

MÉTODO SERVQUAL LINGÜÍSTICO DIFUSO DE MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN DEL SIGLO XXI

Nancy Ricardo Domínguez*¹, Nicolás Villavicencio Bermudes** María de los Ángeles Guamán Coronel**, Militza Novoa Seminario*** Zila Isabel Esteves Fajardo****.

* Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ciudad Guayaquil, Ecuador

** Universidad Técnica Particular de Loja, Ciudad Loja, Ecuador

*** Universidad César Vallejo Ciudad Piura. Perú

**** Universidad de Guayaquil, Ciudad Guayaquil, Ecuador

ABSTRACT

In the dynamic current educational scenario, the educational quality has charged great relevance, highlighting the innovation like a fundamental key for its achievement. The integration of the Technologies of the Information and Communication (TIC) sets up as an essential pillar, not only for the introduction of tools, but for their impact in the deep reconfiguration of the process of teaching and learning. This transformation goes beyond the mere inclusion of devices, demanding a redefinition of pedagogic paradigms to propitiate a dynamic teaching, participating and adaptive. So, it implies an integral revision of practical pedagogic, fomenting the creativity, the critical thought and the collaboration among students, adapting to a society in constant change. The effectiveness of this integration resides in the capacity of empower inclusive and personalized teaching strategies. Nevertheless, their success does not depend uniquely on technical abilities, but of an integral formation that promotes digital competition and abilities to discern, to create and to collaborate in a world in constant digital evolution. In this context, the present work explores the dynamic evolution of the education, being focused in its transformation toward a model that aspires to the excellence and adapt to the evolutionary demands of the XXI century. In the article we intend a method to measure the quality of the education with the help of the technical fuzzy linguistic SERVQUAL. SERVQUAL is a very accepted method for measuring quality, which combined with fuzzy methods allows us to take into account the uncertainty in the measurement.

KEYWORDS: Education, quality of the education, Likert scale, SERVQUA, method, Fuzzy number, linguistic values

MSC: 68T27, 68T30, 97M20.

RESUMEN

En el dinámico escenario educativo actual, la calidad educativa ha cobrado gran relevancia, destacando la innovación como clave fundamental para su logro. La integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) se alza como pilar esencial, no solo por la introducción de herramientas, sino por su impacto en la reconfiguración profunda del proceso de enseñanza y aprendizaje. Esta transformación va más allá de la mera inclusión de dispositivos, exigiendo una redefinición de paradigmas pedagógicos para propiciar una enseñanza dinámica, participativa y adaptable. Por ello, implica una revisión integral de prácticas pedagógicas, fomentando la creatividad, el pensamiento crítico y la colaboración entre estudiantes, adaptándose a una sociedad en constante cambio. La efectividad de esta integración radica en la capacidad de potenciar estrategias de enseñanzas inclusivas y personalizadas. No obstante, su éxito no depende solo de habilidades técnicas, sino de una formación integral que promueva la competencia digital y las habilidades para discernir, crear y colaborar en un mundo en constante evolución digital. En este contexto, el presente trabajo explora la evolución dinámica de la educación, enfocándose en su transformación hacia un modelo que aspire a la excelencia y se adapte a las demandas evolutivas del siglo XXI. En el artículo se propone un método para medir la calidad de la educación con ayuda de la técnica SERVQUAL lingüístico difuso. SERVQUAL es un método de gran aceptación para medir la calidad, que combinado con métodos difusos permite tener en cuenta la incertidumbre de la medición.

PALABRAS CLAVES: Educación, calidad en la educación, escala de Likert, método SERVQUAL, número difuso, valores lingüísticos.

1. INTRODUCCIÓN

El ámbito educativo se encuentra inmerso en una constante transformación, influenciado por el dinamismo de la ciencia, la tecnología, el arte y otros campos. En este escenario, el discurso sobre la calidad educativa ha adquirido relevancia, desencadenando un énfasis en los mecanismos para alcanzarla. La innovación se erige como un pilar fundamental en este proceso, donde la integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) asume un rol protagónico. Esta inclusión no solo implica la introducción de nuevas herramientas, sino una reconfiguración profunda del proceso de enseñanza y aprendizaje, exigiendo una revisión integral de materiales, metodologías y contenidos para adaptarse a los diversos contextos y situaciones educativas.

