



Ambientes Virtuais de Aprendizagem: Técnica Quantitativa e Enfoques Pedagógicos

Vera Lúcia Almeida Forbeck¹, Luiz Camolesi Junior²

¹Universidade Paulista (UNIP) – São Paulo, SP – Brasil
Faculdade Drummond - São Paulo, SP – Brasil
vforbeck@uol.com.br

²Faculdade de Tecnologia
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
luizcamolesi@gmail.com

Abstract. *Assess environments focused on distance education is not an easy task, as there are many quirks to be determined, since the pedagogical approach, the profile of those who use, to the user satisfaction. To make this assessment, it is necessary to use techniques, so that it is possible to diagnose the environment corresponds to the expectations of expected operation. For this analysis, we used the model M-Forum, which identifies and provides the dimensions a distance education environment (actor object, activity, time, space, and associations between them), in addition to creating the rules of collaboration which, in conjunction with learning approaches, aids to do an analysis on two groups of teachers who have used the AVA in their classes.*

Resumo. *Avaliar ambientes voltados à educação à distância não é uma tarefa das mais fáceis, pois existem diversas peculiaridades a serem determinadas, desde o enfoque pedagógico, do perfil de quem utiliza, até a satisfação do usuário. Para fazer essa avaliação, se faz necessário o uso de técnicas, de modo que seja possível diagnosticar se o ambiente corresponde à expectativa de funcionamento esperado. Para se obter essa análise, foi utilizado o Modelo M-Forum, que identifica e disponibiliza as dimensões que um ambiente de educação à distância (objeto, ator, atividade, tempo, espaço e associações entre elas), além de criar as regras de colaboração que, em conjunto com enfoques de aprendizagem, auxiliam a fazer uma análise em dois grupos de professores que usaram o AVA nas suas aulas.*

1. Introdução

A integração, no que concerne à interação entre os elementos existentes nos AVAs, é imprescindível, pois, ao avaliarmos os ambientes voltados à educação à distância, uma das formas de termos uma classificação é por meio da interatividade existente neles, uma vez que esta pode ser alta, quando permite ao aluno descobrir com liberdade média, quando as descobertas são guiadas e, baixa, quando é direcionada

conforme Campos (2001). No caso dos ambientes de educação à distância, também é possível empregar critérios ou indicadores que podem ser utilizados em softwares educacionais, sinalizando, por exemplo, os enfoques de aprendizagem que devem ser considerados, a facilidade de uso, as características de interface, as ferramentas de comunicação (chat, fórum, lista de discussão, entre outras), de suma importância, principalmente na área de EAD.

Este trabalho visa realizar uma avaliação em ambiente de educação à distância, partindo da análise específica dos componentes presentes nele. Isso se faz necessário, pois, à medida que temos conhecimento dos componentes ou dos elementos presentes nesse ambiente, conseguimos fazer uma transposição para o modelo que foi utilizado nessa análise, o M-Forum, que identifica as dimensões que um ambiente de educação à distância disponibiliza (objeto, ator, atividade, tempo, espaço e associações entre elas). a construção de regras a partir da linguagem L-Forum. Pode-se empregá-las na análise para a avaliação desse ambiente no que concerne ao grau de interatividade. Por meio da construção dessas regras, foi obtida uma série de matrizes lógicas, representando as referências cruzadas de interação entre elementos dimensionados do ambiente EaD e as próprias regras que regem o funcionamento desse ambiente. Tomando como base essas matrizes, serão definidos os cálculos que permitirão representar as medidas de interatividade para os diferentes aspectos de colaboração como a cooperação do ambiente.

2. Referencial Teórico

2.1. Modelo M-Forum

Para a avaliação de ambientes de educação à distância, este trabalho aplica o modelo M-Forum e também a sua respectiva linguagem formal denominada L-Forum, levando em conta a especificação de regras em ambientes colaborativos estabelecidas por Camolesi e Martins (2006). Atualmente, existem modelos e linguagens de representação definidas para especificar regras, mas não de maneira específica para colaboração. Entre estes modelos e linguagens, é importante citar Kaos, Ponder e Rei Uszok (2004).

