
INDICADORES DE APRENDIZAGEM *LEARNING VECTORS*: Uma Aplicação em Fóruns do Ambiente Virtual MOODLE - Versão Final

Gilvandenys Leite Sales¹; José Marques Soares¹; Giovanni Cordeiro Barroso²; J. Aires de Castro Filho²; Allyson Bonneti¹; Maurício Dourado¹

¹Instituto Federal do Ceará (IFET-CE) – Fortaleza – CE - Brasil

²Universidade Federal do Ceará (UFC) – Fortaleza – CE - Brasil

{denyssales, marques}@cefetce.br, gcb@fisica.ufc.br, j.castro@ufc.br, {allysonbonneti, cmauriciojd}@gmail.com

Abstract. *The paper presents a formative evaluation tool which provides constant feedback to the learner and reduces the workload of on-line teachers. Based on a learning measure called Learning Vectors (LVs) and implemented in PHP, this evaluation tool was added to the LMS MOODLE and tested with an on-line teachers' preparation course. By providing teachers with a semi-automatic tool for generating evaluation scores, the study verified the efficacy of using LVs to promote self-regulation of learning by allowing continuous and formative evaluation..*

RESUMO. *O artigo apresenta um instrumento de avaliação formativa que proporcione feedbacks constantes ao aprendiz e reduza a sobrecarga de trabalho do professor-tutor. Fundamentado nos indicadores de aprendizagem denominados Learning Vectors (LVs) e desenvolvido em PHP, este instrumento de avaliação foi agregado ao ambiente virtual MOODLE e testado em uma turma de um curso de formação de tutores. Por proporcionar a geração semi-automática de notas ao longo da discussão no fórum, verificou-se a eficácia do uso dos LVs no processo de auto-regulação das aprendizagens ao possibilitar uma avaliação contínua e formativa.*

1 – Introdução

O avanço tecnológico permitiu que a educação a distância, possa se apoiar em ferramentas de interação (fórum, bate-papo, mensagens, blog e wikis, dentre outros), transformando os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) de mero acesso à informação a locais para produção de conhecimento.

No que concerne à avaliação da aprendizagem em cursos on-line, os AVA dispõem de inúmeros indicadores de desempenho tais como gráficos, estatísticas, logs de acesso e mapas de interação. Entretanto, tais indicadores têm gerado sobrecarga de trabalho para quem avalia alunos na modalidade a

distância, especialmente quando se tem uma turma numerosa. Essa sobrecarga tem dificultado a avaliação de caráter formativa (PERRENOUD, 1999), ou seja, aquela que deve ocorrer continuamente ao longo do processo de aprendizagem. Tal forma de avaliar, ao permitir o acompanhamento constante do aluno por parte do tutor, pode ajudar a preencher os espaços que a separação física proporciona e, por conseguinte, reduzir a solidão virtual que acomete cursistas nesta modalidade de ensino. Outra contribuição que se espera desta postura avaliativa é a redução dos índices de evasão.

Trabalhos relacionados ao acompanhamento da aprendizagem on-line em fóruns de discussão é tema de pesquisa que tem despertado e motivado o desenvolvimento de ferramentas e processos voltados à avaliação da troca de mensagens por cursistas e tutores em curso a distância.

Para prover suporte à avaliação qualitativa, pesquisas de natureza tecnológica buscam suprir o desafio de uma avaliação formativa em EaD através das técnicas de monitoração por multiagentes inteligentes e das técnicas de mineração de dados e rastreamento das ações dos aprendizes fornecendo listagem dos arquivos de acessos (Logs) (LACHI, 2003; OTSUKA e ROCHA, 2005; SILVA et al., 2001; TAROUCO et al., 2000; ZAIANE e LUO, 2001).

Outras pesquisas apontam para formas alternativas de caráter metodológico, como a categorização de mensagens (LOPES, 2007; GEROSA et al., 2004). David et al. (2007) abordaram um modelo de avaliação sócio-interacionista, centrado na aprendizagem e não meramente em indicadores de desempenho. Vasconcelos et al. (2008) constataram o caráter qualitativo desse modelo por promover uma avaliação baseada no resultado das interações. Entretanto, tais modelos apresentam dificuldades na hora de computar o resultado das avaliações por basearem em instrumentos manuais de avaliação, o que torna cansativa a tarefa do professor ou tutor.

