

AVALIAÇÃO DE AMBIENTES DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA NO CIBERESPAÇO: DIRETRIZES, MODELO E PRÁTICA

Adriano Pasqualotti¹
Cleide Cogo Koehler²

Resumo. Este artigo apresenta uma proposta metodológica de avaliação dos aspectos pedagógicos e de usabilidade da interface de ambientes de ensino-aprendizagem de probabilidade e estatística disponíveis na web. A análise foi realizada por meio de questionários aplicados a professores de matemática. A modelagem estatística definida para avaliação dos ambientes deriva-se da representação matemática das relações entre as variáveis exploratórias: indicador, dimensão e conceito final. Foram definidos os conceitos e calcularam-se os escores de cada indicador e dimensão para cada ambiente. Como principal resultado da aplicação do modelo de avaliação, constatou-se a necessidade de reestruturação dos ambientes, principalmente em relação aos aspectos pedagógicos.

Palavras-chave: Metodologia; Avaliação; Ambientes; Web; Probabilidade; Estatística.

INTRODUÇÃO

O computador, para uso educacional, apresenta resultados eficientes no processo de ensino-aprendizagem, pois as tecnologias de interação e comunicação permitem criar ambientes que fazem surgir novas formas de pensar e agir. Hoje em dia, o sujeito que

necessita de informação não precisa sair de casa, pois bastam um computador e uma linha telefônica para se ter acesso a textos e imagens construídas colaborativamente por meio do uso de tecnologias digitais de interação no ciberespaço. Entretanto, esse sujeito tem que ter a capacidade de selecionar os ambientes com concepção interacionista que possibilitam a geração de conhecimento (LÉVY, 1993; VIGOTSKI, 1998; HABERMAS, 2003; MORIN, 2005). Dessa forma, um processo de avaliação de software educacional deve ser desenvolvido toda vez que se quiser utilizar um ambiente como um objeto instrucional.

O presente trabalho apresenta uma proposta metodológica de avaliação de ambientes disponíveis na web. O modelo identifica que pontos no processo de ensino e aprendizagem devem ser monitorados e, se necessário, sofrer mudanças em seus procedimentos e métodos. Para alcançar esse objetivo, a proposta propõe o uso dos processos de avaliação somativa (RODRIGUES et al., 2003). Para validação da proposta, foram selecionados para avaliação os ambientes de ensino-aprendizagem de probabilidades e estatística ALEA, ProEstWeb e SEstatNet. Num primeiro momento, procurou-se des-

crever os processos de interfaces dos ambientes (SHNEIDERMAN e PLAISANT, 1998), bem como um método para avaliação de usabilidade da interface e dos aspectos pedagógicos em relação ao uso de meios informatizados no processo de ensino-aprendizagem. Por fim, realiza-se uma análise dos resultados da avaliação de ambientes informatizados de ensino-aprendizagem de probabilidade e estatística na web.

PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM COM O USO DA INFORMÁTICA

Considerando que o ensino e a aprendizagem relacionam-se com o desempenho do professor – sujeito mediador da construção do conhecimento –, é preciso que os processos metodológicos desenvolvidos em sala de aula proporcionem autonomia e criatividade aos alunos abrangidos na ação educacional. Para Borba e Penteadó (2005, p. 15), “muitos advogam o uso do computador devido à motivação que ele traria à sala de aula. Devido às cores, ao dinamismo e à importância dada aos computadores do ponto de vista social, o seu uso na educação poderia ser a solução para a falta de motivação dos alunos”.

Ao fazer uma intervenção pedagógica adequada, o professor pode explorar vários recursos que per-

¹ Doutorando em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Professor do Instituto de Ciências Exatas e Geociências da Universidade de Passo Fundo (UPF); E-mail: pasqualotti@upf.br.

