



**OBJETOS DE APRENDIZAGEM INTERATIVOS:
PARTICIPAÇÃO E DESEMPENHO DE ESTUDANTES DE CIÊNCIAS**

INTERACTIVE LEARNING OBJECTS:
PARTICIPATION AND PERFORMANCE OF SCIENCE STUDENTS

OBJETOS EDUCATIVOS INTERACTIVOS:
LA PARTICIPACIÓN Y EL DESEMPEÑO DE LOS ESTUDIANTES DE CIENCIAS

*Ivan Ramos Pagnossin¹
Carolina Magalhães Costa Cavalcanti²
Roberta Takahashi Soledade³
Gil da Costa Marques⁴*

RESUMO: Por causa da crescente presença das tecnologias digitais em atividades do dia a dia, relatos de seu emprego na educação têm sido feitos, no Brasil e no exterior. A criação e utilização de objetos de aprendizagem cada vez mais interativos surgem como alternativas aos materiais didáticos comumente adotados na Educação a Distância – EAD –, como videoaulas, textos e questionários. Visando contribuir com esse cenário, este trabalho apresenta resultados qualitativos e quantitativos de participação e de desempenho de estudantes do curso semipresencial de graduação em licenciatura em Ciências, pelo convênio entre a Universidade de São Paulo e a Universidade Virtual do Estado de São Paulo, em atividades de aprendizagem on-line baseadas em objetos de aprendizagem interativos que simulam situações-problema. Entre outros resultados, identifica quantitativamente a correlação existente entre participação e avaliação e entre desempenho e avaliação, e define diretrizes e estratégias para promover a utilização e avaliação destes recursos em cursos EAD e semipresenciais.

PALAVRAS-CHAVE: Educação a distância. Ensino de ciências. Objeto de aprendizagem. Avaliação da aprendizagem.

ABSTRACT: Due to the growing presence of digital technologies in day-to-day activities, reports of its use in education have been made in Brazil and abroad. The creation and use of increasingly interactive learning objects emerge as alternatives to the teaching materials commonly adopted in distance education such as instructional videos, texts and questionnaires. Aiming to contribute in this scenario, this work presents qualitative and quantitative results of participation and performance of students of the undergraduate blended science teaching course, that exists by a partnership between Universidade de São Paulo and Universidade Virtual do Estado de São Paulo, in the use of interactive learning objects based on situation-problems. Among other results, this work identifies a quantitative correlation between participation and evaluation, and between performance and evaluation. It also sets guidelines and strategies to promote the use and evaluation of these resources in distance learning and blended courses.

¹Físico, mestre e doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo. Pesquisador do Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada (CEPA) da USP e professor do Instituto de Física da USP – São Paulo (SP). E-mail: irpagnossin@usp.br

²Pedagoga, mestre em Tecnologias Educacionais, doutoranda em Educação pela USP. Pesquisadora do convênio USP/Universidade Virtual do Estado de São Paulo – São Paulo (SP). E-mail: carolinacavalcanti@usp.br

³Bacharel em Letras pela USP, especialista em educação a distância pelo SENAC e MBA em administração de empresas pela FGV. Pesquisadora do CEPA da USP. São Paulo (SP). E-mail: roberta.tsoledade@gmail.com

⁴Físico, mestre e doutor em Física pela USP. Professor titular do Instituto de Física da USP – São Paulo (SP). E-mail: marques@if.usp.br

Submetido em: 29/07/2014 – **Aceito em:** 20/08/2014.

KEYWORDS: Distance education. Science education. Learning object. Evaluation.

RESUMEN: Debido a la creciente presencia de las tecnologías digitales en actividades del día a día, informes de su uso en la educación se han hecho en el Brasil y en el extranjero. La creación y el uso de objetos de aprendizaje cada vez más interactivos surgen como alternativas a los materiales de instrucción comúnmente adoptados en la educación a distancia como videos didácticos, textos y cuestionarios. Con el objetivo de contribuir a este escenario, este trabajo presenta los resultados cualitativos y cuantitativos de la participación y el desempeño de los estudiantes del curso híbrido de licenciatura en ciencias, ofrecido por la Universidad de São Paulo y la Universidad Virtual de São Paulo, en las actividades de aprendizaje en línea con objetos de aprendizaje interactivos que simulan situaciones problemáticas. Entre otros resultados, se identifican cuantitativamente la correlación entre la participación y la evaluación, el desempeño y la evaluación. Establece pautas y estrategias para promover el uso y la evaluación de estos recursos en cursos de la educación a distancia y híbridos.