En relación con eso, la adopción de las TIC en la educación representa un cambio trascendental que va más allá de la simple introducción de dispositivos o software en las aulas. Requiere una redefinición de paradigmas, promoviendo una enseñanza más dinámica, participativa y adaptable. Esta transformación demanda no solo una actualización de herramientas y recursos, sino también una revisión crítica de las prácticas pedagógicas, estimulando la creatividad, el pensamiento crítico y la colaboración entre estudiantes. Asimismo, implica una reestructuración en la concepción misma del conocimiento, adaptándose a las necesidades cambiantes de una sociedad en constante evolución.

Una de las principales características de la educación del siglo XXI es el fomento del aprendizaje colaborativo; siendo este una de las bases para instaurar ambientes de aprendizaje donde los alumnos tengan mayor motivación por aprender. Además, pueden llegar a sentir mayor empatía hacia sus compañeros de clase, percibiendo la multiplicidad sociocultural que puede existir en un aula de clases.

La crisis educativa que se ha experimentado ha motivado la apertura a la experiencia, es decir, a la receptividad para movilizar los recursos necesarios en pro de consolidar objetivos comunes. Esta conciencia expandida no es más que la disposición para tolerar los cambios y la emergencia de nuevas exigencias que demandan creatividad, pero también la ruptura con patrones de comportamiento rígidos que han tornado impenetrable el marco de actuación del docente.

Asimismo, la efectividad de la integración de las TIC en el ámbito educativo radica en su capacidad para potenciar y diversificar las estrategias de enseñanza, promoviendo un aprendizaje más inclusivo y personalizado. Sin embargo, este proceso no se limita a la mera adquisición de habilidades técnicas, sino que demanda una formación integral de docentes y estudiantes, fomentando no solo la competencia digital, sino también la habilidad para discernir, crear y colaborar en un mundo cada vez más interconectado.

La educación es una acción que va ligada a la investigación y la intervención en comunidades con el fin de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida mediante el derecho a ser educados desde la academia. La educación para el saber científico se ha de entender, conjuntamente, principalmente y de un carácter general, como una complejidad de la formación en valores y como una gestación para la intervención cívica.

No se puede dejar de mencionar el impacto del desarrollo actual de la Inteligencia Artificial (IA) como potenciadora de la educación [6]. La IA se aplica en la implementación de tutorías inteligentes, el diseño de videojuegos educativos y los sistemas de gestión de aprendizaje. Se utiliza como herramienta para el logro de competencias de los estudiantes en carreras tan diversas como programación, matemática, medicina y física. Esta es una herramienta de trabajo que el estudiante encontrará en su vida profesional, es por ello que es necesario que se familiarice con ellas desde su etapa estudiantil.

Para determinar que la educación que se está llevando a cabo cumple con los estándares de calidad propuestos, es necesario contar con una herramienta que permita medir este indicador. En este artículo se propone utilizar el método llamado SERVQUAL Difuso Lingüístico que consiste en medir la diferencia de percepción y expectativa sobre los servicios brindados ([5]). Este se basa en la definición de calidad definida como satisfacción al cliente. Cuando existe una calidad adecuada en un servicio, el cliente debe sentir que tal servicio ha alcanzado o sobrepasado sus expectativas.

El método SERVQUAL clásico se utiliza para medir la calidad, principalmente en ámbitos empresariales. Aunque es factible de aplicar en la docencia. No obstante, hay que tener en cuenta que de un buen sistema educativo depende la productividad de un país, la calidad en salud y las condiciones de bienestar. Una de las principales razones por las que permanece la crisis del aprendizaje es que muchos regímenes educativos del mundo en progreso tienen poca investigación sobre quién está aprendiendo y quién no. Por consiguiente, es dificultoso para ellos hacer algo en relación a esto. Y ante la irresolución sobre los tipos de destrezas que solicitarán los trabajos del futuro, los institutos y los docentes deben preparar a los estudiantes con algo más que habilidades básicas de lectura y escritura. Los alumnos deben ser capaces de interpretar la información, formar opiniones, ser creativos, comunicarse bien, colaborar y ser resilientes. Esta es una cuestión que se aborda en [1].

El método propuesto en este artículo es el diseño de un cuestionario a los destinatarios del sistema educativo, que son principalmente estudiantes y profesores, y tal que sus resultados permitan medir el grado de calidad de la educación que se está brindando en las escuelas y universidades. Este método se basa en SERVQUAL, porque este último es un método que se ha utilizado ampliamente y ha sido aceptado y estudiado para medir este importante aspecto de los servicios.