² Especialista em Educação Matemática pela Universidade de Passo Fundo (UPF).

mitem ao aluno construir seu conhecimento por meio do uso do computador. Dessa forma, essa tecnologia significa muito mais do que um recurso no ensino, pois se torna um instrumento de interatividade e criatividade. Segundo Brandão ([s. d], [s. p.]), “os programas didáticos que exploram ao máximo os recursos de multimídia [...] revelam-se [...] excelentes fontes de motivação e de complementação de aprendizagem [...] por promoverem atividades criativas, interativas e de feed-back imediato ao professor. Meirelles (2003, p. 82) afirma que “a comunicação, em nossas sociedades contemporâneas, é uma forma de oportunizar aos sujeitos a interação com o meio, com as novas tecnologias da informação, o acesso a informações e saberes coletivos, que otimizam o uso do tempo e a construção do próprio conhecimento”. Mas é de grande importância o cuidado com os recursos utilizados, pois os programas computacionais voltados para a educação devem contribuir para o aprendizado do aluno, levando-o à construção do conhecimento. Dessa forma, ao trabalhar com ambientes, o professor precisa saber avaliá-los.

AVALIANDO AMBIENTES DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Os autores Sloczinski e Santarosa (2004, p. 70) descrevem a importância da busca de “um guia de análise dos softwares” para que sejam utilizados programas de boa qualidade que possam levar o aluno a construir seu próprio conhecimento. Segundo Bertoletti, Moraes e Costa. (2001), para que um sistema tenha sucesso e seja efetivamente utilizado, é necessário que ele seja útil para um determinado público alvo, seja fácil de aprender e manipular e que a sua interface seja atrativa, chamando a atenção do usuário e estimulando-o. Os autores salientam ainda que a avaliação da usabilidade de interfaces deva ser uma etapa importante dentro do ciclo de vida de um sistema, principalmente tratando-se de um ambiente voltado para a aprendizagem, e seu objetivo é identificar problemas que possam comprometer a interação do usuário com a interface, sendo responsáveis, muitas vezes, por frustração, ansiedade e baixo desempenho. Valente (1989) salienta que, ao se avaliar um software educacional devem ser levados em conta alguns fatores: a existência de uma interação entre o usuário e o sistema; a existência de um diálogo amigável entre eles; a possibilidade do controle do programa pelo aluno; a existência do tratamento de erros; uma programação sólida e efetiva; e a existência de uma boa documentação.

Medeiros e Cybis (2000) realizaram uma análise de diferentes trabalhos para avaliação da usabilidade. Constataram que uma das maneiras de se medir a usabilidade é através da identificação do grau de satisfação dos usuários. Desse modo, a fim de medir o grau de satisfação, foram realizados testes com usuários através de instrumentos organizados em termos de usabilidade da interface e aspectos pedagógicos.

AMBIENTES AVALIADOS: ALEA, SESTATNET E PROESTWEB

O ALEA (Ação Local de Estatística Aplicada) é um projeto desenvolvido pelo Instituto Nacional de Estatística e a Escola Secundária Tomas Pelayo, de Portugal. Esse ambiente de ensino-aprendizagem é uma ferramenta de pesquisa para professores e alunos. O projeto ALEA tem como objetivo disseminar o conhecimento, possibilitando a interação entre aluno-professor e aluno-aluno. No ambiente, encontram-se vários módulos, entre os quais se destacam textos sobre a história da estatística, desafios e sugestões de livros. Estruturá-lo dessa forma permite que o usuário acesse informações sobre estatística e probabilidade num único local. Isso torna não somente a navegação agradável, mas também possibilita a criação de conexões entre os conteúdos trabalhados. A estrutura A Figura 1 apresenta a página inicial do ambiente ALEA.



ALEA constitui-se, no âmbito da educação, da sociedade da informação e da formação para a cidadania, uma ferramenta para a elaboração e disponibilização de instrumentos de apoio ao ensino da Estatística. Ambiente disponível em alea-estp.ine.pt.

Figura 1. Ambiente ALEA.

