

## **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO E-LEARNING: USO DO FUZZY SERVQUAL**

### **QUALITY EVALUATION OF E-LEARNING: USE OF FUZZY SERVQUAL**

Nara Medianeira Stefano<sup>1</sup>; Lizandra Garcia Lupi Vergara<sup>2</sup>; Nelson Casarotto Filho<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP  
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC – Florianópolis/SC – Brasil  
[stefano.nara@gmail.com](mailto:stefano.nara@gmail.com)

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP  
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC – Florianópolis/SC – Brasil  
[lizandravergara@gmail.com](mailto:lizandravergara@gmail.com)

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP  
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC – Florianópolis/SC – Brasil  
[ncasarottofilho@gmail.com](mailto:ncasarottofilho@gmail.com)

#### **Resumo**

*Este artigo teve o objetivo de avaliar a qualidade do e-learning em uma empresa que o utiliza como ferramenta de treinamento para seus colaboradores. Para isso foi utilizada a escala SERVQUAL integrada à teoria dos conjuntos fuzzy (FSERVQUAL). Foi elaborado e validado um instrumento de pesquisa (com expectativa versus percepção), com seis critérios e vinte e dois subcritérios. No entanto, os resultados mostraram que de forma geral existem gaps que podem ser melhorados, principalmente no que se refere às atitudes comportamentais do instrutor. Espera-se dessa forma, poder auxiliar na melhoria do e-learning que é utilizado na empresa, e assim ter colaboradores mais motivados a realizar suas tarefas.*

**Palavras-chave:** qualidade, e-learning, servqual, fuzzy.

#### **Abstract**

*Thus, improvement and flow of information, providing greater employee commitment and encourages creativity. This paper aimed to evaluate the quality of e-learning in a company that uses it as a training tool for its employees. For this, SERVQUAL scale was used integrated to fuzzy sets theory (FSERVQUAL). A survey instrument was developed and validated (expected versus perception), with six criteria and twenty-two sub-criteria. Therefore, the results showed that, in general, there are gaps that can be improved, especially regarding instructor behavioral attitudes. It is expected in this way to help to improve e-learning that is used in the company, and thus having more motivated employees to do their jobs.*

**Key-words:** quality, e-learning, servqual, fuzzy.

## 1. Introdução

Na economia do conhecimento é fundamental a promoção da aprendizagem para obter e reter o conhecimento nos colaboradores. Neste cenário, apresenta-se a ferramenta *e-learning* (ROSENBERG, 2000; STEFANO; CASAROTTO FILHO, 2013; LEE; YOON; LEE, 2009) que baseado na *Internet*, torna possível o fluxo de dados e a informação que gera conhecimento nos interessados.

O *e-learning*, especialmente sob a forma de tecnologias baseadas na *Web*, é cada vez mais utilizado pelas organizações para a formação/treinamento dos seus trabalhadores (WANG et al., 2010). Uma vez que reduz o custo de fornecimento de treinamento, aumenta a flexibilidade da aprendizagem em termos de lugar e tempo, incentiva a auto-gestão da aprendizagem e permite a formação sob demanda (ADMIRAAL; LOCKHORST, 2009, WANG, 2011; MOHAMMADYARI; SINGH, 2015).

Os sistemas de *e-learning* são o resultado da evolução dos sistemas educacionais mais adiantados, assistido por computadores construídos durante os anos de 1960. Desde então, várias abordagens foram projetadas para implementar paradigmas educacionais específicos, tais como (PEÑA-AYALA; SOSSA; MÉNDEZ, 2014): sistemas tutores inteligentes, a aprendizagem colaborativa assistida por computador, sistemas de gestão de aprendizagem, sistemas educativos baseados na *Web*, e sistemas de hipermídia.

As constantes mudanças e atualizações nas tecnologias de aprendizagem destacam o impacto da alfabetização digital dos indivíduos sobre a adoção do *e-learning* no local de trabalho. A alfabetização digital (MARTIN; MADIGAN, 2006; BRADBURY, 2014; MOHAMMADYARI; SINGH, 2015) é composta por, mais do que as habilidades para usar um software ou um dispositivo digital, mas envolve uma grande variedade de complexas habilidades cognitivas, emocionais e sociológicas, que os usuários precisam para funcionar eficazmente em ambientes digitais.

Portanto, na atualidade, houve uma mudança significativa no ensino superior e no processo de aprendizagem em geral, com o auxílio das tecnologias de informações e comunicação (TICs) e, especialmente, devido à *Internet*. Desta forma, torna-se importante avaliar a qualidade do *e-learning*. Diante do contexto apresentado, o objetivo desse estudo é aplicar a teoria dos conjuntos *fuzzy*, juntamente com a escala SERVQUAL (FSERVQUAL), para avaliar a qualidade (percepção *versus* expectativas) do *e-learning* em uma empresa que o utiliza como ferramenta de treinamento.

A avaliação da percepção (SNOJ; KORDA; MUMEL, 2004; HAMER, 2006; MOLINER, 2009; EDWARD; SAHADEV, 2011; DAS, 2014; WU et al., 2015) da qualidade é realizada pelo cliente durante ou após o processo de prestação de serviços e, é dada pela comparação da qualidade percebida e a esperada pelo cliente. A qualidade de serviço (TSENG, 2012) esperada (expectativas)

consiste de variáveis, tais como *marketing* boca-a-boca, imagem corporativa, publicidade, fatores pessoais ou preços; enquanto a qualidade percebida é definida como os resultados de pontos de vista dos clientes de várias dimensões do serviço, tais como questões técnicas e funcionais. Logo a satisfação do cliente depende das suas expectativas e como eles percebem a qualidade do serviço que estão recebendo, ou seja, o *gap*.

Justifica-se o uso da escala SERVQUAL (CHARLES; KUMAR, 2014; BASFIRINCI; MITRA, 2015; LUPO, 2016) por ser uma ferramenta amplamente utilizada para a avaliação de serviço, neste caso o uso da lógica *fuzzy* compensa a imprecisão da escala de *Likert* e a incerteza existentes no julgamento do decisor(es)/entrevistados. Quanto à estrutura, além dessa introdução, o artigo possui as seguintes seções: (ii) descreve algumas implicações sobre o *e-learning*; (iii) metodologia; (iv) os resultados e; (v) as considerações finais.