Por otra parte, se utiliza una escala lingüística difusa para que el método sea de fácil aplicación, puesto que los encuestados solo deben responder en base a una escala evaluativa cualitativa que capte en el mayor grado posible la esencia de lo que desea expresar [2]. Para ello, una escala basada en valores lingüísticos es muy útil, ya que a los humanos nos resulta más natural evaluar con palabras que con números.

Este artículo presenta una sección de Preliminares, donde se explican las nociones básicas del método SERVQUAL, y la teoría de los conjuntos difusos. La sección siguiente contiene los detalles del método propuesto. El artículo finaliza con las Conclusiones.

2. PRELIMINARES

El modelo SERVQUAL proviene de la investigación comercial, que tiene como objetivo medir la satisfacción del cliente en cuanto a un servicio prestado ([3][7][10][11][12][13][14][15][16][17]). Esta medición se realiza como la diferencia entre la percepción del cliente sobre la calidad del servicio y su expectativa antes de recibirlo. Este método parte de los resultados de una encuesta realizada, donde se les pide a los clientes que evalúen la calidad del servicio en relación con cinco dimensiones. Se les pide que afirmen su grado de acuerdo o desacuerdo con cada una de estas dimensiones. En total el cuestionario contiene 22 preguntas.

Las brechas que se identifican en SERVQUAL indican diferencias entre los aspectos importantes de un servicio, como son las necesidades de los clientes, la experiencia misma del servicio y las percepciones que tienen los empleados de la empresa con respecto a los requerimientos de los clientes. En el caso que se estudia, se consideran a los estudiantes y al personal docente como los equivalentes al cliente del sector empresarial. Es claro que no son exactamente lo mismo, sin embargo, este método es factible de utilizarse, puesto que la calidad de la enseñanza también es un estado deseado por todos los actores que forman parte del proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, es un aspecto que es necesario medir para avanzar en la efectividad de este proceso.

Las cinco dimensiones que constituyen el método son: capacidad de respuesta, fiabilidad, seguridad, empatía y tangibilidad. La Fiabilidad se refiere a la capacidad de proveer de un servicio cuidadoso y confiable. La Capacidad de respuesta es la voluntad del personal que brinda el servicio para ayudar de manera rápida los requerimientos de los clientes. La Seguridad consiste en la confianza generada por el servicio recibido. La Empatía se focaliza en identificar alternativas para proveer al cliente de una atención personalizada. La Tangibilidad tiene que ver con la aparición y la funcionabilidad de facilidades físicas, de equipamiento, personal, material y de canales de comunicación.

Definición 1 ([2][4][8][9][18]). Sea U un universo de discurso. A es un *conjunto difuso* de U si se define una *función de pertenencia* $\mu_A: U \rightarrow [0, 1]$ de cada elemento $x \in U$ al conjunto A .

Definición 2. ([2][4][8][9][18]). Sea U un universo de discurso. A y B son dos conjuntos difusos, entonces se definen las siguientes operaciones entre conjuntos difusos:

1. $A \subseteq B$, si y solo si $\forall x \mu_A(x) \leq \mu_B(x)$. Se dice que A es un *subconjunto difuso* de B .
2. $C = A \cap B$ es el conjunto intersección cuya función de pertenencia es $\mu_C(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$.
3. $C = A \cup B$ es el conjunto unión cuya función de pertenencia es $\mu_C(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$.
4. $C = A^c$ es el conjunto complemento de A , cuya función de pertenencia es $\mu_C(x) = 1 - \mu_A(x)$.

Definición 3. ([2][4][8][9][18]). Sea U un universo de discurso. Un *número difuso* es un conjunto difuso convexo normal, o sea presenta una función de pertenencia convexa, cuyo máximo valor es 1 y se alcanza en un solo punto. Cuando el número difuso presenta una función de pertenencia triangular, entonces se representa por la tríada

$$(a, b, c), \text{ donde } a, b, c \in \mathbb{R}, a \leq b \leq c \text{ tal que la función de pertenencia } \mu(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Las operaciones algebraicas entre números difusos se calculan como se indica a continuación:

Sea $A_1 = (a_1, b_1, c_1)$ y $A_2 = (a_2, b_2, c_2)$.