Apresenta-se neste artigo o indicador de aprendizagem Learning Vectors (LVs) como uma proposta de instrumento de avaliação que possibilita o acompanhamento constante e a regulagem das aprendizagens oferecendo suporte semi-automatizado à avaliação formativa (SALES, 2008). O artigo está estruturado da seguinte forma: a seção 2 trata da concepção dos LVs, na seção 3 aborda-se a modelagem do LV Fórum e trata do desenvolvimento em PHP do módulo de avaliação inserido no ambiente MOODLE, a seção 4 apresenta experiências de aplicação dos LVs em cursos online, e por fim, são apresentadas as considerações finais e as perspectivas de trabalhos futuros.

2 – Os Indicadores de Aprendizagem Learning Vectors (LVs)

LVs são representações geométricas vetoriais concebidos para auxiliar o processo de avaliação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). Como

instrumento de avaliação online, os LVs reúnem aspectos qualitativos e quantitativos no acompanhamento de desempenho do aluno/usuário. Eles podem possibilitar feedbacks constantes das ações do aprendiz no ambiente virtual de aprendizagem, além de reduzir a sobrecarga gerada para o professor-tutor em cursos a distância.

A participação do aluno no fórum, por meio de inserção de mensagens, serão avaliadas continuamente pelo professor-tutor, segundo uma escala Likert de 6 pontos baseada em critérios de apreciação e associada a uma escala icônica (Figura 1):







LV Ícone	CATEGORIZAÇÃO DAS MENSAGENS/ARQUIVOS ANEXADOS
	Muito Bom • Reflexões aprofundadas; Interações/Postagens por meio de "Mensagens/Arquivos anexados" que podem apresentar, além de respostas e comentários, significativos questionamentos, ou mesmo, sínteses de idéias que surgem na discussão/aprendizagem do tema proposto, gerando mais interações.
	Bom • Boas reflexões; Interações/Postagens por meio de "Mensagens/Arquivos anexados" que apresentam respostas e comentários significativos para discussão/aprendizagem do tema proposto.
	Regular • Razoáveis reflexões; Interações/Postagens por meio de "Mensagens/Arquivos anexados" ainda limitados e de forma superficial acerca do tema proposto para a discussão/aprendizagem.
	Fracó • Reflexões vazias de conteúdo; Interações/Postagens por meio de "Mensagens/Arquivos anexados" que pouco agregam valor à discussão/aprendizagem do tema proposto.
	Não Satisfatório • Aprendiz que assume posição passiva; Interações/Postagens por meio de "Mensagens/Arquivos anexados" que em nada contribuem para a discussão/aprendizagem do tema proposto limitando-se a enviar mensagens de concordância ou arquivos anexados sem originalidade.
	Mensagens/Arquivos anexados não avaliados • Não se fez presente. • Mensagens de esclarecimentos, saudações, recados, e agradecimentos.

Figura 1 – Escala Likert-Icônica

Sempre que o aluno/cursista fizer alguma inserção no fórum, aparece a escala para ser preenchida (figura 2).



Figura 2 – Apresentação da Escala Likert-Icônica no ambiente MOODLE

Ao clicar em um destes LV Ícones o professor-tutor envia seu parecer sobre a mensagem do aluno, que será endereçada somente para o emissor da mensagem que será o único aluno a visualizar a ação do tutor.

Por se tratar de um ente matemático vetorial o ângulo que o LV Fórum forma com a vertical variará em função do desempenho do aluno/cursista durante as atividades. Seu valor será múltiplo do ângulo padrão α definido como $7,5^\circ$ por ser um ângulo que divide o ângulo de 90° em partes iguais.