## 2. Revisão de literatura

Esta seção apresentação algumas implicações sobre o *e-learning*.

### 2.1. E-learning

Na atual economia do conhecimento, torna-se fundamental como as empresas promovem a aprendizagem voltada para a construção do conhecimento de seus colaboradores. Com os avanços da *Internet* (WANG *et al.*, 2007), o aumento de recursos de computação e dispositivos móveis, a prevalência de conteúdos multimídia, tudo isto seguido por mudanças sociais, tecnológicas e culturais, tem impactado nas tecnologias de informação e comunicação (TIC) fazendo evoluir, desta forma, para interações sociais em geral.

Diante deste contexto, tem-se o *e-learning* (ou um sistema) que é uma maneira revolucionária para capacitar a força de trabalho com as habilidades e conhecimentos necessários para transformar as mudanças em vantagens. Um sistema de *e-learning* (MARTINS; KELLERMANNNS, 2004; NGAI; POON; CHAN, 2007) é uma plataforma de comunicação baseada na *Web* que permite que os alunos (sem limitações de tempo e lugar), acessem diversas ferramentas de aprendizagem, tais como fóruns de discussão, avaliações, repositórios de conteúdo e sistemas de compartilhamento de documentos.

*E-learning* (FLOYDE *et al.*, 2013; WANG, 2014) ou aprendizagem eletrônica pode ser definido como conteúdo instrucional ou técnicas de aprendizagem (SADLER-SMITH; SPICER; CHASTON, 2001; LIYANAGE *et al.*, 2009; CALANTONE; CAVUSGIL; ZHAO, 2002; SWART; KINNIE, 2007; HAKALA, 2011; SHANG *et al.*, 2014) facilitada pela tecnologia eletrônica, que ficam à disposição por meio de repositórios, por exemplo, dos colaboradores, para que estes possam

utilizá-los quando sentirem necessidade. Ou ainda, o *e-learning* é o uso de tecnologias da *Internet* para criar um ambiente de aprendizagem, que inclui uma grande variedade de instruções, informações de recursos e soluções para proporcionar este ambiente.

Pode afirmar que o objetivo do *e-learning* é melhorar o desempenho individual e organizacional (YILMAZ, 2012; FRYER; BOVEE; NAKAO, 2014). O *e-learning* não é somente sobre a formação e instrução, mas também sobre a aprendizagem, que é feita sob medida para os indivíduos. Ele visa aumentar os conhecimentos, habilidades e capacidades produtivas dos indivíduos em uma situação global, sendo importante, não só por razões econômicas, mas também com importantes benefícios sociais (DEROUIN; FRITZSCHE; SALAS, 2005; GUHA; MAJI, 2008; KAKOTY; LAL; SARMA, 2011). Ao ampliar o acesso à educação e oportunidades de formação para os vários segmentos da sociedade, tem um potencial para reduzir as disparidades econômicas causadas pela negação da educação para o setor economicamente desfavorecida da população oferecendo-lhes melhores oportunidades de trabalho e crescimento da renda em todos os níveis.

Organizações que adotam a noção do conhecimento como um recurso que criam valor quando este é compartilhado, adquirem vantagem competitiva. Por exemplo, o treinamento nos dias de hoje não é mais visto como uma extravagância e sim como uma necessidade e finalidade de criar vantagens competitivas sustentáveis frente aos concorrentes. Isso torna o treinamento mais promissor para o ambiente *e-learning*.

Nos negócios, a tecnologia de rede torna possível o *e-learning* e, permite que ele ocorra durante o decorrer do trabalho. As corporações realizam cada vez mais um volume crescente de seus negócios, tanto internamente como externamente, por meio da *Internet* (UDO; BAGCHI; KIRS, 2011). Desta forma, educar esses colaboradores de uma forma eficiente e eficaz torna-se crítico para a gestão de uma empresa.

O *e-learning* é apresentado como uma ferramenta atraente para as empresas por vários fatores, tais como: redução de custos, o acesso global aos cursos, fácil distribuição de materiais de aprendizagem corporativa, flexibilidade no horário dos colaboradores para agendar seus cursos, curso de reciclagem dos conhecimentos (WILD; HOPE, 2003; ROFFE, 2004; MARTÍNEZ CARO, 2009; UDO; BAGCHI; KIRS, 2011; STEFANO; CASAROTTO FILHO, 2013; CHEN; LIN, 2014).

Portanto, o *e-learning* é a troca de conhecimento por meio da mídia *online* e, para ser eficaz, não deve ser apenas uma maneira passiva de entregar o aprender. Caso contrário, a organização pode se tornar um amontoado de informações, a ponto dos colaboradores ficarem tão assoberbados pelo seu volume que eles não conseguirão separar o útil do inútil. Se aplicado e explorado

corretamente, pode ser um benefício para as organizações e seus *stakeholders*, fornecendo acesso tanto para o conhecimento explícito, bem como ao conhecimento tácito.

### 3. Metodologia

A teoria dos conjuntos *fuzzy* (ZADEH, 1965) foi utilizada neste estudo em conjunto com a escala SERVQUAL (PARASURAMAN; ZEITHAML; BERRY, 1985; 1988; STEFANO et al., 2015). Isto é o *Fuzzy SERVQUAL* (FSERVQUAL). Optou-se pelo uso dos NFTs (números *fuzzy* triangular), pois segundo Pedrycz (1994) os NFTs possuem a capacidade de tratar muito bem as informações com alto grau de incerteza e de indefinição.

#### 3.1. Operações aritméticas com números *fuzzy*

As operações aritméticas (LI, 1999; CHOU et al., 2011; LIU et al., 2015) básicas com números *fuzzy* são apresentados como se segue.