1. $A_1 \oplus A_2 = (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2)$ (Adición),
2. $A_1 \ominus A_2 = (a_1 - c_2, b_1 - b_2, c_1 - a_2)$ (Substracción),
3. $-A_1 = (-c_1, -b_1, -a_1)$ (Imagen Simétrica).

En este artículo se propone la escala de Likert siguiente a la cual se le asocia un número difuso, como se indica en la Tabla 1:

Escala Lingüística	Número Difuso Triangular
Muy insatisfecho/a (MI)	(0, 0.1, 0.2)

Insatisfecho/a (I)	(0.1, 0.2, 0.3)
Ligeramente insatisfecho/a (LI)	(0.2, 0.35, 0.5)
Ni satisfecho ni insatisfecho/a (N)	(0.4, 0.5, 0.6)
Ligeramente satisfecho/a (LS)	(0.5, 0.65, 0.8)
Satisfecho/a (S)	(0.7, 0.8, 0.9)
Muy satisfecho/a (MS)	(0.8, 0.9, 1.0)

Tabla 1. Valores lingüísticos de la escala de Likert escogida y sus correspondientes números difusos triangulares. Fuente: [5]. La Figura 1 contiene estas funciones ploteadas.

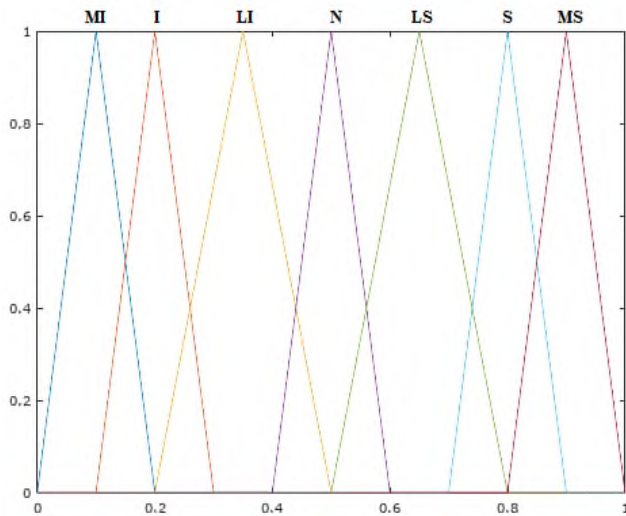


Figura 1. Funciones de pertenencia de la Tabla 1 ploteadas. Fuente: [5].

3. MÉTODO PROPUESTO

El método propuesto consta de los siguientes pasos a seguir:

1. Se le aplica a los estudiantes y a los profesores del curso la siguiente encuesta de 22 preguntas antes de comenzar el curso escolar, sobre las expectativas que tienen sobre lo que van a recibir y basado en lo vivido en el curso anterior en caso de alumnos continuantes. Este cuestionario es una adaptación del método al ámbito Educativo.

Véase los detalles del cuestionario en la Tabla 2.

	Dimensión	Pregunta
P1	Tangibilidad	Premisas y facilidades en buenas condiciones.
P2	Tangibilidad	Aulas y laboratorios actualizados de acuerdo a las necesidades actuales, incluyendo las TIC.
P3	Tangibilidad	Personal de servicio uniformado apropiadamente e impecable
P4	Tangibilidad	Atractivo suficiente y promoción explícita del conocimiento, incluyendo las nuevas tecnologías.
P5	Confiabilidad	El personal muestra interés en resolver las peticiones
P6	Confiabilidad	El personal se encarga de cumplir los requerimientos en un tiempo corto y lo cumple.
P7	Confiabilidad	El personal ofrece un buen servicio en todo momento.
P8	Confiabilidad	El personal cumple con el servicio en el tiempo establecido.
P9	Confiabilidad	Los documentos de los estudiantes están en orden y sin errores.
P10	Capacidad de respuesta	Se reporta la solución con el tiempo de respuesta pedido. Incluyendo los problemas relacionados con la tecnología.
P11	Capacidad de respuesta	El servicio se realiza con prontitud, aunque sean servicios que demanden conocimientos tecnológicos.
P12	Capacidad de respuesta	El personal siempre está pronto para ayudar.
P13	Capacidad de respuesta	Siempre hay personal disponible para ayudar.

