo donde se analiza el proceso de evaluación por competencias basado en números neutrosóficos de valor único (SVN por sus siglas en inglés) permitiendo la utilización de variables lingüísticas [3].

El artículo continúa de la siguiente forma: en la sección 2 se discute el concepto de competencias y su evaluación. La sesión 3 es dedicada a la neutrosófica y los números SVN. Se presenta el modelo propuesto basado en el análisis de las decisiones

---

Evelyn Jazmín Henríquez Antepara<sup>1</sup>, Oscar Omar Apolinario Arzube<sup>2</sup>, Jorge Arturo Chicala Arroyave<sup>3</sup>, Eduardo Antonio Alvarado Unamuno<sup>4</sup>, Maikel Leyva Vázquez<sup>5</sup>

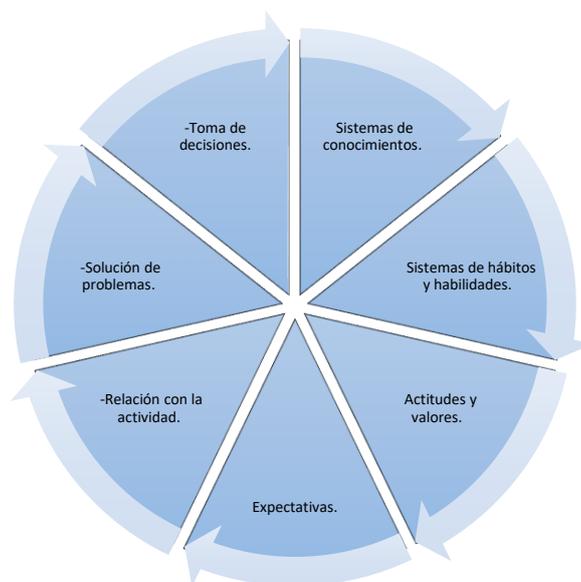
Firstname Familyname<sup>1</sup>, Firstname Familyname<sup>2</sup>, and Firstname Familyname Modelos para la evaluación de competencias en sistemas de información empleando números SVN

y un ejemplo demostrativo en secciones 4 y 5 respectivamente. El trabajo finaliza con las conclusiones y recomendaciones de trabajo futuro.

## 2. Educación basada en competencias

La educación universitaria requiere actualmente una visión renovada para su planeación, que alineada con las características de la llamada sociedad del conocimiento y la información[4], como es el desarrollo y promoción de las nuevas tecnologías, las cuales en la actualidad amplían las fronteras y transfiguran ya el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por ello se ha visto que es necesario repensar los conceptos básicos de la planeación estratégica de las universidades y explorar las competencias que las instituciones de educación superior forzosamente requerirán para poder anticipar las exigencias a las que sus alumnos se enfrentarán en el siglo actual [1].

Aunque existen diversas definiciones de competencia, en la actualidad es un concepto multidimensional que se basa en la capacidad de un individuo para un buen desempeño. En el conjunto de definiciones brindadas hay elementos que se repiten y establecen la esencia que tienen ellas; estos aspectos se muestran en la figura 1 [5].



**Figura 1:** Componentes de las competencias [5].

Se plantea tres factores esenciales para el tránsito hacia la educación basada en competencias [6]:

- La necesidad de que las personas desarrollen capacidades amplias, que les permitan aprender, y desaprender, a lo largo de toda su vida para adecuarse a situaciones cambiantes.
- El conocimiento es cada vez más complejo, obedeciendo a una lógica posmoderna que nos cuesta articular porque equiparamos complejidad y complicación.
- La necesidad de una formación integral que permita a las personas enfrentarse a una sociedad incierta.

Un aspecto importante de la educación basada en competencias es la necesidad de desarrollar instrumentos que faciliten la evaluación de los resultados obtenidos por el estudiante en el logro de las competencias. Además de los criterios de evaluación, definidos por el propio enunciado y detalle de la competencia, se necesitan escalas de medida los resultados del

aprendizaje incluyendo indicadores que permitan comparar los estudiantes con el logro real obtenido de la competencia con el nivel de conocimiento y dominio de la misma previamente establecido. Es por tanto importante el desarrollo métodos y técnicas de evaluación que faciliten la obtención de los datos y las informaciones necesarias en el proceso evaluativo [7].