- Operação de adição: ( $A_1$  e  $A_2$ ) (Equação 1).

$$A_1 + A_2 = (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2) \quad (1)$$

- Operação de subtração: ( $A_1$  e  $A_2$ ) (Equação 2).

$$A_1 - A_2 = (a_1 - c_2, b_1 - b_2, c_1 - a_2) \quad (2)$$

- Operação de divisão ( $r$ ) é um número real) (Equação 3).

$$\frac{A_1}{r} = \left( \frac{a_1}{r}, \frac{b_1}{r}, \frac{c_1}{r} \right) \quad (3)$$

- Operação de multiplicação: ( $A_1$  e  $A_2$ ) (Equação 4).

$$P(A) = \frac{1}{6}(c + 4a + b) \quad (4)$$

#### 3.2. Instrumento de pesquisa

Foi elaborado um questionário (Quadro 1) no formato das dimensões da qualidade (SERVQUAL) (critério/subcritérios) para a avaliação da qualidade do *e-learning*.

Quadro 1 – Variáveis do instrumento pesquisa

<b>Critério/Subcritério</b>	
<b>Web Site</b>	
1.	Uso correto dos elementos de áudio e vídeo.
2.	Uso correto dos gráficos das animações e dos recursos multimídias.
3.	Fornecimento de informações precisas, úteis e de qualidade.
4.	Site funcionando de forma instrutiva e clara e atualizada.
<b>Confiabilidade</b>	
5.	Confiança no instrutor.
6.	Correção, por parte do instrutor, de forma confiável das informações quando necessário.
7.	Apropriado nível de dificuldade dos conteúdos de aprendizagem.
8.	Apropriada quantidade de conteúdos de aprendizagem.
9.	Gerenciamento da aprendizagem individualizada
<b>Presteza</b>	
10.	Busca de soluções imediatas, para os problemas dos alunos relacionados ao conteúdo.
11.	Boa vontade do instrutor em atender os alunos.
12.	Disponibilidade do instrutor em prestar informações e esclarecer dúvidas.
<b>Garantia</b>	
13.	Experiência do instrutor em seu campo de atuação.
14.	Imparcialidade na avaliação do instrutor.
15.	Esclarecimentos das dúvidas por parte do instrutor.
16.	O conhecimento do instrutor na elaboração do material de ensino.
<b>Empatia</b>	
17.	Preocupação do instrutor com o aluno.
18.	Entendimento das necessidades do aluno por parte do instrutor.
19.	Incentivo do instrutor para que os alunos façam o seu melhor.
<b>Resultados</b>	
20.	Melhorar os resultados da aprendizagem.
21.	Melhorar o desempenho na realização do trabalho.
22.	Melhor uso da criatividade na execução das tarefas.

Primeiramente, os clientes responderam a respeito das Expectativas em forma de escala *Likert* de 7 pontos, cujos extremos são definidos como “Sem Nenhuma Importância” e “Extremamente Importante” e, posteriormente a percepção (Totalmente Ruim e Totalmente Excelente).

Assim, as variáveis linguísticas foram transformadas em números *fuzzy* triangular (NFTs) (Tabela 1). Uma variável linguística é uma variável cujos valores são palavras ou frases em linguagem natural ou artificial. Ou, ainda, aqueles que estão determinados de forma vaga, dado que pela informação existente ou pelas características do problema não podem ser definidas de maneira exata. Os NFTs são utilizados quando o parâmetro em análise possui uma faixa de variação e um número dentro desta faixa o qual possui uma possibilidade de acontecimento num ápice maior do quaisquer outro. Uma vez que os NFTs possuem a capacidade de tratar muito bem as informações com alto grau de incerteza e de indefinição e mais indicados, quando se trata de gestão.

Tabela 1 – Variáveis linguísticas para expectativa e percepção

Variável linguística (Expectativa)	Função de pertinência	Variável linguística (Percepção)	Função de pertinência
Muito baixa	(1;1;3)	Muito pobre	(1;1;3)
Baixa	(1;3;5)	Pobre	(1;3;5)
Razoável	(3;5;7)	Razoável	(3;5;7)
Alta	(5;7;9)	Bom	(5;7;9)
Muito alta	(7;9;9)	Muito bom	(7;9;9)

A pesquisa foi realizada em duas etapas: a primeira, uma pesquisa bibliográfica e a segunda, a aplicação em um estudo de caso. Antes da aplicação do questionário final realizou-se um pré-teste (10 entrevistados) e conversas com os gestores e responsáveis pelo *e-learning*, isso com a finalidade de identificar e corrigir falhas do instrumento de pesquisa. O questionário foi aplicado (entrevistas semiestruturadas) a 84 colaboradores de uma grande empresa (região de Curitiba/Paraná) que implementou o *e-learning* como ferramenta de treinamento. As aplicações se deram no intervalo do treinamento. O teste de consistência interna foi realizado por meio do *Alpha de Cronbach*.

### 3.3. O FUZZY SERVQUAL (FSERVQUAL)

O procedimento de cálculo do *fuzzy SERVQUAL* (CHOU et al, 2011; LIU et al, 2015) proposto apresenta quatro etapas:

#### 3.3.1. Cálculo do escore total

Seja um número *fuzzy*  $A_{ein}$  e  $A_{pin}$ , ambos são a expectativa e a percepção da qualidade do *e-learning* a partir do  $n^{th}$  entrevistado no  $i$  subcritério (Equação 1 e 2). Seja  $TA_{ei}$  (expectativa) e (percepção) (número *fuzzy*) a soma das respostas (total da qualidade dos serviços) de todos entrevistados do  $i$  subcritério (Equação 5 e 6).

$$TA_{ei} = \sum_1^n A_{ein} \quad (5)$$

$$TA_{pi} = \sum_1^n A_{pin} \quad (6)$$

Por meio das Equações (1) e (5), a expectativa total da qualidade do *e-learning* pode ser calculada a partir de todos os entrevistados do  $i$  subcritério. Da mesma forma para a percepção (Equações 1 e 6).