P14	Seguridad	El personal transmite confianza.
P15	Seguridad	Se siente confianza cuando se recibe el servicio.
P16	Seguridad	El personal es amistoso
P17	Seguridad	El personal está entrenado para dar respuestas confiables a los requerimientos.
P18	Empatía	El personal provee de atención personalizada a los estudiantes y profesores.
P19	Empatía	El personal ofrece atención personalizada de forma adecuada.
P20	Empatía	Las horas de servicio a estudiantes o profesores es adecuada.
P21	Empatía	El personal se encarga de ofrecer bienestar.
P22	Empatía	El personal entiende los requerimientos que se les pide

Tabla 2. Cuestionario que se le propone a los estudiantes o profesores según el modelo SERVQUAL. Fuente: adaptado de [5].

Estas preguntas se evalúan en la escala de valores lingüísticos que se muestran en la Tabla 1.

2. Luego de terminar el curso actual, se le pide a los mismos estudiantes y profesores que llenen el cuestionario de la Tabla 2 tal que muestre la realidad vivida. Esta percepción es subjetiva y cuenta con incertidumbre, por lo tanto, es adecuado el tratamiento de estas opiniones usando números difusos en lugar de números reales.

3. Sea $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ el conjunto de encuestados, cada uno de ellos responde a las preguntas con valores lingüísticos traducidos a números difusos según la Tabla 1, en cuanto a las expectativas y la percepción, según sea el cuestionario aplicado antes y después, respectivamente.

Se llama RE_{ij} a la respuesta dada por el encuestado i -ésimo a la pregunta j -ésima en cuanto a la expectativa del curso ($i = \{1, 2, \dots, n\}$ y $j = \{1, 2, \dots, 22\}$).

Por otro lado RP_{ij} es la respuesta dada por el encuestado i -ésimo a la pregunta j -ésima en cuanto a la percepción del curso.

4. Se calcula el conjunto de subtracciones:

$$\Delta_{ij} = RP_{ij} \ominus RE_{ij} \quad (1)$$

5. Se calcula la agregación de las subtracciones por cada pregunta:

$$\bar{\Delta}_j = (\bar{\delta}_{1j}, \bar{\delta}_{2j}, \bar{\delta}_{3j}) \quad (2)$$

Donde: $\bar{\delta}_{1j} = \frac{\sum_{i=1}^n m_{1ij}}{n}$, $\bar{\delta}_{2j} = \frac{\sum_{i=1}^n m_{2ij}}{n}$ y $\bar{\delta}_{3j} = \frac{\sum_{i=1}^n m_{3ij}}{n}$; cuando se denota $\Delta_{ij} = (m_{1ij}, m_{2ij}, m_{3ij})$.

6. Además, es posible calcular la medición por cada dimensión utilizando los índices siguientes:

$$D_1 = \left(\frac{\sum_{j=1}^4 \bar{\delta}_{1j}}{4}, \frac{\sum_{j=1}^4 \bar{\delta}_{2j}}{4}, \frac{\sum_{j=1}^4 \bar{\delta}_{3j}}{4} \right) \quad (3)$$

Es la fórmula para medir la dimensión de Tangibilidad.

$$D_2 = \left(\frac{\sum_{j=5}^9 \bar{\delta}_{1j}}{5}, \frac{\sum_{j=5}^9 \bar{\delta}_{2j}}{5}, \frac{\sum_{j=5}^9 \bar{\delta}_{3j}}{5} \right) \quad (4)$$

Es la fórmula para medir la dimensión de Confiabilidad.

$$D_3 = \left(\frac{\sum_{j=10}^{13} \bar{\delta}_{1j}}{4}, \frac{\sum_{j=10}^{13} \bar{\delta}_{2j}}{4}, \frac{\sum_{j=10}^{13} \bar{\delta}_{3j}}{4} \right) \quad (5)$$

Es la fórmula para medir la dimensión de Capacidad de respuesta.

$$D_4 = \left(\frac{\sum_{j=14}^{17} \bar{\delta}_{1j}}{4}, \frac{\sum_{j=14}^{17} \bar{\delta}_{2j}}{4}, \frac{\sum_{j=14}^{17} \bar{\delta}_{3j}}{4} \right) \quad (6)$$

Es la fórmula para medir la dimensión de Seguridad.

$$D_5 = \left(\frac{\sum_{j=18}^{22} \bar{\delta}_{1j}}{5}, \frac{\sum_{j=18}^{22} \bar{\delta}_{2j}}{5}, \frac{\sum_{j=18}^{22} \bar{\delta}_{3j}}{5} \right) \quad (7)$$

Es la fórmula para medir la dimensión de Empatía.