O modelo M-Forum permite identificar os elementos dimensionais de um ambiente de educação à distância (objetos, atores, atividades, tempos, espaços), como podemos ver a seguir.

Um **Ator** é um elemento pertencente ao modelo Fórum que representa uma das cinco dimensões, sendo o responsável pela execução de atividades individuais ou sociais. Portanto, se relaciona com objetos, podendo ser um ator ou vários.

A **Atividade** é um elemento de execução que pode ser realizado por um ator ou por um grupo de atores. Eles envolvem normalmente a manipulação ou a transformação de um objeto.

Os **Objetos** representam elementos que constituem conceitos ou entidades do mundo real. Um objeto carrega consigo a representação das características estruturais

e do comportamento do que está representando. As atividades e as operações podem ser realizadas sobre os Objetos, podendo alterar suas características.

Os **Espaços** virtuais tornam possível o "armazenamento" ou a localização de atores e objetos, além das áreas específicas envolvidas em atividades e em operações. Como os demais elementos apresentados nessa seção, os espaços virtuais são imprescindíveis para a modelagem de um ambiente colaborativo.

A formalização básica da dimensão **Tempo** pode estar baseada no conjunto de números naturais (N) para representar anos (Ty), meses (Tm), dias (Td), horas (Th), minutos (Th) e segundos (Ts) no *Tempo* e *Intervalo*. No caso das *Datas*, conjuntos enumerados são usados para representar valores relativos (Tmr , Tdr , Thr , $Tmir$, Tsr) de um determinado calendário.

No M-Forum, as regras de colaboração são estruturas fundamentais para especificar as interações entre atores envolvidos em um ambiente distribuído. Assim, devem ser modeladas de forma eficaz para governar corretamente proibições, obrigações e atividades de dispensas realizadas por atores e os outros elementos. Tendo em vista uma aplicação mais direcionada para o pedagógico, as regras são criadas para uma melhor utilização do modelo. Com esse objetivo, foram definidas quatro medidas no domínio contínuo no intervalo $[-1...1]$.

- Matriz de Relacionamento Direto (ou Matriz Ator x Ator, MAA) - apresenta os relacionamentos de interação entre os atores;

$$\Delta_{\text{relacionamento}} = \left(\left(2 * \sum_{x=1}^{qh} \sum_{y=1}^{qh} MAA_{(x,y)} \right) / (qh^2 - q_{\text{auto}}) \right) - 1 \quad (\text{equação 1})$$

somente se $qh > 1$

Alguns ambientes podem intencionalmente não prever ou impossibilitar a interação entre pessoas no mesmo papel de ator. Nesses casos, a variável q_{auto} deve indicar a quantidade de auto-interações não permitidas (representadas por ●).

- Matriz de Participação (ou Matriz Objeto x Ator; MOA) - apresenta as participações de atores na manipulação de objetos;

$$\Delta_{\text{participação}} = \begin{cases} \text{para } qh \leq qo, \left(2 * \left(\left(\sum_{x=1}^{qo} \sum_{y=1}^{qh} MOA_{(x,y)} - qh \right) / (qh * (qo - 1)) \right) \right) - 1 \\ \text{para } qh > qo, \left(2 * \left(\left(\sum_{x=1}^{qo} \sum_{y=1}^{qh} MOA_{(x,y)} - qo \right) / (qo * (qh - 1)) \right) \right) - 1 \end{cases} \quad (\text{equação 2})$$

somente se $qo > 1, qh > 1$

- Matriz de Politização (ou Matriz Regra x Ator; MRA) - apresenta os envolvimento de atores nas regras;

$$\Delta_{\text{politização}} = \left(\left(2 * \sum_{x=1}^{qr} \sum_{y=1}^{qh} MRA_{(x,y)} \right) / (qr * qh) \right) - 1 \quad (\text{equação 3})$$

somente se $qr > 1, qh > 1$

Matriz de Materialização (ou Matriz Regra x Objetos; MRO) - apresenta os envolvimento de objetos nas regras.