#### 3.3.2. Cálculos dos valores médios

Considerando  $MA_{ei}$  e  $MA_{pi}$  (um número *fuzzy*), a média da qualidade do serviço (da expectativa e da percepção, respectivamente) de todos os entrevistados do  $i$  subcritério do *e-learning* (Equação 7 e 8).

$$MA_{ei} = \frac{TA_{ei}}{N} \quad (7)$$

$$MA_{pi} = \frac{TA_{pi}}{N} \quad (8)$$

Por meio das Equações (3) e (7); (3) e (8) calcula-se a média da qualidade do *e-learning* (das expectativas e percepção, respectivamente) para todos os entrevistados do  $i$  subcritério.

### 3.3.3. Cálculo do $Gap_5$ entre percepção e expectativa

Seja o  $Gap_5$  (um número *fuzzy*), a diferença entre a percepção e a expectativa de todos os entrevistados do  $i$  subcritério (Equação 9).

$$Gap_5 = MA_{pi} \ominus MA_{ei} \quad (9)$$

Com as Equações (2) e (9) calcula-se o  $Gap_5$  (diferença entre a percepção e a expectativa) a partir de todos os entrevistados do  $i$  subcritério.

### 3.3.4. Cálculo do *ranking*

Para o *ranking* de classificação dos critérios e subcritérios foi utilizado a defuzzificação (STEFANO, 2014; HSIEH; LU; TZENG, 2004) (Equação 10).

$$G_i = \frac{(U_i - L_i) + (M_i - L_i)}{3} + L_i \quad (10)$$

onde:  $L_i$  indica o valor mínimo da classificação de todos os entrevistados;  $M_i$  é a média geométrica da classificação de todos os entrevistados para o critério  $i$ ;  $U_i$  indica o valor máximo da classificação dos entrevistados e;  $G_i$  é o peso para o *ranking* de classificação.

## 4. Resultados

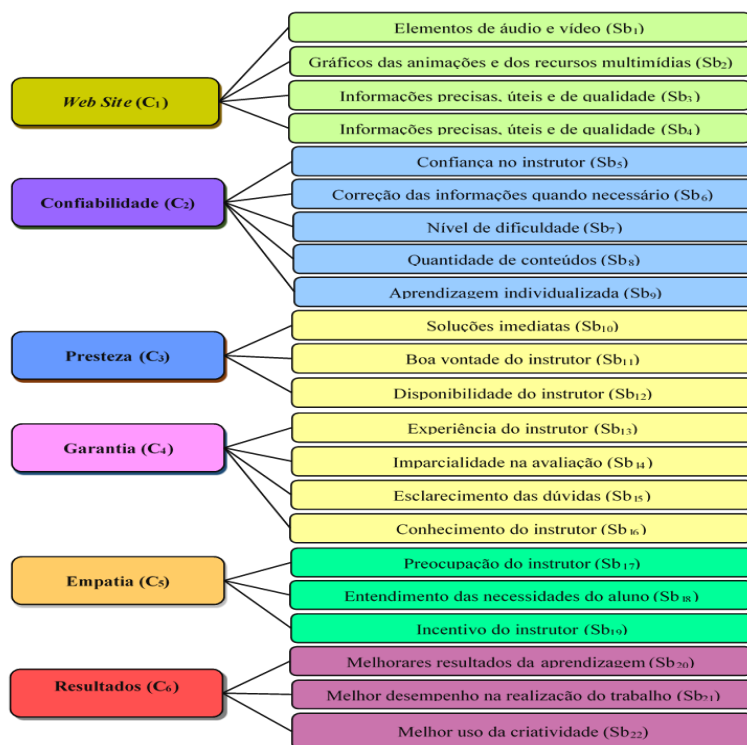
A maioria dos clientes participantes da pesquisa, ou seja, 54% são do sexo masculino, e 43% feminino. Dos 84 colaboradores entrevistados, 71,43% possui o ensino médio, 21,43% Graduação e 7,14% pós-graduação. Foi realizado o teste de consistência interna, o  $Alpha$  de *Cronbach*, o qual apresentou um valor geral igual a 0,8224. Um valor de pelo menos 0,70 (variam ente 0 a 1) (Hair *et al.*, 2005) reflete uma fidedignidade aceitável, embora reconheçam que, este valor não seja um padrão absoluto.

### 4.1. Aplicação do FSERVQUAL

Primeiramente, o questionário com os critérios e subcritérios, foi simplificado (Figura 1) utilizando símbolos, ou seja, Critérios ( $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5$ ) para subcritérios ( $Sb_1, Sb_2, Sb_3...Sb_{22}$ ) isso para melhor trabalhar o FSERVQUAL.



Figura 1 – Siglas para critérios (C) e subcritérios (S<sub>b</sub>)



A Tabela 2 mostra os resultados da expectativa, percepção e, a diferença entre elas (*fuzzy Gap<sub>5</sub>*). Com as Equações 1 e 5 obteve-se o total da expectativa para o *i* subcritério da qualidade do *e-learning*. Para a percepção o mesmo procedimento foi realizando, com as Equações 1 e 6.

Tabela 2 – Resultado do fuzzy escore para percepção, expectativa e Gap<sub>5</sub>