La medición de la calidad para todas las dimensiones se calcula por la Ecuación 8.

$$C = \left(\frac{\sum_{j=1}^{22} \bar{\delta}_{1j}}{22}, \frac{\sum_{j=1}^{22} \bar{\delta}_{2j}}{22}, \frac{\sum_{j=1}^{22} \bar{\delta}_{3j}}{22} \right) \quad (8)$$

7. Las fórmulas 3-8 están expresadas en números difusos, es por ello que es necesario aplicarles la *desfuzzificación* con ayuda de la fórmula 9 que es el Método del Centro de Gravedad ([5]).

$$D(N) = a + \frac{(c-a)+(b-a)}{3} \quad (9)$$

Donde: $N = (a, b, c)$.

8. Si $D(N) < 0$ para alguna de las Ecuaciones 3-8 significa que hay un problema de calidad Educativa, puesto que la percepción es menor que la expectativa.

La Figura 2 contiene el esquema del algoritmo a seguir.

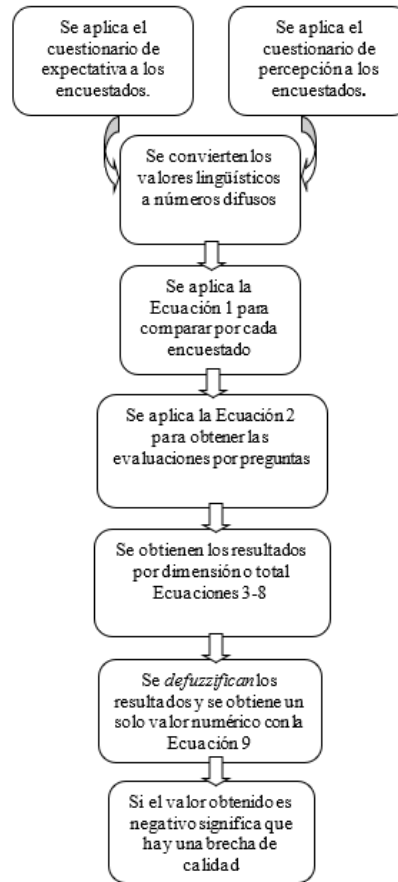


Figura 2. Esquema del algoritmo a seguir para el método propuesto. Fuente: [5].

Ejemplo 1. En este ejemplo se ilustra de manera hipotética el uso del método para $n = 3$, o sea para tres encuestados. Supongamos que los resultados fueron los siguientes como se muestra en la Tabla 3:

Respuesta Expectativa Encuestado 1	Respuesta Percepción Encuestado 1	Respuesta Expectativa Encuestado 2	Respuesta Percepción Encuestado 2	Respuesta Expectativa Encuestado 3	Respuesta Percepción Encuestado 3
(0.4, 0.5, 0.6)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.5, 0.6)
(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)
(0.5, 0.65, 0.8)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.5, 0.65, 0.8)
(0.7, 0.8, 0.9)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.7, 0.8, 0.9)
(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)
(0.5, 0.65, 0.8)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.5, 0.65, 0.8)
(0.7, 0.8, 0.9)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.7, 0.8, 0.9)
(0.4, 0.5, 0.6)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.7, 0.8, 0.9)
(0.7, 0.8, 0.9)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)
(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.5, 0.65, 0.8)
(0.5, 0.65, 0.8)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.7, 0.8, 0.9)
(0.7, 0.8, 0.9)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.5, 0.6)
(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.7, 0.8, 0.9)
(0.5, 0.65, 0.8)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.5, 0.65, 0.8)
(0.7, 0.8, 0.9)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.7, 0.8, 0.9)
(0.4, 0.5, 0.6)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.7, 0.8, 0.9)	(0.7, 0.8, 0.9)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)
(0.7, 0.8, 0.9)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.5, 0.65, 0.8)
(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.8)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.7, 0.8, 0.9)
(0.5, 0.65, 0.8)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.7, 0.8, 0.9)	(0.7, 0.8, 0.9)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.5, 0.6)
(0.7, 0.8, 0.9)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.5, 0.65, 0.8)

(0.4, 0.5, 0.6)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.7, 0.8, 0.9)
(0.7, 0.8, 0.9)	(0.4, 0.5, 0.6)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)	(0.4, 0.5, 0.6)

Tabla 3. Ejemplo sobre respuestas hipotéticas de tres encuestados Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la agregación de las diferencias obtenidas entre los números difusos que representan la expectativa de antes y la percepción de después se muestran en la Tabla 4. Estos resultados se calcularon con el apoyo del software Octave 4.2.3 que es una versión gratuita y libre de MATLAB, que permite realizar cálculos numéricos con el lenguaje m.