$$\Delta_{\text{materialização}} = \left(\left(2 * \sum_{x=1}^{qr} \sum_{y=1}^{qo} MRO_{(x,y)} \right) / (qr * qo) \right) - 1 \quad (\text{equação 4})$$

somente se $qr > 1, qo > 1$

O processo de preenchimento das matrizes envolve a análise de cada regra ativa, abrangendo exclusivamente as atividades de ensino e de aprendizagem. Os valores 1 devem ser colocados nas respectivas matrizes para indicar a associação entre os elementos. Antecipando as apresentações, foi definida a matriz Ator x Ator (MAA) como aquela que permite representar as interrelações existentes entre os atores de um ambiente. No exemplo da figura 1, as células com valor 0 (zero) não foram representadas, enquanto as células de valor 1 indicam o envolvimento de um ator com outro ator, percebido em, pelo menos, uma regra do ambiente. A partir da matriz MAA, um índice $\Delta_{\text{relacionamento}}$ pode ser obtido, indicando o nível de interação entre esses elementos.

a)		a1	a2	a3	a4
	a1	•			
	a2		•		
	a3			•	
	a4				•

$\Delta_{\text{relacionamento}} = -1$

b)		a1	a2	a3	a4
	a1	•	1	1	1
	a2	1	•	1	1
	a3	1	1	•	1
	a4	1	1	1	•

$\Delta_{\text{relacionamento}} = 1$

Figura 1. Exemplos de Relacionamento Humano

2.3. Interatividade e Regras

Para que seja possível fazer essa análise da interatividade presente nos AVAs, faz-se necessário o uso de técnicas, de modo que, por intermédio delas, o ambiente corresponda à expectativa de funcionamento esperado. Essas técnicas permitem criar indicadores de como esse ambiente se comporta no que se refere aos elementos presentes nele, de tal forma que possibilitem a colaboração em um grupo de trabalho. Nesse sentido, as regras estão sendo criadas de uma forma precisa para permitir uma análise do ambiente e, com isso, proporcionar a governabilidade desse ambiente. Uma

maneira de especificar essas políticas é por meio de linguagens chamadas de “Linguagens de Políticas”.

Além disso, para a avaliação de ambientes de educação à distância, utiliza-se um modelo (M-Fórum) que está em processo de refinamento e também uma linguagem formal (chamada L-Forum) para a especificação das regras. Na construção de regras, deve-se observar que são necessárias políticas cujos objetivos consistem em estabelecer as normas e os procedimentos que devem ser observados nas interações em um ambiente, podendo estar agrupadas com objetivos muito bem delineados.

A Linguagem L-Forum está diretamente baseada nos conceitos apresentados no Modelo M-Forum. Trata-se de uma linguagem formal para a definição de regras que auxiliam a governabilidade de um ambiente colaborativo, podendo trazer diversos benefícios.

Com a construção das regras, tem início uma análise para que seja possível avaliar esse ambiente no que se refere ao grau de interatividade. A partir dessa regra, a técnica proposta consiste em elaborar uma série de matrizes lógicas representando as referências cruzadas de interação entre elementos dimensionados dos ambientes EaD e as próprias regras que são especificadas. Já para as matrizes, serão definidos cálculos que permitirão representar medidas de interatividade para os diferentes aspectos colaborativos dos ambientes.