Crítérios/Sb.	Fuzzy Percepção	Fuzzy Expectativa	Fuzzy gap	Percepção	Expectativa	Gap <sub>5</sub>
<b>Web Site</b>	<b>(6,11;8,11;8,90)</b>	<b>(6,11;8,11;8,97)</b>	<b>(-2,86;0,00;2,79)</b>	<b>7,91</b>	<b>7,92</b>	<b>-0,01</b>
Sb <sub>1</sub>	(6,21;8,21;8,93)	(6,10;8,10;8,98)	(-2,76;0,12;2,83)	8,00	7,91	0,09
Sb <sub>2</sub>	(6,19;8,19;8,88)	(6,05;8,05;9,00)	(-2,81;0,14;2,83)	7,97	7,87	0,10
Sb <sub>3</sub>	(5,71;7,71;8,83)	(6,07;8,07;8,93)	(-3,21;-0,36;2,76)	7,57	7,88	-0,31
Sb <sub>4</sub>	(6,33;8,33;8,98)	(6,24;8,24;8,98)	(-2,64;0,10;2,74)	8,11	8,03	0,08
<b>Confiabilidade</b>	<b>(5,75;7,72;8,62)</b>	<b>(5,97;7,97;8,93)</b>	<b>(-3,18;-0,25;2,65)</b>	<b>7,54</b>	<b>7,80</b>	<b>-0,26</b>
Sb <sub>5</sub>	(5,74;7,74;8,64)	(6,19;8,19;9,00)	(-3,26;-0,45;2,45)	7,56	7,99	-0,44
Sb <sub>6</sub>	(5,00;6,88;8,04)	(5,83;7,83;8,95)	(-3,95;-0,95;2,20)	6,76	7,69	-0,93
Sb <sub>7</sub>	(5,90;7,90;8,79)	(5,88;7,88;8,93)	(-3,02;0,02;2,90)	7,72	7,72	0,00
Sb <sub>8</sub>	(6,00;8,00;8,81)	(5,95;7,95;8,88)	(-2,88;0,05;2,86)	7,80	7,77	0,03
Sb <sub>9</sub>	(6,10;8,10;8,86)	(6,02;8,02;8,90)	(-2,81;0,07;2,83)	7,89	7,84	0,05
<b>Presteza</b>	<b>(5,54;7,54;8,62)</b>	<b>(6,14;8,14;8,88)</b>	<b>(-3,34;-0,60;2,48)</b>	<b>7,39</b>	<b>7,93</b>	<b>-0,54</b>
Sb <sub>10</sub>	(5,40;7,40;8,62)	(6,26;8,26;8,83)	(-3,43;-0,86;2,36)	7,27	8,02	-0,75
Sb <sub>11</sub>	(5,55;7,55;8,52)	(6,07;8,07;8,90)	(-3,36;-0,52;2,45)	7,38	7,88	-0,50
Sb <sub>12</sub>	(5,67;7,67;8,71)	(6,10;8,10;8,90)	(-3,24;-0,43;2,62)	7,51	7,90	-0,39
<b>Garantia</b>	<b>(6,10;8,10;8,89)</b>	<b>(6,12;8,12;8,87)</b>	<b>(-2,76;0,08;2,87)</b>	<b>7,90</b>	<b>7,83</b>	<b>0,07</b>
Sb <sub>13</sub>	(6,36;8,36;9,00)	(6,29;8,29;8,98)	(-2,62;0,07;2,71)	8,13	8,07	0,06
Sb <sub>14</sub>	(6,07;8,07;8,95)	(6,05;8,05;8,79)	(-2,71;0,02;2,90)	7,88	7,84	0,05
Sb <sub>15</sub>	(5,74;7,74;8,62)	(6,02;8,02;8,90)	(-3,17;-0,29;2,60)	7,55	7,84	-0,29
Sb <sub>16</sub>	(6,24;8,24;9,00)	(6,12;8,12;8,83)	(-2,60;0,12;2,88)	8,03	7,90	0,13
<b>Empatia</b>	<b>(5,38;7,38;8,56)</b>	<b>(6,02;8,02;8,86)</b>	<b>(-3,45;-0,68;2,88)</b>	<b>7,31</b>	<b>7,86</b>	<b>0,55</b>
Sb <sub>17</sub>	(5,29;7,29;8,57)	(6,07;8,07;8,95)	(-3,67;-0,79;2,50)	7,17	7,88	-0,72
Sb <sub>18</sub>	(5,79;7,79;8,81)	(6,05;8,05;8,88)	(-3,10;-0,26;2,76)	7,62	7,85	-0,23
Sb <sub>19</sub>	(5,05;7,05;8,29)	(5,95;7,95;8,83)	(-3,79;-0,90;2,33)	6,92	7,77	-0,85
<b>Resultados</b>	<b>(6,33;8,33;8,94)</b>	<b>(6,06;8,06;8,83)</b>	<b>(-2,50;0,27;2,88)</b>	<b>8,10</b>	<b>7,86</b>	<b>0,24</b>
Sb <sub>20</sub>	(6,38;8,38;8,95)	(6,02;8,02;8,83)	(-2,45;0,36;2,93)	8,14	7,83	0,32
Sb <sub>21</sub>	(6,43;8,43;9,00)	(6,21;8,21;8,86)	(-2,43;0,21;2,79)	8,19	7,99	0,20
Sb <sub>22</sub>	(6,17;8,17;8,88)	(5,95;7,95;8,81)	(-2,64;0,21;2,93)	7,95	7,76	0,19
<b>Média Geral</b>	<b>(5,87;7,86;8,82)</b>	<b>(6,06;8,06;8,88)</b>	<b>(-3,02;-0,20;2,69)</b>	<b>7,69</b>	<b>7,87</b>	<b>-0,19</b>

Utilizando as Equações 3 e 7 foi calculado a média da expectativa para o subcritério 1. Ou seja:  $MA_{s1} = (6,10; 8,10; 8,98)$ . O mesmo procedimento foi utilizado para a percepção, utilizando as Equações 3 e 8 para o subcritério 1 e assim sucessivamente para todos os 21 subcritérios.

O *fuzzy Gap<sub>5</sub>* foi calculado utilizando-se as Equações 2 e 9, ou seja:

$$Gap_{p1} = (6,21; 8,21; 8,93) - (6,10; 8,10; 8,98) = (6,21 - 8,98; 8,21 - 8,10; 8,93 - 6,10) = (-2,76; 0,12; 2,83)$$

A representação do número *fuzzy* para expectativa e percepção foi calculado com a Equação

4. Isto é, para o subcritério 1 (percepção) tem-se  $se(c, a, b) = (6,21; 8,21; 8,93) * P(A) = \frac{1}{6}(c + 4a + b) = 8,00$   $P(A) = \frac{1}{6}(c + 4a + b) = 8,00$ . E assim

para os demais subcritérios da percepção e da expectativa foi realizado o mesmo procedimento.