$\bar{\Delta}_j$ por cada pregunta	Números difusos calculados
$\bar{\Delta}_1$	(-0.27,0,0.27)
$\bar{\Delta}_2$	(-0.3,0,0.3)
$\bar{\Delta}_3$	(-0.23,0,0.2)
$\bar{\Delta}_4$	(-0.2,0,0.2)
$\bar{\Delta}_5$	(-0.3,0,0.3)
$\bar{\Delta}_6$	(-0.23,0,0.23)
$\bar{\Delta}_7$	(-0.2,0,0.2)
$\bar{\Delta}_8$	(-0.2,0.05,0.3)
$\bar{\Delta}_9$	(-0.33,0.1,0.13)
$\bar{\Delta}_{10}$	(-0.23,0.05,0.33)
$\bar{\Delta}_{11}$	(-0.2,0.05,0.3)
$\bar{\Delta}_{12}$	(-0.27,-0.05,0.17)
$\bar{\Delta}_{13}$	(-0.13,0.1,0.33)
$\bar{\Delta}_{14}$	(-0.27,0,0.27)
$\bar{\Delta}_{15}$	(-0.2,0,0.2)
$\bar{\Delta}_{16}$	(-0.3,-0.05,0.2)
$\bar{\Delta}_{17}$	(-0.3,-0.05,0.2)
$\bar{\Delta}_{18}$	(-0.17,0.1,0.37)
$\bar{\Delta}_{19}$	(-0.23,0,0.23)
$\bar{\Delta}_{20}$	(-0.27,0.05,0.17)
$\bar{\Delta}_{21}$	(-0.17,0.05,0.27)
$\bar{\Delta}_{22}$	(-0.3,0.05,0.2)

Tabla 4. Resultados de la agregación de la substracción de los datos para cada pregunta ($\bar{\Delta}_j$ de la Ecuación 1): Fuente: Elaboración propia.

La calidad para todas las dimensiones se calcula mediante la Ecuación 8 y da como resultado:

$C = (-0.24, 0.0023, 0.245)$.

Para *defuzzificar* se aplica la Ecuación 9 a C y se obtiene -0.078788. Este es un valor negativo, por tanto, existe una brecha, aunque pequeña, en la calidad de todas las dimensiones en general.

4. CONCLUSIONES

La Educación del siglo XXI presenta retos a los académicos y estudiantes, puesto que la virtualidad y el uso de las nuevas tecnologías se han convertido en imprescindibles para obtener una enseñanza de calidad. En este artículo se propone un método basado en SERVQUAL Lingüístico Difuso, donde se mide la calidad de la enseñanza. El método parte de un cuestionario donde los encuestados pueden evaluar sus expectativas y percepciones en una escala Likert con valores lingüísticos. Esto constituye una ventaja porque permite una evaluación que le resulta natural a cualquier persona cuando de escala lingüística se trata. Adicionalmente, se utilizan números difusos para tener en cuenta la incertidumbre y la vaguedad que existe en el lenguaje natural y en la evaluación misma. Se ilustró con un ejemplo para mostrar la efectividad y aplicabilidad del método.

RECEIVED: FEBRUARY, 2024.

REVISED: MARCH, 2024.

REFERENCIAS

- [1]. ARIAS ORTIZ, E., BRECHNER, M., PÉREZ ALFARO, M. y VÁSQUEZ, M. (2020) De la educación a distancia a la híbrida: 4 elementos clave para hacerla realidad. En: **Hablemos de Política Educativa: América Latina y el Caribe**. Editorial de Banco Interamericano de Desarrollo. Blog URL: <https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/bid-hablemos-de-politica-educativa-2-de-la-educacion-a-la-hibrida.pdf>. Consultado: 15-03-2024.