PALABRAS CLAVE: Educación a distancia. Enseñanza de las ciencias. Objeto de aprendizaje. Evaluación.

1 INTRODUÇÃO

O uso das novas tecnologias da informação e comunicação na educação tem expandido no Brasil (ABED, 2012, p. 49), em parte por causa da ideia de que muitos recursos tecnológicos, quando aplicados à educação, permitem deslocar o foco do processo de ensino-aprendizagem, do professor para o estudante. Particularmente no que concerne o ensino de ciências, Bizzo e Kawasaki (1999, p. 13) apontam a necessidade de favorecer o desenvolvimento de “capacidades que despertem nos estudantes a inquietação diante do desconhecido, buscando explicações lógicas e razoáveis, amparadas em elementos tangíveis”. Essas ideias advêm da perspectiva construtivista de Piaget (1974), segundo o qual não basta ter contato com o conhecimento para adquiri-lo; é preciso agir sobre ele para transformá-lo.

A partir da perspectiva Piagetiana de aprendizagem, docentes da Universidade de São Paulo – USP – trabalharam conjuntamente com uma equipe multidisciplinar, especializada em produção de materiais didáticos digitais, no desenvolvimento de um conjunto de objetos de aprendizagem digitais interativos – OAs – baseados em situações-problema. Um OA é “um recurso educacional autônomo propenso à reutilização em múltiplos contextos de aprendizagem” (POLSANI, 2003, p. 1).

Os OAs desenvolvidos foram aplicados no curso semipresencial de licenciatura em Ciências do convênio entre a USP e a Universidade Virtual do Estado de São Paulo – Univesp. Os objetivos do desenvolvimento dos OAs nesse contexto eram: (1) adotar e difundir recursos pedagógicos que pudessem favorecer o pensamento crítico, a descoberta e a

verificação prática de como os conteúdos de uma disciplina de ciências poderiam ser aplicados em situações hipotéticas que aproximam o estudante da realidade, (2) determinar diretrizes e estratégias de desenvolvimento e implementação que pudessem promover a participação e a aprendizagem autônoma dos estudantes.

A **Univesp** é um programa criado pelo Decreto nº 53.536, de 9 de outubro de 2008, e foi concebida pelo governo estadual, por meio da Secretaria de Ensino Superior (SES), para desenvolver-se e funcionar em parceria com a USP, Unicamp e Unesp. O curso de licenciatura em Ciências visa formar professores para o Ensino Fundamental do Estado de São Paulo. A primeira turma ingressou em 2010 por meio de um processo seletivo que ofertava 360 vagas. A carga horária do curso prevê um total de 2835 horas de duração, que são cumpridas presencialmente e a distância. A carga horária presencial é cumprida nos polos de atendimento (atualmente, em Jaú, Lorena, Piracicaba, Ribeirão Preto, São Carlos e São Paulo), onde os alunos assistem a aulas presenciais e participam de laboratórios didáticos, aos sábados. Além disso, assistem a programas desenvolvidos pela Univesp TV, sob a coordenação de docentes da USP. A carga horária não presencial é desenvolvida no ambiente virtual de aprendizagem (AVA), em que os estudantes encontram textos, vídeos, OAs, atividades, exercícios, entre outros recursos que visam promover a aprendizagem. Tanto nos momentos não presenciais quanto nos encontros presenciais, os estudantes interagem com tutores responsáveis por mediar o processo de ensino-aprendizagem.