Analisando as expectativas para os critérios tem-se os seguintes resultados (maior escore médio): Presteza (7,93); Web Site (7,92); Resultados (7,86); Empatia (7,86) Garantia (7,83); e Confiabilidade (7,80). Quantos os subcritérios da expectativa sobre a qualidade do *e-learning*, esses podem ser classificados da seguinte forma (sete maiores escores médio): Sb<sub>13</sub> (Experiência do instrutor – 8,07); Sb<sub>4</sub> (Informações precisas, úteis e de qualidade – 8,03); Sb<sub>10</sub> (Soluções imediatas – 8,02); Sb<sub>21</sub> (Melhorar o desempenho na realização do trabalho – 7,99); Sb<sub>5</sub> (Confiança no instrutor – 7,99); Sb<sub>1</sub> (Elementos de áudio e vídeo – 7,92) e; Sb<sub>16</sub> (Conhecimento do instrutor – 7,90).

Para a percepção da qualidade do *e-learning* quanto aos critérios tem-se os seguintes escores: Resultados (8,10); *Web Site* (7,91); Garantia (7,90); Confiabilidade (7,54); Presteza (7,39) e; Empatia (7,31). Os sete itens da percepção com os maiores escores médio foram: Sb<sub>21</sub> (Melhor desempenho na realização do trabalho – 8,19); Sb<sub>20</sub> (Melhorar resultados da aprendizagem – 8,14); Sb<sub>13</sub> (Experiência do instrutor – 8,13); Sb<sub>4</sub> (Informações precisas, úteis e de qualidade – 8,11); Sb<sub>1</sub> (Elementos de áudio e vídeo – 8,00); Sb<sub>2</sub> (Gráficos das animações e dos recursos multimídias – 7,92) e; Sb<sub>22</sub> (Melhor uso da criatividade – 7,95).

Observa-se na Tabela 2 que os maiores *Gaps*<sub>5</sub> foram encontrados nos subcritérios dos critérios “Presteza”, “Empatia” e “Confiabilidade”, ou seja, pode-se afirmar que isso está relacionado com o instrutor do *e-learning*. O maior *gap*<sub>5</sub> foi encontrado no Sb<sub>6</sub> (Correção das informações quando necessário – -0,93). E quanto ao critério “Presteza” apresentou o maior (-0,54). Recomenda-se que a empresa avalie as atitudes comportamentais do instrutor. Pois, as características comportamentais do instrutor estão positivamente ou negativamente relacionadas com utilidade percebida do treinamento. Assim, como os conteúdos de aprendizagem estão positiva/negativamente relacionada com a percepção na facilidade do seu uso. Logo, as atitudes comportamentais do instrutor afetam a qualidade do *e-learning* e conseqüentemente, os alunos (neste caso os colaboradores da empresa) tendem a serem negativos quanto ao ensino/treinamento.

Algumas razões (ZEITHAML; BITNER, 2003) contribuem para a existência do *Gap*<sub>5</sub>, são elas: falta de pesquisa sobre as percepções e expectativas dos clientes, uso inadequado dos resultados da pesquisa, deficiência na interação entre o gerenciamento e os clientes, falta de comprometimento com a qualidade de serviço, padronização inadequada das tarefas, carência de ferramentas e tecnologia apropriadas, comunicação inadequada entre os diversos prestadores de serviço, entre outras.

A Tabela 3 mostra a classificação dos critérios e subcritérios para expectativa e percepção, utilizando a defuzzificação (Equação 10). Ou seja, tem-se para o subcritério 1 da expectativa:  $(6.10, 8.10, 8.98) = (l, m, u)$  que substituindo na Equação obtém-se 7,72 e ocupa a 5º posição do *ranking*. O mesmo foi realizado para a percepção.

Tabela 3 – Defuzzificação e ranking para percepção e expectativa, com respectivos critérios e subcritérios

Critérios/Subcritérios	Defuzzificação (Perc.)	Ranking (Perc.)	Defuzzificação (Expect.)	Ranking (Expect.)
<b>Web Site (C<sub>1</sub>)</b>	<b>7,71</b>	<b>(2)</b>	<b>7,73</b>	<b>(1)</b>
Sb <sub>1</sub>	7,79	(5)	7,72	(5)
Sb <sub>2</sub>	7,75	(6)	7,70	(6)
Sb <sub>3</sub>	7,42	(13)	7,69	(7)
Sb <sub>4</sub>	7,88	(3)	7,82	(2)
<b>Confiabilidade</b>	<b>7,36</b>	<b>(4)</b>	<b>7,62</b>	<b>(5)</b>
Sb <sub>5</sub>	7,37	(14)	7,79	(3)
Sb <sub>6</sub>	6,64	(20)	7,54	(16)
Sb <sub>7</sub>	7,53	(11)	7,56	(15)
Sb <sub>8</sub>	7,60	(10)	7,60	(12)
Sb <sub>9</sub>	7,68	(9)	7,65	(10)
<b>Presteza</b>	<b>7,23</b>	<b>(5)</b>	<b>7,72</b>	<b>(2)</b>
Sb <sub>10</sub>	7,14	(17)	7,79	(3)
Sb <sub>11</sub>	7,21	(16)	7,68	(8)
Sb <sub>12</sub>	7,35	(15)	7,70	(6)
<b>Garantia</b>	<b>7,70</b>	<b>(3)</b>	<b>7,63</b>	<b>(4)</b>
Sb <sub>13</sub>	7,90	(2)	7,85	(1)
Sb <sub>14</sub>	7,70	(8)	7,63	(11)
Sb <sub>15</sub>	7,37	(14)	7,65	(10)
Sb <sub>16</sub>	7,83	(4)	7,69	(7)
<b>Empatia</b>	<b>7,23</b>	<b>(5)</b>	<b>7,65</b>	<b>(3)</b>
Sb <sub>17</sub>	7,05	(18)	7,70	(6)
Sb <sub>18</sub>	7,46	(12)	7,66	(9)
Sb <sub>19</sub>	6,79	(19)	7,58	(13)
<b>Resultados</b>	<b>7,87</b>	<b>(1)</b>	<b>7,65</b>	<b>(3)</b>
Sb <sub>20</sub>	7,90	(2)	7,63	(11)
Sb <sub>21</sub>	7,95	(1)	7,76	(4)
Sb <sub>22</sub>	7,74	(7)	7,57	(14)

Pelo *ranking* de classificação fica evidente a desigualdade entre percepção e expectativas.