Devidamente normalizado numa escala de 0 a 10, a nota do Fórum será representada pelo módulo do componente horizontal do LV Fórum. O componente horizontal (Q) do vetor LV Fórum revela a positividade de desempenho do aluno, enquanto ao componente vertical (Q') associa-se a negatividade de desempenho do aluno. A relação entre estes fatores, positividade-negatividade (FREDRICKSON e LOSADA, 2005; ARAÚJO e FILHO, 2005), denominado Fator β , revelam a natureza qualitativa do LV Fórum. Devidamente adaptado aos LVs, tal fator relaciona os resultados positivos e negativos das contribuições dos alunos nas atividades colaborativas desenvolvidas (Figura 3).

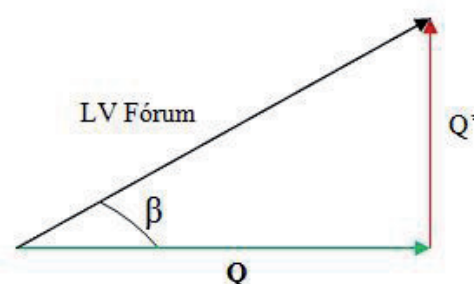


Figura 3 – Fator β

Quanto maior a projeção horizontal do vetor LV Fórum e, portanto quanto menor o ângulo β , maior a qualidade das interações do aluno/cursista.

A seção a seguir trata da concepção dos LVs sob a ótica da modelagem matemática necessária ao seu desenvolvimento.

3 – Modelagem do LV Fórum

Inicialmente para que se concebessem as equações matemáticas que modelam o LV Fórum foram classificadas as inserções de mensagens por parte do aluno.

No LV Fórum, As mensagens avaliadas pelo professor-tutor podem ser classificadas em interação principal (IP), interação secundária (IS) e interações além de IP e IS.

Denomina-se P_0 à primeira Interação Principal (IP) postada no Fórum, ou seja, a mensagem que revela a compreensão do aluno/interagente acerca do tema em discussão. Sua categorização associada à escala Likert – Icônica é mostrada na Figura 4.






Categorias		P ₀ /Ângulo	
(1)		0α	0-0°
(2)		2α	2-15°
(3)		4α	4-30°
(4)		6α	6-45°
(5)		8α	8-60°

Figura 4 – Primeira Interação Principal no Fórum

Denomina-se N₀ à primeira Interação Secundária (IS) postada no Fórum, ou seja, aquela que vem como resposta, comentário, sugestão, crítica, concordância, etc. a alguma interação principal já depositada no Fórum, com fins de provocar dinamismo nas discussões e gerar mais interações acerca do tema em estudo. Sua categorização associada à escala Likert – Icônica é mostrada na Figura 5.






Categorias		N ₀ /Ângulo	
(1)		0α	0-0°
(2)		1α	1-7,5°
(3)		2α	2-15°
(4)		3α	3-22,5°
(5)		4α	4-30°

Figura 5 – Primeira Interação Secundária no Fórum

A primeira interação principal (P₀) (Figura 4) tem, correspondentemente a cada categoria, peso maior comparado à interação secundária (N₀) (Figura 5). Esta medida é para que o aluno se posicione em relação ao tema central do fórum e não fique apenas comentando as mensagens já depositadas. Se, após o aluno postar suas primeiras interações primária (P₀) e secundária (N₀), o mesmo atingir o limite de 12α ou 90°, o LV Fórum registra o valor máximo para aquela atividade e cessa seu incremento, visto que a direção do mesmo será a horizontal e seu módulo terá valor máximo.

Para interações além de IP e IS caso o aluno não tenha atingido o limite de 12α, para cada nova interação qualificada com categoria (3), (4) ou (5), o vetor é incrementado de 1α (o vetor LV Fórum gira de α e seu módulo cresce de uma unidade) até que se complete o limite supracitado. Mas para cada

interação categorizada com categoria (1) ou (2), o vetor LV Fórum gira no sentido anti-horário de um ângulo $\alpha/2$ sem modificar seu módulo, até o limite de 90° .

Note que esta medida incita a interatividade, uma vez que, não se atingindo o limite de 12α , o aluno procurará fazer inserções com mais qualidade nos fóruns no intuito de atingir uma maior pontuação.