Já o SEstatNet (Ambiente Flexível de Ensino-Aprendizagem de Estatística por meio da Internet) é um ambiente de ensino-aprendizagem de estatística desenvolvido pelo Departamento de Informática e Estatística da Universidade de Santa Catarina, voltado para estudantes de todos os níveis de ensino. O SEstatNet divide-se em quatro módulos: pesquisa, base de dados, análise de dados e distribuições probabilísticas. Nos módulos, os alunos encontram desde conceitos para a elaboração de projeto de pesquisa até a aplicação e resultados de dados obtidos no projeto. O ambiente permite que alunos e professores possam trabalhar, de forma interativa e construtiva, enviando dados e recebendo os resultados de forma gráfica e numérica. Essa característica torna o SEstatNet um dos mais bem elaborados ambientes para a educação a distância, em língua portuguesa, sobre estatística e probabilidade. A Figura 2 apresenta a página inicial do ambiente SEstatNet.



SEstatNet é um ambiente flexível de ensino-aprendizagem de Estatística por meio da internet. Disponibiliza e aplica procedimentos de descrição, testes de hipóteses e modelos de regressão para variáveis qualitativas e quantitativas. Ambiente disponível em www.sestatnet.ufsc.br.

Figura 2. Ambiente SEstatNet.

Por fim, o ProEstWeb é um ambiente desenvolvido por professores da Universidade de Passo Fundo que tem como objetivo servir de ferramenta para o ensino de probabilidade e estatística no curso de Ciência da Computação. O ambiente divide-se em seis módulos que facilitam ao sujeito a escolha de materiais de apoio referente à probabilidade e à estatística. O ambiente apresenta desafios em forma de questões e, depois de resolvê-los, o aluno tem a possibilidade de conferir as respostas. A Figura 3 apresenta a página de materiais do ambiente ProEstWeb.



O ProEstWeb disponibiliza materiais e desafios sobre probabilidade e estatística, bem como ferramentas de comunicação e interação. Ambiente disponível em vitoria.upf.tche.br/~pasqualotti/sta001/proestweb/ambiente.htm.

Figura 3. Ambiente ProEstWeb.

ATUALIZE SEU CADASTRO



SOCIEDADE BRASILEIRA
DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

VISITE REGULARMENTE
NOSSA PÁGINA

www.sbem.com.br

MÉTODOS E TÉCNICAS: INSTRUMENTOS, DIRETRIZES E MODELO DE AVALIAÇÃO

A pesquisa é um estudo de cunho quantitativo, ensejando analisar ambientes de ensino-aprendizagem de probabilidade e estatística disponíveis na internet. Os dados foram coletados através de instrumentos aplicados a professores de matemática do ensino fundamental e médio. Os quatro sujeitos que participaram da avaliação dos ambientes foram selecionados pelos autores, de maneira aleatória, entre um grupo de alunos da turma de 2005/2 do curso de especialização em Educação Matemática da universidade. Os instrumentos utilizados na coleta de dados foram divididos em duas situações. O Quadro 1 descreve as questões respondidas pelos professores referentes à usabilidade da interface dos ambientes de ensino-aprendizagem, bem como os seus respectivos pesos.

Quadro 1. Indicadores e pesos da dimensão usabilidade da interface.

1.	Você acha que as opções fornecidas são claras e estão bem identificadas?	10
2.	Você acha que as opções fornecidas estão de acordo com sua tarefa/funcionalidade?	10
3.	O vocabulário facilita a operação do ambiente e está de acordo com a sua funcionalidade?	5
4.	Você consegue facilmente retornar ao início do ambiente?	5
5.	Você consegue facilmente retornar ao ponto anterior em que se encontrava?	5
6.	O ambiente pode lhe fornecer explicação/ajuda do ponto onde você se encontra?	5
7.	Você é capaz de controlar sua interação com o ambiente?	10
8.	Você é capaz de iniciar e parar a apresentação de conteúdos?	5
9.	Você acha que o ambiente atende aos propósitos aos quais se destina?	10
10.	O ambiente é capaz de funcionar mesmo com informações inconsistentes?	5
11.	Quando você digita alguma informação errada, o ambiente lhe avisa?	5
12.	Quando ocorrem erros, as mensagens fornecidas pelo ambiente são adequadas?	5
13.	Você consegue identificar e ter acesso fácil às informações de ajuda do programa?	5
14.	Você acha que os conteúdos apresentados estão facilmente acessíveis?	5
15.	Você acha que os conteúdos estão organizados em termos de localização no ambiente?	5
16.	Você acha que as ferramentas de comunicação são de fácil acesso/uso?	5

O Quadro 2 apresenta o conjunto de indicadores e aos respectivos pesos da dimensão definida para avaliação dos aspectos pedagógicos dos ambientes de ensino-aprendizagem de probabilidade e estatística analisados.