Portanto, no geral a percepção da qualidade do *e-learning* apresentou-se próximo da expectativa, porém havendo oportunidades para a implantação de melhorias. Porém, cabe destacar que, o mercado no setor serviços está cada vez mais competitivo, e as dimensões da qualidade representadas pelos cinco “*gaps*” podem ser estratégias competitivas para a empresa.

## 5. Considerações finais

Este trabalho teve o objetivo de avaliar a qualidade do *e-learning*, utilizado em uma empresa como ferramenta de treinamento para os colaboradores. Assim, quando comparado com o ensino tradicional, as oportunidades de crescimento do *e-learning* são muitas. As tecnologias de *web* podem melhorar o sistema de *e-learning* (por exemplo, como forma de treinamento), sem custos adicionais, e aproveitando o menor custo com as tecnologias, resulta em maior adoção pelos alunos ou empresas. Além do mais, o *e-learning* baseado na *Internet* é menos restrito em termos de tempo e espaço, e está sendo utilizado cada vez mais por Instituições educacionais e corporações. Por isso, os fatores de sucesso de *e-learning* precisam ser avaliados para assim, fornecer serviços mais eficazes e de qualidade.

Em termos de expectativas dos seis critérios os que mais se destacaram foram: “Presteza (7,93)”, “Web Site (7,92)”. Quanto aos vinte e dois subcritérios, tem-se os quatro com maior escore: Sb<sub>13</sub> (Experiência do instrutor – 8,07); Sb<sub>4</sub> (Informações precisas, úteis e de qualidade – 8,03); Sb<sub>10</sub> (Soluções imediatas – 8,02); Sb<sub>21</sub> (Melhorar o desempenho na realização do trabalho – 7,99).

Para a percepção os critérios que mais se destacaram foram “Resultados (8,10)” e “Web Site (7,91)”. E os quatro subcritérios com maior escore são: Sb<sub>21</sub> (Melhor desempenho na realização do trabalho – 8,19); Sb<sub>20</sub> (Melhorar resultados da aprendizagem – 8,14); Sb<sub>13</sub> (Experiência do instrutor – 8,13); Sb<sub>4</sub> (Informações precisas, úteis e de qualidade – 8,11).

Quanto ao *Gap*<sub>5</sub>, os maiores foram encontrados nos subcritérios dos critérios “Presteza”, “Empatia” e “Confiabilidade”. E o maior *gap*<sub>5</sub> foi encontrado no critério “presteza” (-0,93).

Portanto a abordagem se mostrou de fácil utilização e os NFTs foram uma forma de tratar a imprecisão da escala de *Likert*. Como propostas de estudos futuros recomenda-se o uso de métodos multicritérios híbridos para a avaliação da qualidade do e-learning.

## Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Programa Nacional de Pós-Doutorado – PNPd e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção/ Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

## Referências

ADMIRAAL, W.; LOCKHORST, D. E-Learning in small and medium-sized enterprises across Europe attitudes towards technology, learning and training. **International Small Business Journal**, v. 27, n. 6, p. 743-767, 2009.

BASFIRINCI, C.; MITRA, A. A cross cultural investigation of airlines service quality through integration of SERVQUAL and the Kano model. **Journal of Air Transport Management**, v. 42, p. 239-248, 2015.

BRADBURY, K.S. Teaching writing in the context of a national digital literacy narrative. **Computers and Composition**, v. 32, p. 54-70, 2014.

CALANTONE, R.J.; CAVUSGIL, S.T.; ZHAO, Y. **Learning orientation, firm innovation capability, and firm performance**. Elsevier Science Publishers, 2002.

CHARLES, V.; KUMAR, M. Satisficing data envelopment analysis: an application to SERVQUAL efficiency. **Measurement**, v. 51, p. 71-80, 2014.

CHEN, C.-M.; LIN, S.-T. Assessing effects of information architecture of digital libraries on supporting E-learning: a case study on the digital library of nature & culture. **Computers & Education**, v. 75, p. 92-102, 2014.

CHOU, C.-C. et al. An evaluation of airline service quality using the fuzzy weighted SERVQUAL method. **Applied Soft Computing**, v. 11, n. 2, p. 2117-2128, 2011.

DAS, G. Linkages of retailer awareness, retailer association, retailer perceived quality and retailer loyalty with purchase intention: a study of Indian food retail brands. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 21, n. 3, p. 284-292, 2014.

DEROUIN, R.E.; FRITZSCHE, B.A.; SALAS, E. E-Learning in organizations. **Journal of Management**, v. 31, n. 6, p. 920-940, 2005.

FLOYDE, A.; LAWSON, G.; SHALLOE, S.; EASTGATE, R.; D'CRUZ, M. The design and implementation of knowledge management systems and e-learning for improved occupational health and safety in small to medium sized enterprises. **Safety Science**, v. 60, p. 69-76, 2013.

FRYER, L.K.H. BOVEE, N.; NAKAO, K. E-learning: reasons students in language learning courses don't want to. **Computers & Education**, v. 74, p. 26-36, 2014.

GUHA, A.S.; MAJI, S. E-learning: the latest spectrum in open and distance learning. **Social Responsibility Journal**, v. 4, p. 297-305, 2008.

HAIR, J. et al. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

HAKALA, H. Strategic Orientations in management literature: three approaches to understanding the interaction between market, technology, entrepreneurial and learning orientations. **International Journal of Management Reviews**, v. 13, n. 2, p. 199-217, 2011.

HAMER, L. A confirmation perspective on perceived service quality. **Journal of Services Marketing**, v. 20, n. 4, p. 219-232, 2006.

HSIEH, T.Y.; LU, S.-T.; TZENG, G.-H. Fuzzy MCDM approach for planning and design tenders selection in public office buildings. **International Journal of Project Management**, v. 22, p. 573-584, 2004.

KAKOTY, S.; LAL, M.; SARMA, S.K. E-learning as a research area: an analytical approach. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)**, v. 2, n. 9, p. 144-148, 2011.

LEE, B.-C.; YOON, J.-O.; LEE, I. Learners' acceptance of e-learning in South Korea: theories and results. **Computers & Education**, v. 53, p. 1320-1329, 2009.