Os números P_0 e N_0 , respectivamente relacionados à interação primária (IP) e interação secundária (IS), que precedem os ângulos nas Figuras 4 e 5, juntamente com os acréscimos unitários de 1α , compõem o módulo do vetor LV Fórum.

Numa escala de 0 a 10, a nota de cada Fórum, representada pelo módulo do componente horizontal do LV Fórum (Q ou N_{Fi}), pode ser expressa pela equação (1):

$$NF_i = \left[I_{Fi} * \text{sen} \left(I_{Fi} * \alpha - \varepsilon_F * \frac{\alpha}{2} \right) \right] * \frac{10}{12} \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que:

$i = 1, 2, 3...x$; é o número de fóruns em discussão, sendo x o número total de fóruns do curso;

$$I_{Fi} = \begin{cases} T_{Fi}; & \text{se } T_{Fi} \leq 12 \\ 12; & \text{se } T_{Fi} > 12 \end{cases}$$

$$T_{Fi} = P_{0(i)} + N_{0(i)} + \sum_1^n P_{r(i)} + \sum_1^m N_{s(i)};$$

$P_0(i)$ - primeira IP - pode assumir os valores 0, 2, 4, 6, 8;

$N_0(i)$ - primeira IS - pode assumir os valores 0, 1, 2, 3, 4;

$r = 1, 2, 3...n$, é o número de interações principais (IP) além da primeira (P_0);

$s = 1, 2, 3...m$, é o número de interações secundárias (IS) além da primeira (N_0);

$Pr(i)$ ($Ns(i)$) – são as interações além de $P_0(i)$ ($N_0(i)$) podendo assumir os valores 0 ou 1; Zero caso não hajam mais novas interações além de $P_0(i)$ e $N_0(i)$, ou se a nova interação for classificada nas categorias (1) ou (2), situação em que o contador ε_F , inicialmente com valor zero, é incrementado de uma unidade. O valor unitário 1 é assumido se a interação for classificada nas categorias (3), (4) ou (5);

$\alpha = 7,5^\circ$ é o passo.

O módulo do componente vertical do vetor LV Fórum (Q' ou NF_i') será dado pela equação (2):

$$NF_i' = \sqrt{\left(I_{F_i} * \frac{10}{12}\right)^2 - (NF_i)^2} \quad \text{Eq. (2)}$$

A seção a seguir apresenta uma aplicação deste instrumento de avaliação durante a realização de um fórum de discussão.

4 – Validação e Análise de Resultados

O ambiente virtual escolhido para implementação e realização dos primeiros testes foi o MOODLE, software de licença livre e utilizado no Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará (CEFET-CE) nos cursos da Universidade Aberta do Brasil (UAB). Como o MOODLE é desenvolvido em PHP, esta foi a linguagem de programação utilizada na implementação do LV Fórum. Desta forma, gerou-se um módulo PHP integrável ao ambiente, intitulado Módulo LV.

Aplicou-se o LV Fórum em uma turma de 26 alunos voltada para a formação de tutores da UAB no CEFET-CE. Em um período de 15 dias foram postadas e avaliadas 137 mensagens. O gráfico da Figura 6 mostra o desempenho quantitativo destes alunos.