### 3 Números SVN

La neutrosofía [8] es una teoría matemática desarrollada para el tratamiento de las neutralidades. Esta ha sido la base para una serie de teorías que generalizan las teorías clásicas y difusas como son los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica[9-11] .

La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado a continuación [12]:

sean  $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}$ , una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proposicionales a  $N$  , esto es que por cada sentencia  $p$  tenemos

$$v(p) = (T, I, F) \quad (1)$$

los conjuntos neutrosóficos de valor único (SVNS por sus siglas en inglés) [13] fueron propuestos con el propósito de facilitar la aplicación práctica a problema de la toma de decisiones y de la ingeniería los cuales permiten el empleo de variable lingüísticas [14] lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de toma de decisiones [15]. Dichos número enriquecen las posibilidades de representación de incertidumbre dentro del Soft Computing [16].

Sea  $X$  un universo de discurso. Un SVNS  $A$  sobre  $X$  es un objeto de la forma:

$$A = \{(x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)) : x \in X\} \quad (2)$$

donde  $u_A(x) : X \rightarrow [0, 1]$ ,  $r_A(x) : X \rightarrow [0, 1]$  y  $v_A(x) : X \rightarrow [0, 1]$  con  $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) \leq 3$

para todo  $x \in X$ . El intervalo  $u_A(x)$ ,  $r_A(x)$  y  $v_A(x)$  denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de  $x$  en

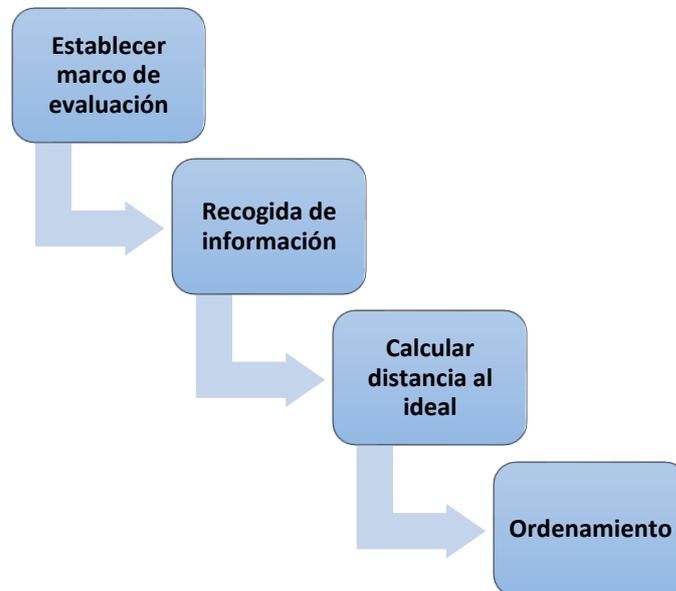
$A$ , respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como  $A = (a, b, c)$ , donde  $a, b, c \in [0, 1]$ , y  $a + b + c \leq 3$ .

Para la obtención de las valoraciones de los expertos en los modelos de evaluación se propone el empleo de números neutrosóficos de valor único (SVN por sus siglas en inglés)[17, 18].

A partir de esta distancia euclidiana se puede definir una medida de similitud [19] y resulta útil para el desarrollo de modelos de decisión.

### 4 Modelo propuesto

A continuación, se presenta el flujo de trabajo propuesto (Figura 1). Se representan los términos lingüísticos y la indeterminación mediante números SVN [20].



**Figura 2:** Modelo propuesto.

La descripción detallada de cada una de sus actividades y del modelo matemático que soporta la propuesta se presenta a continuación.

1. Establecer marco de evaluación: Se seleccionan las competencias y los estudiantes a ser evaluados con el fin de priorizar estos últimos. El marco de trabajo queda definido de la siguiente forma:
  - $C = \{c_1, c_2, \dots, c_k\}$  con  $k \geq 2$  las competencias a ser evaluadas.
  - $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$  con  $m \geq 2$  el conjunto de estudiantes a ser evaluados.
2. Recogida de información: Se obtiene información sobre las preferencias de los decisores. Esta información representa la valoración de cada estudiante con respecto a las competencias. El vector de utilidad [21] es representado de la siguiente forma:
  - $P_j = \{p_{j1}, p_{j2}, \dots, p_{jk}\}$ , donde  $p_{jk}$  es la preferencia en relación a las competencias  $C_k$  del estudiante  $e_j$

Las valoraciones serán dadas mediante números SVN.