Quadro 2. Indicadores e pesos da dimensão aspectos pedagógicos.

1.	O ambiente oportuniza a colaboração entre os envolvidos?	15
2.	O ambiente prioriza a interação entre os alunos e o professor?	10
3.	As atividades demandam/promoem dos/aos alunos atividades de cooperação?	15
4.	O ambiente propicia ao professor assumir o papel de facilitador/orientador?	10
5.	As atividades propostas estão adequadas ao que se propõe o ambiente?	15
6.	O ambiente fornece ferramentas que possibilitam uma comunicação ágil com os alunos?	5
7.	O ambiente fornece acesso facilitado ao material disponibilizado?	5
8.	O material disponibilizado é correto e apropriado ao público a que se destina?	5
9.	Os recursos disponibilizados contemplam uma variedade de perspectivas do assunto?	10
10.	O material possui qualidade no que se refere à utilização das diferentes mídias?	10

Os aspectos considerados pertinentes à avaliação dos ambientes foram reunidos em uma matriz orientadora construída por meio de indicadores essenciais e coerentes capazes de gerar imagens reais da funcionalidade e do processo pedagógico dos ambientes. Privilegiou-se uma visão macro, evitando-se a excessiva pormenorização,

isto é, não foram consideradas as especificidades de cada ambiente, como, por exemplo, plataforma e linguagem, mas sim uma visão global. Dessa forma, obteve-se uma estrutura que pode ser aplicada para avaliação de todos os ambientes. A matriz contém as dimensões de avaliação e os indicadores constituintes da dimensão. Neste texto, entende-se dimensão como agrupamentos de grandes traços ou características referentes aos aspectos acadêmicos sobre os quais se emite juízo de valor e que, em seu conjunto, expressam a totalidade da avaliação do ambiente de ensino-aprendizagem. Indicadores são as subdivisões ou os aspectos específicos que compõem uma dimensão e que, em conjunto, expressam a situação em que se encontra o ambiente com relação a cada dimensão.

A cada uma das dimensões avaliadas atribuiu-se um conceito, numa escala de cinco níveis, sendo os níveis A e B indicativos de pontos fortes, os níveis E e D indicativos de pontos fracos e o nível C indicativo do mínimo aceitável. A escala utilizada para a valoração dos indicadores é a escala de Likert, que consiste de um conjunto de respostas a afirmações que indicam o grau de concordância ou discordância (MALHOTRA, 2001). O Quadro 3 apresenta as dimensões que compõem o modelo de avaliação dos ambientes de ensino-aprendizagem de probabilidade e estatística analisados, bem como seus respectivos pesos.

Quadro 3. Dimensões de avaliação dos ambientes de ensino-aprendizagem de probabilidade e estatística.

Dimensões	Pesos
Usabilidade da interface	40
Aspectos pedagógicos	60

O Quadro 4 apresenta o conjunto de respostas definidas para cada indicador proposto para avaliação dos ambientes, juntamente com os escores numéricos associados.

Quadro 4. Conjunto de respostas ou afirmações definidas para avaliação.