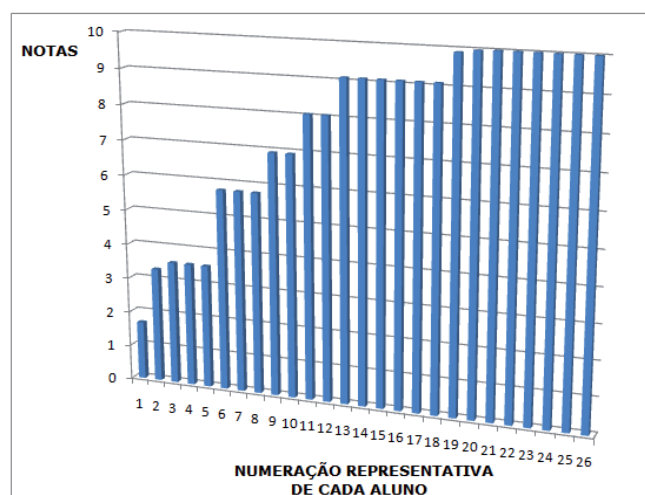


Figura 6: Gráfico representativo das notas nos Fóruns

Observa-se que 10 alunos (Aluno 1 ao Aluno 10) ficaram abaixo da média esperada que era 7. A maioria destes alunos enviaram poucas mensagens passíveis de serem avaliadas, limitando-se a uma mensagem (4 alunos) ou duas mensagens (5 alunos), o que evidencia as poucas interação e troca de mensagens com os demais do grupo de discussão. O Aluno 3 deste grupo tentou superar suas dificuldades e interagir, mas suas mensagens, cinco no total, pouco agregavam valor à discussão. Abaixo (Figura 7) um comparativo de

suas notas com as do Aluno 20, bem como todos os LV ícones atribuídos a ambos.



Figura 7: Notas dos Aluno 3 e 20

Os LV Ícones da Figura 7 apareceram por aluno ao lado de cada mensagem postada no MOODLE, à proporção que o tutor as avaliava e salvava no ambiente. Para o Aluno 3, suas duas primeiras mensagens não tinham relação com o tema em discussão, portanto não pontuaram. Sua terceira mensagem foi categorizada pelo LV Ícone amarelo (nota 1,67), a quarta também pelo LV Ícone amarelo (nota acumulada 3,54) e sua última mensagem foi categorizada pelo LV Ícone Rosa que penalizou com $\alpha/2$ o ângulo de seu vetor fórum, reduzindo sua nota (nota acumulada final $Q_{\text{Aluno 3}} = 3,30$).

O Aluno 20 teve sua primeira mensagem categorizada pelo LV Ícone azul (nota 5,57), a seguir recebeu um LV Ícone verde (nota acumulada 9,09), um LV Ícone vermelho que penalizou com $\alpha/2$ o ângulo de seu vetor fórum, reduzindo sua nota (nota acumulada 8,99), e por fim recebeu um LV Ícone amarelo que elevou sua nota (nota acumulada final $Q_{\text{Aluno 20}} = 9,98$).

O valor do componente vertical do LV Fórum calculado pela equação (2) resulta em: $Q'_{\text{Aluno 3}} = 3,76$ e $Q'_{\text{Aluno 20}} = 0,65$. O Fator β para estes alunos, dado pela relação Q/Q' tem valor dado por: $\beta_{\text{Aluno 3}} = 0,88$ e $\beta_{\text{Aluno 20}} = 15,35$. A análise do fator beta destes alunos é mais um indicador do caráter qualitativo deste instrumento de avaliação. Quanto maior a relação Q/Q' , maior a qualidade de desempenho do aluno.

Durante a realização do fórum e validação dos LVs, percebeu-se seu potencial em possibilitar uma avaliação formativa, à medida que o tutor podia (ao longo do processo de aprendizagem em torno do tema de discussão): indicar caminhos, questionar, corrigir erros e oportunizar aprendizagens para o crescimento do aluno dentro do grupo.

Contribuía também para este processo o desenvolvimento da autonomia de alguns componentes do grupo, que motivados por LV Ícones verdes ou azuis, passavam a interagir mais com aqueles que ainda não haviam atingido um determinado nível de compreensão sobre o tema em estudo no fórum.

A seguir faz-se algumas considerações gerais sobre o instrumento LV e abordam-se as possibilidades de futuros trabalhos.

4 – Conclusões

Um aspecto a ser realçado nos LVs é o fato de ser uma ferramenta de trabalho para tutores que possibilita a geração semi-automática de notas ao final do fórum, à medida que o tutor lê e classifica as mensagens, o sistema automaticamente calcula os escores, o que reduz seu acesso *off-line* ao curso e sobrecarga de trabalho.

O módulo LV foi desenvolvido em PHP e pode ser facilmente integrado a outros ambientes virtuais que utilizem a mesma tecnologia, o que não impede a sua implementação em ambientes que utilizem diferentes linguagens de programação.