As quatro medidas já apresentadas demonstram um avanço no processo de medição objetiva dos aspectos da interatividade. No entanto, um passo adicional pode ser realizado por projetistas ou administradores de AVA's na análise de suas necessidades. Esse passo corresponde a algumas combinações das quatro medidas que podem revelar características não visíveis nas análises individuais das medidas de um sistema. Neste contexto de análise das correlações, cabe destacar uma grande oportunidade para estabelecer novas análises de visões de aspectos dos sistemas. Surge, dessa forma, a chance de realizar novos estudos de comportamento interativo e de observação dos resultados práticos.

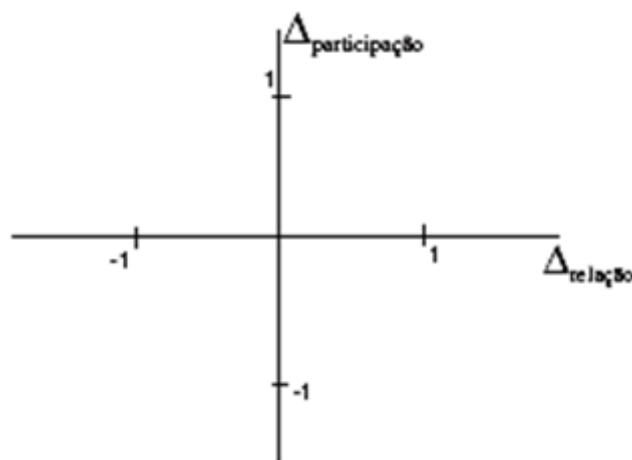


Figura 2. Quadrante de Operabilidade (QO)

Os níveis de cooperação e de colaboração podem ser analisados na correlação bidimensional entre Δ relacionamento e Δ participação. Os valores Δ relacionamento e Δ participação analisados em conjunto permitem uma avaliação do grau de operabilidade de um ambiente. A medida de operabilidade é definida por Ω com valor no domínio cartesiano $QO = (\Delta$ relacionamento, Δ participação), conforme representação na figura 2. Nesse aspecto, um ambiente pode ser considerado totalmente cooperativo se $\Omega = (-1,-1)$, enquanto será totalmente colaborativo se $\Omega = (1,1)$. Entre estes dois extremos, um ambiente é em parte cooperativo e, em parte, colaborativo. Acredita-se que a grande maioria dos AVA's com orientação relativamente equilibrada, intencionalmente ou não, para a cooperação e a colaboração, esteja inserida nesse padrão.

A aplicação de um modelo de regras com a configuração da operabilidade conforme a necessidade possibilita orientar a concepção de um ambiente radicalizado para uma das coordenadas "extremas", ou seja, $(-1,-1)$, $(-1,1)$, $(1,-1)$ ou $(1,1)$. Depende do responsável pelo ambiente, avaliar a sua viabilidade e a sua produtividade. Os valores Δ politização e Δ materialização, analisados em conjunto, permitem uma avaliação do grau de governância de um ambiente. A medida de governância é definida por Ψ com valor no domínio cartesiano $QG = (\Delta$ materialização, Δ politização), conforme mostra a figura 3.

Igualmente à análise anterior, metodologicamente pode ser indesejado desenvolver ou configurar um AVA cuja análise de suas medidas de interatividade o colocaria em QG em coordenadas próximas das "extremidades", $E = \{(-1,-1), (-1,1), (1,-1), (1,1)\}$.



Figura 3. Quadrantes de Governância (QG)

Níveis equilibrados de politização e de materialização podem indicar ambientes com produtividade elevada de aprendizagem, mas essas análises não foram aprofundadas neste artigo.

2.4. Enfoques Pedagógicos

As interações entre os elementos presentes em um ambiente colaborativo são as principais características desse sistema e precisam ser modeladas de modo a orientar os direitos, as proibições e as obrigações nas relações entre os elementos. Na forma de regras, as interações devem estabelecer a ordem e as restrições do que ocorre entre os elementos presentes nos ambientes. Nesse sentido, as regras são normas de orientação para o desenvolvimento (relacionamento) entre os elementos do ambiente. Quando estão sendo usadas, elas propiciam condições para a análise da interação das situações que ocorrem no ambiente entre usuário e ambiente com suas dimensões.