Escores	Respostas ou afirmações			Conceito
-2	Discordo totalmente	Péssimo(a)	Nunca ou não	E
-1	Discordo parcialmente	Ruim	Poucas vezes	D
0	Nem concordo, nem discordo	Regular	Metade das vezes	C
+1	Concordo parcialmente	Bom (boa)	Muitas vezes	B
+2	Concordo totalmente	Excelente	Sempre ou sim	A

Por exemplo, uma indicação de resposta “Concordo totalmente” denota uma atitude favorável com escore +2 (máximo). A indicação de uma resposta “Discordo totalmente” terá um escore de -2 (mínimo), significando divergência total sobre a afirmativa. A opção “Nem concordo, nem discordo” possui um escore de valor 0 (zero), apontando para uma neutralidade, ou seja, falta de convicção para concordar ou discordar em relação à afirmativa. Seguindo essa valoração, os escores positivos indicam satisfação e os escores negativos apontam para fragilidades, pontos que requerem melhorias.

CALCULANDO ESCORES E DEFININDO CONCEITOS

Calcula-se a média aritmética de um e de todo o conjunto de indicadores (MI) que compõem uma dimensão. O conceito de uma dimensão é definido calculando a média ponderada dos escores dos indicadores que compõem a dimensão (MPD). Para definição do conceito final, utilizam-se os escores das dimensões que compõem o modelo de avaliação proposto neste trabalho, calculando a média ponderada final (MPF). A Figura 4 apresenta as fórmulas para cálculo dos escores, bem como a descrição dos itens que as compõem.

$$MI = \frac{\sum x}{n}$$

$$MPD = \frac{\sum P \times EI}{\sum P}$$

$$MPF = \frac{\sum P \times ED}{\sum P}$$






$\sum x$ = soma dos valores do indicador
 n = total de respondentes do indicador

P = peso do indicador da dimensão
 EI = Escore de um indicador da dimensão

P = peso de uma dimensão
 ED = escore da respectiva dimensão

Figura 4. Fórmulas para o cálculo dos escores.

O escore do indicador (EI) é obtido utilizando-se o valor calculado em MI. Já o escore da dimensão (ED) é obtido utilizando-se o valor calculado em MPD. Por sua vez, o conceito final (CF) da avaliação dos ambientes de ensino-aprendizagem é obtido utilizando-se o valor calculado em MPF. O Quadro 5 apresenta os escores dos indicadores – extraídos ao se analisarem os valores indicados nos intervalos das classes –, bem como os conceitos das dimensões e final.

Quadro 5. Definindo os escores e os conceitos.				
Classes			Escore	Conceito
-2,00		-0,80	-2	E
-0,79		0,00	-1	D
0,01		0,80	0	C
0,81		1,60	1	B
1,61		2,00	2	A

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a média aritmética do conjunto de indicadores das dimensões usabilidade da interface e aspectos pedagógicos dos ambientes de ensino-aprendizagem de probabilidade e estatística analisados.

Tabela 1. Média dos escores da avaliação das dimensões.							
Usabilidade da interface							
Indicadores	Ambientes			Indicadores	Ambientes		
	ALEA	SEstatNet	ProEstWeb		ALEA	SEstatNet	ProEstWeb
1	1,25	1,75	0,50	9	0,75	1,50	0,50
2	1,25	1,75	1,00	10	0,75	1,00	-0,25
3	1,75	1,75	0,50	11	0,75	1,25	-0,25
4	1,00	2,00	2,00	12	1,00	0,50	0,25
5	1,50	1,25	2,00	13	0,75	0,50	1,75
6	0,75	0,25	1,25	14	0,75	1,25	0,75
7	1,50	1,00	0,75	15	0,25	1,75	0,50
8	1,50	1,50	0,75	16	0,50	0,75	1,00
Aspectos pedagógicos							
Indicadores	Ambientes			Indicadores	Ambientes		
	ALEA	SEstatNet	ProEstWeb		ALEA	SEstatNet	ProEstWeb
1	1,25	0,50	0,00	6	0,75	1,50	0,25
2	0,50	0,50	0,25	7	1,25	2,00	0,75
3	0,25	0,25	-0,25	8	1,25	1,75	0,75
4	0,50	1,50	1,00	9	1,50	1,50	0,75
5	0,25	1,00	1,00	10	0,75	0,75	0,25

A Tabela 2 apresenta os escores das dimensões dos ambientes de ensino-aprendizagem analisados, bem como os conceitos das dimensões.