- [2]. BOCEWICZ, G., BANASZAK, Z., RUDNIK, K., SMUTNICKI, C., WITCZAK, M. and WÓJCIK, R. (2021) An ordered-fuzzy-number-driven approach to the milk-run routing and scheduling problem. **Journal of Computational Science**, 49, 101288-101288.
- [3]. DEVECI, M., ÖNER, S. C., CANITEZ, F., and ÖNER, M. (2019). Evaluation of service quality in public bus transportation using interval-valued intuitionistic fuzzy QFD methodology. **Research in Transportation Business & Management**, 33, 100387.
- [4]. DONG, J., WAN, S., and CHEN, S.M. (2021). Fuzzy best-worst method based on triangular fuzzy numbers for multi-criteria decision-making. **Information Sciences**, 547, 1080-1104.
- [5]. HU, H. Y., LEE, Y. C. and YEN, T. M. (2010). Service quality gaps analysis based on Fuzzy linguistic SERVQUAL with a case study in hospital out-patient services. **The TQM Journal**, 22, 499-515.
- [6]. INCIO FLORES, F.A., CAPUÑAY SÁNCHEZ, D.L., ESTELA URBINA, R.O., VALLES CORAL, M.A., VERGARA MEDRANO, S.E. y ELERA GONZÁLES, D. G. (2022) Inteligencia Artificial en Educación: una revisión de la literatura en revistas científicas internacionales. **Apuntes Universitarios**, 12, 353-372.
- [7]. JUNIOR, J. B. G., HÉKIS, H. R., COSTA, J. A. F., DE ANDRADE, Í. G. M., DOS SANTOS CABRAL, E. L., CASTRO, W. R. S., and DA COSTA JÚNIOR, J. F. (2022). Application of the QFD-fuzzy-SERVQUAL methodology as a quality planning tool at the surgical centre of a public teaching hospital. **BMC Medical Informatics and Decision Making**, 22, 1-14.
- [8]. KUMAR, R. and DHIMAN, G. (2021). A comparative study of fuzzy optimization through fuzzy number. **International Journal of Modern Research**, 1, 1-14.
- [9]. LIU, P., WANG, Y., JIA, F., and FUJITA, H. (2020) A multiple attribute decision making three-way model for intuitionistic fuzzy numbers. **International Journal of Approximate Reasoning**, 119, 177-203.
- [10]. LU, S. J., KAO, H. O., CHANG, B. L., GONG, S. I., LIU, S. M., KU, S. C., and JERNG, J. S. (2020). Identification of quality gaps in healthcare services using the SERVQUAL instrument and importance-performance analysis in medical intensive care: a prospective study at a medical center in Taiwan. **BMC Health Services Research**, 20, 1-11.
- [11]. MAGHSOODI, A. I., SAGHAEI, A., and HAFEZALKOTOB, A. (2019). Service quality measurement model integrating an extended SERVQUAL model and a hybrid decision support system. **European Research on Management and Business Economics**, 25, 151-164.
- [12]. NOJAVAN, M., HEIDARI, A., and MOHAMMADITABAR, D. (2021). A fuzzy service quality based approach for performance evaluation of educational units. **Socio-Economic Planning Sciences**, 73, 100816-100816.
- [13]. SHAHIN, A., and RAZAVI, M. (2020). Gap analysis in supplier sustainable development-with a case study in healthcare service. **International Journal of Procurement Management**, 13, 419-441.
- [14]. SHI, Z., and SHANG, H. (2020). A review on quality of service and servqual model. En **HCI in Business, Government and Organizations: 7th International Conference, HCIBGO 2020, Held as Part of the 22nd HCI International Conference, HCII 2020, Copenhagen, Denmark, July 19–24, 2020, Proceedings 22** (pp. 188-204). Springer International Publishing.
- [15]. TESTIK, Ö. and FATMA, P. (2008). Fuzzy SERVQUAL Analysis in Airline Services. **Organizacija**, 41, 108-115.
- [16]. TUMSEKCALI, E., AYYILDIZ, E., and TASKIN, A. (2021). Interval valued intuitionistic fuzzy AHP-WASPAS based public transportation service quality evaluation by a new extension of SERVQUAL Model: P-SERVQUAL 4.0. **Expert Systems with Applications**, 186, 115757.
- [17]. WANG, Y., and SHI, Y. (2020). Measuring the service quality of urban rail transit based on interval-valued intuitionistic fuzzy model. **KSCE journal of civil engineering**, 24, 647-656.
- [18]. XIE, Z. and SU, Z. (2021) Evaluation of college English classroom teaching quality dependent on triangular fuzzy number. **The International Journal of Electrical Engineering & Education**, 2021, 00207209211002075-00207209211002075.