3. Calcular distancia al ideal: Para evaluar las alternativas proponemos construir la opción ideal [18]. Los criterios pueden ser clasificados como de tipo costo o tipo beneficios. Sea  $C^+$  el conjunto de criterios tipo beneficios y  $C^-$  de criterios tipo costo. La alternativa ideal sea definida de la siguiente forma:

$$I = \left\{ \left( \max_{i=1}^k T_{U_j} | j \in C^+, \min_{i=1}^k T_{U_j} | j \in C^- \right), \left( \min_{i=1}^k I_{U_j} | j \in C^+, \max_{i=1}^k I_{U_j} | j \in C^- \right), \left( \min_{i=1}^k F_{U_j} | j \in C^+, \max_{i=1}^k F_{U_j} | j \in C^- \right) \right\} = [v_1, v_2, \dots, v_n]$$

(6)

4. y ordenar las alternativas empleando la distancia euclidiana entre números neutrosóficos de valor único (SVN por sus siglas en inglés)[17, 18].

Sea  $A^* = (A_1^*, A_2^*, \dots, A_n^*)$  sea un vector de números SVN tal que  $A_j^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*)$   $j=(1,2, \dots, n)$  y  $B_i = (B_{i1}, B_{i2}, \dots, B_{im})$  ( $i = 1,2, \dots, m$ ) sea  $m$  vectores de  $n$  SVN números tal que y  $B_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$  ( $i = 1,2, \dots, m$ ), ( $j = 1,2, \dots, n$ ) entonces la distancia euclidiana es definida como. Las  $B_i$  y  $A^*$  resulta[18]:

$$s_i = \left( \frac{1}{3} \sum_{j=1}^n \left\{ (|a_{ij} - a_j^*|)^2 + (|b_{ij} - b_j^*|)^2 + (|c_{ij} - c_j^*|)^2 \right\} \right)^{\frac{1}{2}}$$

(3)

$(i = 1,2, \dots, m)$

Ordenamiento: El ordenamiento ocurre de menor a mayor a partir del valor global de distancia obtenido. En la medida en que la alternativa de  $A_i$  se encuentra más próximo al punto ideal ( $S_i$  menor) mejor será esta, permitiendo establecer un orden entre alternativas [16].

### 5 Ejemplo

A continuación, se presenta un ejemplo demostrativo. En la etapa de establecimiento del marco de evaluación se selecciona el dominio en que será verbalizada la información.

Se emplean los siguientes términos lingüísticos (Tabla I).

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena(EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0.15,0.20)
Buena(B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media(M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

**Tabla 1:** Términos lingüísticos empleados [18].

Se procede a evaluar 3 competencias fundamentales.

$C_1$ : Analizar, identificar y definir los requisitos que debe cumplir un sistema informático para resolver problemas o conseguir objetivos de organizaciones y personas.

$C_2$ : Administrar Bases de Datos por medio de un Sistema Gestores de Base de Datos (SGBD).

$C_3$ : Planear y administrar proyectos de desarrollo de software.

Una vez establecido el marco de priorización se pasa a la obtención de la información.

	$e_1$	$e_2$	$e_3$
$C_1$	MDB	M	MMB
$C_2$	B	MMB	B
$C_3$	B	MDM	MB

**Tabla 2:** Preferencias dadas por los expertos

A partir de esta información se selecciona la alternativa ideal.

La alternativa ideal resulta:

$$E^+ = (\text{MMB}, \text{MMB}, \text{MB})$$

Los resultados del cálculo de las distancias nos permiten ordenar los estudiantes de acuerdo al logro de las competencias.

En este caso el orden de prioridad es el siguiente  $e_3 > e_1 > e_2$

Estudiante	Distancia
$e_1$	0.35355339
$e_2$	0.59160798
$e_3$	0.18484228

**Tabla 3:** Cálculo de la distancia

Entre las ventajas planteadas por los especialistas se encuentran la relativa facilidad de la técnica. Los resultados muestran además la aplicabilidad que presentan los modelos de ayuda a la toma de decisión basados en SVN a la evaluación de competencias.