Tabela 2. Definição dos escores e conceitos das dimensões avaliadas.			
Indicadores	Ambientes		
	ALEA	SEstatNet	ProEstWeb
Usabilidade da interface	1,04 (B)	1,29 (B)	0,79 (C)
Aspectos pedagógicos	0,75 (C)	0,95 (B)	0,43 (C)
Geral	0,87 (B)	1,09 (B)	0,57 (C)

A avaliação dos ambientes indicou um escore final para o ambiente ALEA igual a 0,87, o que define um conceito B; o SEstatNet obteve um escore final igual a 1,09, definindo B com conceito final para o ambiente; já o ambiente de ensino-aprendizagem de probabilidade e estatística ProEstWeb obteve um escore final igual a 0,57, o que define um conceito C para o ambiente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do desenvolvimento deste trabalho, foi possível testar a metodologia proposta para avaliação de ambientes de ensino-aprendizagem disponíveis na web. Como principal avanço metodológico para avaliação de softwares, destaca-se o tamanho da amostra necessário para a utilização do modelo de avaliação. Com poucos usuários, foi possível definir conceitos que foram utilizados para ordenar os ambientes numa classificação decrescente. A principal restrição da proposta relaciona-se à não-articulação com modelos de avaliação formativa.

Com a aplicação da proposta, foi possível definir conceitos para cada um dos ambientes de probabilidade e estatística selecionados para a análise. Foram observados os aspectos pedagógicos e de usabilidade da interface dos ambientes analisados. A partir dos conceitos definidos pela metodologia proposta, foi possível verificar os pontos positivos e negativos. Nos três ambientes analisados, existem pontos que necessitam de melhorias, como a manutenção regular do ambiente, a linguagem utilizada e recursos que proporcionem maior agilidade na navegação.

Referências Bibliográficas

- BERTOLETTI, A. C., MORAES, M. C. e COSTA, A. C. R. Avaliação do módulo de aprendizagem do museu virtual SAGRES quanto à usabilidade de um software educacional. In: **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação** (SBIE 2001), Vitória, 2001.
- BORBA, M. C. e PENTEADO, M. G. **Informática e educação matemática**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.
- BRANDÃO, E. J. R. [s. d.]. **Informática na educação e educação matemática**. Disponível em: <<http://vitoria.upf.tche.br/~brandao/artigo6.html>>. Acesso em: 28 maio. 2006.
- HABERMAS, J. **Direito e democracia: entre facticidade e validade**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2003.
- LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Trad. Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: 34, 1993.
- MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. Trad. Nivaldo Montigelli Jr. e Alfredo Alves de Farias. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- MEDEIROS, M. A. e CYBIS, W. A. Método de avaliação de usabilidade de software a partir da satisfação de usuários e da aplicação de quesitos da norma ISO 9241. In: **Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas de Computação** (IHC'2000), Porto Alegre, p. 93-101, 2000.
- MEIRELLES, M. A inserção Brasileira na era da informação: excluídos digitais ou tecnológicos? In **Informática na Educação: teoria & prática**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 69-83, 2003.
- MORIN, E. **Ciência com consciência**. Trad. Maria D. Alexandre, Maria Alice Sampaio Dória. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- RODRIGUES, M. S. P. et al. Avaliação: sentido e complexidade. In **Avaliação**, v. 8, n. 4, p. 207-219, out./dez. 2003.
- SHNEIDERMAN, B. e PLAISANT, C. **Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction**. 3. ed. Addison-Wesley, 1998.
- SLOCZINSKI, H. e SANTAROSA, L. M. C. Compartilhando e aprendendo junto com o aluno – Experiências de processo mediado pela web. In **Informática na Educação: teoria & prática**, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 63-80, 2004.
- VALENTE, J. A. **Questão do software: parâmetros para o desenvolvimento de software educativo**. Campinas: NIED, 1989.
- VIGOTSKI, L. S. **Formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Trad. José Cipolla Neto et al.; Org. Michael Cole et al. 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.