O uso dos LVs Ícones associados à escala Likert de apreciação (Mensagem não avaliada – Não Satisfatório – Fraco – Regular – Bom – Muito Bom) e a categorização das mensagens descrita na Figura 1 validam este instrumento de avaliação como uma ferramenta que agrega não só o caráter tecnológico, mas também a indispensável mediação humana.

Como Trabalho futuro pretende-se rever a categorização de mensagens, corrigir possíveis erros e otimizar o LV Fórum. Também pretende-se modelar um novo LV, o LV Chat e aplicá-lo em salas virtuais de bate-papo. Os dois LVs serão usados por tutores para avaliar alunos de cursos da UAB, de modo a verificar sua aplicabilidade na avaliação formativa da aprendizagem.

Referências

- Araújo, L. H. L.; Filho, G. J. L. (2005) Comunidades virtuais de aprendizagem: novas dinâmicas de aprendizagem exigem novas formas de avaliação. In: Simpósio Brasileiro sobre Informática na Escola.
- David, P. B.; Pequeno, M. C.; Silva, A. S. R. da.; Souza, C. F.; Júnior, G. S. V.; Castro Filho, J. A. de; Ventura, P. P. B.; Maia, S. M. (2007) Avaliação da Aprendizagem em Educação a Distância numa Perspectiva Sócio-Interacionista. Anais do XVIII SBIE – Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. São Paulo – SP.
- Fredrickson, B. L.; Losada, M. (2005) *Positive Affect and the Complex Dynamics of Human Flourishing*. *American Psychologist*, vol. 60, no. 7, pp. 678–686.
- Gerosa, M. A., Fuks, H.; Lucena, C. J. P. (2004) Estruturação e categorização de mensagens em ferramentas de comunicação textuais assíncronas. In: WORLD CONGRESS ON ENGINEERING AND TECHNOLOGY EDUCATION - WCETE'2004, 2004, Santos Proceedings... Santos: COPEC/IEEE.
- Lachi, R. L. (2003) Um Agente de Interface para Ferramentas de Bate-Papo em Ambientes de Ensino a Distância na Web. Dissertação de Mestrado, IC/Unicamp.

-
- Lopes, M. S. S. (2007) Avaliação da aprendizagem em atividades colaborativas em EaD viabilizada por um fórum categorizado. 168 f.; il. Dissertação (Mestrado em Informática). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Rio de Janeiro.
- Otsuka, J. L.; Rocha, H. V. (2005) Um modelo de suporte à avaliação formativa para ambientes de EaD. Campinas: Instituto de Computação-Unicamp, jun. 2005. (Relatório Técnico IC-05-11).
- Perrenoud, P. (1999) Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas. Porto Alegre: Artmed Editora.
- Sales, G. L. ; Barroso, G. C. ; Soares, J. M. (2008) O Indicador de Aprendizagem Learning Vectors Como Instrumento Automatizado de Avaliação para Suporte à Aprendizagem em EaD. In: Workshop Sobre Informática na Escola - WIE, 2008, Belém. XVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, v. 1. p. 205-214.
- Silva, D. R.; Seno, W. P.; Vieira, M. T. P. (2001) Acompanhamento do Aprendizado em Educação a Distância com Uso de *Data Mining*. In: Conferência Latinoamericana de Informática, Mérida, Venezuela.
- Tarouco, L.; Marlise, G.; Vit, A. R.; Hack, L. (2000) *Supporting Group Learning and Assessment through Internet*. In: *Trans-European Research and Education Networking Association Conference*, Lisboa, Portugal.
- Vasconcelos, F. H. L., Fernandes, A. C., Oliveira, E. M., Sales, G. L., Almeida, F. S., Rodrigues, H. Z., Castro Filho, J. A. de, Pequeno, M. C. (2008) Avaliação Sócio-Interacionista Aplicada ao Contexto da EaD em Cursos de Graduação Semi-Presenciais Mediado por um Ambiente Virtual de Aprendizagem. Anais do XXVIII Congresso da SBC. WIE - Workshop sobre Informática na Escola, Belém do Pará – Pa.
- Zaiane, O.; Luo, J. (2001) *Towards Evaluating Learners' Behaviour in a Web-Based Distance Learning Environment*. In: Proceedings of ICALT.