LIU, R. et al. Applying the fuzzy SERVQUAL method to measure the service quality in certification & inspection industry. **Applied Soft Computing**, v. 26, p. 508-512, 2015.

LIYANAGE, C.; ELHAG, T.; BALLAL, T.; LI, Q. Knowledge communication and translation: a knowledge transfer model. **Journal of Knowledge Management**, v. 13, n. 3, p. 118-31, 2009.

LUPO, T. A fuzzy framework to evaluate service quality in the healthcare industry: an empirical case of public hospital service evaluation in Sicily. **Applied Soft Computing**, v. 40, p. 468-478, 2016.

MARTÍNEZ CARO, E. La gestión del conocimiento a través del e-learning: un enfoque basado en escenarios. **Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa**, v. 15, n. 13, p. 29-44, 2009.

MARTINS, L.L.; KELLERMANNNS F.W. A model of business school students' acceptance of a web-based course management system. **Academy of Management Learning & Education**, v. 3, n. 1, p. 7-26, 2004.

MOHAMMADYARI, S.; SINGH, H. Understanding the effect of e-learning on individual performance: the role of digital literacy. **Computers & Education**, v. 82, p. 11-25, 2015.

MOLINER M.A. Loyalty, perceived value and relationship quality in healthcare services. **Journal of Service Management**, v. 20, n. 1, p. 76-97, 2009.

NGAI, E.; POON, J.; CHAN, Y. Empirical examination of the adoption of WebCT using TAM. **Computers & Education**, v. 48, n. 2, p. 250-267, 2007.

PARASURAMAN, A; ZEITHAML, V.; BERRY, L. A conceptual model of service quality and its implications for future research. **Journal of Marketing**, v. 49, n. 4, p. 41-50, fall 1985.

PARASURAMAN, A; ZEITHAML, V.; BERRY, L. SERVQUAL. A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. **Journal of Retailing**, v. 64, n.1, p. 12-40, New York University, Spring, 1988.

PEDRYCZ, W. Why triangular membership functions? **Fuzzy Sets and Systems**, v. 64, n. 1, p. 21-30, 1994.

PEÑA-AYALA, A.; SOSSA, H.; MÉNDEZ, I. Activity theory as a framework for building adaptive e-learning systems: a case to provide empirical evidence. **Computers in Human Behavior**, v. 30, p. 131-145, 2014.

ROSENBERG, M.J. **E-Learning**: strategies for delivering knowledge in the digital age. McGraw-Hill, 2000.

SADLER-SMITH, E.; SPICER, D.P.; CHASTON, L. Learning orientations and growth in smaller firms. **Long Range Planning**, v. 34, p. 139-158, 2001.

SHANG, C.; YANG, F.; HUANG, LYU, D.W. Data-driven soft sensor development based on deep learning technique. **Journal of Process Control**, v. 24, n. 3, p. 223-233, 2014.

SNOJ, B.; KORDA A.P.; MUMEL, D. The relationships among perceived quality, perceived risk and perceived product value. **Journal of Product & Brand Management**, v. 13, n. 3, p. 156-167, 2004.

STEFANO, N.M. **Critérios para avaliação da gestão de periódicos científicos eletrônicos sob a ótica do Capital Intelectual**. Tese. 214f. Doutorado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2014.

STEFANO, N.M.; CASAROTTO FILHO, N. Gestão do conhecimento e modelo SECI (Socialização-Externalização-Combinação-Internalização): na perspectiva do e-learning. **Iberoamerican Journal of Project Management (IJoPM)**, v. 4, n. 1, p. 1-19, 2013.

STEFANO, N.M.; CASAROTTO FILHO, N.; BARICHELLO, R.; SOHN, A.P. A Fuzzy SERVQUAL based method for evaluated of service quality in the hotel industry. **Procedia CIRP**, v. 30, p. 433-438, 2015.

SWART, J.; KINNIE, N. Simultaneity of learning orientations in a marketing agency. **Management Learning**, v. 38, n. 3, p. 337-357, 2007.

TSENG, S.-M. Correlations between external knowledge and the knowledge chain as impacting service quality. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 19, n. 4, p. 429-437, 2012.

UDO, G.J.; BAGCHI, K.K.; KIRS, P.J. Using SERVQUAL to assess the quality of e-learning experience. **Computers in Human Behavior**, v. 27, n. 3, p. 1272-1283, 2011.

WANG, F.Y., CARLEY, K. M., ZENG, D.; MAO, W. Social computing: From social informatics to social intelligence. **Intelligent Systems, IEEE**, v. 22, n. 2, p. 79-83, 2007.

WANG, M. Integrating organizational, social, and individual perspectives in Web 2.0-based workplace e-learning. **Information Systems Frontiers**, v. 13, n. 2, p. 191-205, 2011.

WANG, M.; RAN, W.; LIAO, J.; S.J.H. Yang. A performance-oriented approach to e-learning in the workplace. **Educational Technology & Society**, v. 13, n. 4, p. 167-179, 2010.

WANG, Tzu-Hua. Developing an assessment-centered e-Learning system for improving student learning effectiveness. **Computers & Education**, v. 73, p. 189-203, 2014.

WILD, R.H.; HOPE, B. DATQUAL: a prototype e-learning application to support quality management practices in services industries. **TQM & Business Excellence**, v. 14, p. 695-713, 2003.

WU, H.-M. et al. The development and discussion of computerized visual perception assessment tool for Chinese characters structures: concurrent estimation of the overall ability and the domain ability in item response theory approach. **Research in Developmental Disabilities**, v. 36, p. 447-458, 2015.

YILMAZ, Y. Knowledge management in e-learning practices. **The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET)**, v. 11, n. 2, p. 150-155, 2012.

ZADEH, L. A. Fuzzy Sets. **Information and Control**, v. 8, n. 3, p. 338-353, 1965.

ZEITHAML, V.A.; BITNER, M. J. **Marketing de serviços: a empresa com foco no cliente**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2003, 536 p.

Recebido: 29/04/2015

Aprovado: 01/04/2017