Por esse motivo, ao fazer uma escolha do modelo pedagógico, é preciso definir as regras que irão governar. Cada modelo apresenta possibilidades diferentes na condução da aprendizagem. O enfoque condutivista, por exemplo, privilegia a associação estímulo-resposta, na qual os condutistas acreditam que existe uma realidade objetiva, separada da consciência, e que o indivíduo aprende a conhecê-la por meio dos sentidos. De acordo com essa perspectiva, a aprendizagem se define estritamente pelos comportamentos observáveis. Já no enfoque cognitivista, a aprendizagem ocorre graças a um processo de organização e de reorganização cognitiva do campo perceptual, processo no qual o indivíduo desempenha um papel ativo.

No enfoque construtivista, é o estudante que assume o processo, enquanto o professor assume o papel de apoio, mais do que um transmissor e um detentor do conhecimento. Essa é uma das diferenças dos cognitivistas, uma vez que estabelece a dimensão social na aprendizagem. Também é muito discutido em EaD o interacionismo com variações na sua denominação que, de acordo com Vygotsky (1984), “trata-se de conceber o sujeito como um ser eminentemente social.” Todas essas teorias são compatíveis com o EaD, pois são as exigências das novas formas de relação com o conhecimento em função do caráter relacional dessa proposta. Nesse aspecto, o conhecimento deixa de ser consumido, assimilado passivamente, passando a ser o produto de processos de elaboração e de construção.

3. Método

Como qualquer outro LMS (Learning Management System), o Moodle dispõe de um conjunto de ferramentas que podem ser selecionadas pelo professor, de acordo com seus objetivos pedagógicos. Por isso, serão apresentados elementos e associações do Moodle em duas situações diferentes, conforme Soares (2010), na União das Instituições de Serviços, Ensino e Pesquisa (Unisepe), que avaliou três situações onde foi possível identificar o que exatamente os docentes usaram desse ambiente, conforme demonstra o gráfico 1. No caso em questão aqui, serão considerados apenas os dois extremos.

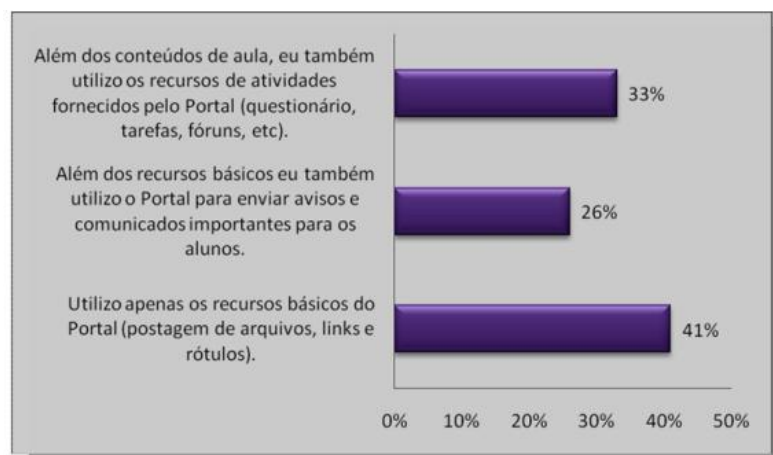


Gráfico 1. Formas de utilização do Portal UNISEPE

Esse esquema foi submetido ao mesmo processo de engenharia reversa para mapeamento das suas regras de interação envolvidas no processo ensino-aprendizagem. No ambiente Moodle da situação 1, foram reconhecidos três atores e três objetos envolvidos em seis regras, enquanto na situação 2, foram reconhecidos três atores e seis objetos envolvidos em 19 regras.