## 6 Conclusiones

En este trabajo se presentó un modelo de evaluación de competencias. Los estudiantes fueron evaluados mediante los números SVN y la distancia euclidiana para el tratamiento de la neutralidad.

Como trabajos futuros se plantea la incorporación al método operadores de agregación que permitan expresar importancia y compensación. Otros temas de trabajo futuro están en el empleo de la neutrosophía a nuevas áreas de la educación. Adicionalmente se pretende el desarrollo de una aplicación informática como soporte al modelo.

## Referencias

1. Vázquez, Y.A., *Educación basada en competencias*. Educar: revista de educación/nueva época, 2001. **16**: p. 1-29.
2. Fernández, J.C., *Análisis del desarrollo de los nuevos títulos de Grado basados en competencias y adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)*. REDU. Revista de Docencia Universitaria, 2016. **14**(2): p. 135-157.
3. Biswas, P., S. Pramanik, and B.C. Giri, *TOPSIS method for multi-attribute group decision-making under single-valued neutrosophic environment*. Neural computing and Applications, 2016. **27**(3): p. 727-737.
4. Tedesco, J.C., *Educación y sociedad del conocimiento y de la información*. Revista Colombiana de Educación, 2017(36-37).
5. Vidal Ledo, M.J., et al., *Educación basada en competencias*. Educación Médica Superior, 2016. **30**: p. 0-0.
6. García, M.E.C., *La evaluación por competencias en la educación superior*. Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, 2008. **12**(3): p. 1-16.
7. González, M. and M. Moro Cabero, *La evaluación por competencias: propuesta de un sistema de medida para el grado en Información y Documentación*. BiD: textos universitaris de biblioteconomia i documentació, 2009. **23**(2).
8. Smarandache, F., *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic*. Philosophy, 1999: p. 1-141.
9. Smarandache, F., *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability*. 2005: Infinite Study.

10. Vera, M., et al., Las habilidades del marketing como determinantes que sustentaran la competitividad de la Industria del arroz en el cantón Yaguachi. Aplicación de los números SVN a la priorización de estrategias. *Neutrosophic Sets & Systems*, 2016. 13.
11. Pérez-Teruel, K. and M. Leyva-Vázquez, Neutrosophic logic for mental model elicitation and analysis. *Neutrosophic Sets and Systems*, 2012: p. 30.
12. Wang, H., et al., Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing. 2005: Hexis.
13. Wang, H., et al., *Single valued neutrosophic sets*. Review of the Air Force Academy, 2010(1): p. 10.
14. Vázquez, M.Y.L., et al., *Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico*. Ingeniería y Universidad: Engineering for Development, 2013. 17(2): p. 375-390.
15. Pérez-Teruel, K., M. Leyva-Vázquez, and M. Espinilla-Estevez. *A linguistic software requirement prioritization model with heterogeneous information*. in *4th International Workshop on Knowledge Discovery, Knowledge Management and Decision Support (EUREKA 2013), Mazatlán (Mexico)*. 2013.
16. Leyva-Vázquez, M., et al., *Técnicas para la representación del conocimiento causal: un estudio de caso en Informática Médica*. Revista Cubana de información en ciencias de la salud, 2013. 24(1): p. 73-83.
17. Ye, J., *Single-valued neutrosophic minimum spanning tree and its clustering method*. Journal of intelligent Systems, 2014. 23(3): p. 311-324.
18. Şahin, R. and M. Yiğider, *A Multi-criteria neutrosophic group decision making method based TOPSIS for supplier selection*. arXiv preprint arXiv:1412.5077, 2014.
19. Pérez-Teruel, K., M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, *Mental models consensus process using fuzzy cognitive maps and computing with words*. Ingeniería y Universidad, 2015. 19(1): p. 173-188.
20. Henríquez Antepara, E.J., et al., *Competencies evaluation based on single valued neutrosophic numbers and decision analysis schema*. *Neutrosophic Sets & Systems*, 2017.
21. Espinilla, M., et al., *A 360-degree performance appraisal model dealing with heterogeneous information and dependent criteria*. Information Sciences, 2012.