Quadro 1. Situação 1

Atores	1. Professor 2. Aluno 3. Administrador
Objetos	1. Arquivo 2. Link 3. Rótulo
Atividades	1. Anexa arquivo 2. Insere Link 3. Insere Link e outras
Tempo	Data de duração do objeto
Espaço	Sistema

Exemplo de um regra criada para a Situação 1

Anexar Arquivo

Rule AnexarArquivo [active]

{

Parameters: (p:Professor, s:Sistema, ar:Arquivo)

Body:

Rule (AnexarArquivo (ar,s) right); }

Nessa análise que considera os dois extremos, quem usa os recursos básicos é aquele que mais utiliza os recursos do Portal. Pode-se perceber que quem procura utilizar mais recursos, busca também uma aproximação maior com os alunos e com os objetos que foram citados, propiciando ao professor a possibilidade de entrar mais vezes no ambiente, assim como os alunos, tanto para efeito de correção, no caso dos professores, quanto para realizar as atividades propostas, no caso dos alunos.

Na criação das regras, é de suma importância saber como o professor se comporta e qual a postura pedagógica que ele assume. Por exemplo, na Situação 1, o docente considerou somente disponibilizar o material para os alunos terem acesso e

desconsiderou criar interações com os alunos, já que eles utilizam objetos que apenas apresentam informações.

Tabela 1. Medidas de Interatividade na situação 1

	Portal
Δ relacionamento	1
Δ participação	-0,11
Δ politização	-0,33
Δ materialização	-0,33

Quadro 2. Situação 2

Atores	1.Professor 2. Administrador 3.Aluno
Objetos	1. Arquivo 2. Link 3. Rótulo 4.Questionário 5. Tarefas 6. Fóruns
Atividades	Anexa arquivo 2. Insere Link 3. Insere Link e outras
Tempo	Data de duração do objeto
Espaço	Fórum

Exemplo de uma regra criada para a Situação 2:

Cria Questionário

```
Rule CriarTestes [active]{
    Parameters: (p:Professor, s:Sistema, q:Questionario, qu:Questões)
    Body:
    Execution Action (p right create qu);
    Execution Action (s obligation create qu.publicar.q);
    Rule (Questoes.CriaQuestionario (p,qu,q) );
}
```

Na Situação 2, pode-se perceber que o professor se apropria do uso de mais objetos que estabelecem um contato maior com os alunos. Um só objeto como o Fórum pode ter um número maior de regras se for levado em consideração o enfoque pedagógico escolhido, porque é possível criá-lo com diversas configurações ou apenas permitir que o aluno responda o Fórum para abrir outros tópicos, criando, assim, várias formas de participação entre os integrantes.

Tabela 2. Medidas de Interatividade na situação 2

	Portal
Δ relacionamento	1
Δ participação	0,44
Δ politização	-0,09
Δ materialização	-0,70

Pode-se perceber, ao analisar a tabela 1 e a tabela 2, que a Δ participação da situação 1 é 0,11, enquanto a Δ participação da situação 2 é 0,44, o que leva à conclusão que, na situação 2, existe um número maior de objetos sendo utilizados. Ao analisar a Operabilidade (O), que leva em conta o Δ relacionamento e a Δ participação, nota-se na situação 2 uma tendência maior para um ambiente mais colaborativo.

4. Resultados

A partir das análises feitas nesses dois grupos de professores, observa-se que a escolha de um enfoque pedagógico privilegia as interações sociais em conjunto com um ambiente que permita facilidades para que elas ocorram. Com isso, é possível apoiar professores, instrutores, tutores ou outros perfis de usuários de ambiente de aprendizagem na configuração de seus ambientes para a obtenção do melhor modelo de interatividade. Isso é feito com base em regras alinhadas com o modelo de aprendizado mais adequado às necessidades do grupo de usuário.

Além do mais, essa aplicação prática no contexto pedagógico busca reduzir o caráter subjetivo da análise dos ambientes de aprendizagem ao propor e ao apoiar um processo de análise baseada principalmente em dados quantitativos na avaliação e na comparação de diversos ambientes de aprendizagem, reconhecendo aqueles com as características referentes ao nível da interatividade desejada.

5. Considerações Finais

Além das interações envolvendo os atores participantes, é importante também avaliar o quanto o ambiente permite um acompanhamento das atividades que estão sendo realizadas, de modo que ofereça os devidos retornos. Como pode ser observado, por intermédio dessas medidas é possível conhecer melhor um AVA no que se refere ao seu potencial e à adequação à corrente pedagógica escolhida, incluindo a utilização desse conhecimento como referência para a construção de um AVA, com o intuito de fornecer subsídios para os educadores na elaboração das aulas. Nesse contexto, o uso de medidas quantitativas elimina a subjetividade na análise de AVAs.

Adicionalmente, este trabalho procura criar condições para apoiar uma equipe de engenharia de um ambiente de aprendizagem colaborativa no refinamento do projeto, com a possibilidade de estimar os níveis de interação de um sistema em projeto, baseado nas medidas apresentadas. A manutenção ou a reengenharia orientada por regras pode tornar mais rápida a correção ou a evolução do ambiente, com a visualização e a comparação de alterações positivas ou negativas em quaisquer



medidas de interatividade entre as versões de um ambiente. O estudo visa ainda reduzir a subjetividade da análise dos ambientes de aprendizagem ao apoiar um processo de *benchmarking* baseado em dados quantitativos e não qualitativos na avaliação e na comparação de diversos ambientes de aprendizagem colaborativa, reconhecendo aqueles com as características de colaboração intrínsecas desejadas por um grupo ou uma instituição de ensino específica.

Referências

CAMOLESI L. Jr. and MARTINS L. E. (2006) A Model for Interaction Rules to Define Governance Policies in Collaborative Environments, In: Computer Support Cooperative Work in Design, Springer- Verlag, Berlin Heidelberg. Paper... Berlin Heidelberg: Computer Science - LNCS, vol. 3865. W. Shen and Kuo-Ming Chao et al. (Eds.). pp. 11-20.

CAMOLESI L, Jr, FORBECK, V. L. A. Uso de Métrica Baseada em Regras para a Análise da Interatividade dos Ambientes de Educação à Distância nas Atividades de Ensino e Aprendizado. In: XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), 2007, São Paulo.

CAMPOS, G.H.B. Qualidade de Softwares Educacionais. Disponível em: <<http://www.cciencia.ufrj.br/Publicacoes/Artigos/EduBytes95/QualidadeSE.htm>> . Acesso em 25 jun. 2007.

CASTILHO, R A F . A incorporação de ambientes virtuais de aprendizagem no ensino superior : Um estudo na Universidade Estadual de Campinas. 2005. 137 f. Dissertação (Mestrado em Multimeios) – Instituto de Artes, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

FORBECK, V.L.A. Análise da Interatividade em Ambientes Virtuais de Aprendizagem usando Métricas baseadas em Regras. 2008. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Metodista de Piracicaba UNIMEP, Piracicaba, 2008.

KUUTI K. Activity Theory as a Potential Framework for Human-computer Interaction Research. In: B.Nardi (ed.): Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction: MIT Press. Cambridge. 1995.

SILVA, A.E. A., Material da professora. Disponível em: <<http://www.unimep.br/~aeasilva/regesp.pdf>> Acesso em 10 de dezembro de 2008.

SOARES, J. V. R. (2010). Vantagens da Utilização do Ambiente Virtual de Aprendizagem no Ensino Superior Presencial. Monografia SENAC-Curitiba.

USZOK A. et al. Semantic Web Language for Polity Representation and Reasoning: A Comparison of KaaS, Rei and Ponder. In: III International Semantic Web Conference – ISWC 2004, 3., Hiroshima – Japão, 2004 .

VYGOTSKY, L. S. (1984) A Formação Social da Mente. São Paulo: Martins Fontes.