O escopo deste trabalho limita-se à disciplina “Dinâmica do movimento dos corpos”, oferecida no primeiro semestre do curso e cuja carga horária é de 60 horas. Os 165 alunos participantes da pesquisa estão matriculados na segunda turma do curso, que iniciou no primeiro semestre de 2012. O conteúdo dessa disciplina foi organizado no AVA em dez tópicos (aulas), cada um deles abordado ao longo de uma semana. Para esse estudo, foram desenvolvidos e aplicados 19 objetos de aprendizagem durante as dez semanas em que a disciplina pesquisada foi ofertada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 OAs embasados em situações-problema na Educação a Distância

A Educação a Distância (EAD), segundo Behar (2009), é uma modalidade educacional caracterizada pela separação física entre os agentes do processo de ensino e aprendizagem no

qual a comunicação ocorre a partir do uso das tecnologias da comunicação e informação. Schlemmer (2005, p. 31) avança em relação ao conceito de EAD, caracterizando-o como

um processo que enfatiza a construção e socialização do conhecimento, assim como a operacionalização dos princípios e fins da educação, de modo que qualquer pessoa, independentemente do tempo e do espaço, possa tornar-se agente de sua aprendizagem, devido ao uso de materiais diferenciados e meios de comunicação que permitam a interatividade (síncrona e assíncrona) e o trabalho colaborativo.

Partimos do pressuposto, assim como Marques e Cavalcanti (2008), que, especialmente quando as mídias e recursos educacionais digitais de qualidade são utilizados em programas a distância, é possível potencializar o processo de ensino-aprendizagem de maneira lúdica e interativa. Para garantir essa qualidade da aprendizagem, faz-se necessária a constante avaliação dos recursos desenvolvidos e dos resultados da sua aplicação nas disciplinas, conforme prescreve o modelo de *design* instrucional aberto (FILATRO, 2008; BEHAR, 2009).

Segundo Polsani (2003), o termo “objeto de aprendizagem” – OA – tornou-se popular por volta de 1994 com os trabalhos do grupo liderado por Wayne Hodgins sobre aprendizagem mediada por computadores. Desde então, inúmeras interpretações e definições foram criadas, sem que se chegasse a um consenso. Mais tarde, Wiley (2000, p. 7) sintetizou essas discussões, propondo a definição mais popular de objeto de aprendizagem digital: “qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para o suporte ao ensino”. Apesar disso, ainda hoje há confusão sobre o assunto, pois a definição de Wiley não deixa claro que a reusabilidade deve ocorrer em contextos de aprendizagem diferentes. Por isso, consideramos a definição de Polsani (2003) mais inteligível por explicitar que os OAs são recursos educacionais que podem ser reutilizados em variados contextos educacionais.

As definições de Wiley (2000) e Polsani (2003) abrangem qualquer recurso, seja ele simples (ilustrações, textos etc.) ou complexo (jogos, simulações etc.), desde que tenha o potencial de ser utilizado em vários contextos de aprendizagem. Realmente, a utilidade desse conceito está menos em separar o que é e o que não é OA e mais em enfatizar a importância de um conceito mais fundamental: o da reusabilidade, como estratégia para promover a utilidade de recursos educacionais digitais.

Os objetos de aprendizagem descritos neste trabalho foram criados com essa premissa. Ademais, eles compõem um subconjunto de OA digitais que denominamos “interativos”, com o intuito de enfatizar o papel ativo que o estudante assume defronte a eles,

em oposição aos objetos de aprendizagem denominados *page-turnings* (HUMMEL, 2004), nos quais o estudante é exposto a uma sequência de páginas (ou *slides*) e frequentemente assume um papel passivo. Outrossim, recursos educacionais tais como exercícios de múltipla escolha, de associação, entre outros, não fazem parte da categoria de OAs interativos, segundo a abordagem adotada na pesquisa. Esta abordagem é apoiada por Silva e Fernandes (2007), que indicam que ao construir, desenvolver e utilizar material digital concebido a partir de uma perspectiva interacionista equivale a valorizar a ação, a reflexão crítica, a curiosidade, o questionamento exigente, a inquietação e a incerteza.

Em consonância com os Parâmetros Curriculares Nacionais (1997) e com Bizzo e Kawasaki (1999) sobre o ensino de ciências no Brasil, além da interatividade, os OAs analisados neste trabalho foram desenvolvidos com o intuito de apresentar situações-problema aos estudantes. Isto é, ao acessar o OA, eles se deparam com uma situação desafiadora que deve ser resolvida a partir dos conceitos trabalhados na disciplina curricular.

Esse desenvolvimento, segundo Torrezan (2008) e Filatro (2008), deve estar embasado em um *design* pedagógico/instrucional que busca garantir a existência de uma relação entre fatores gráficos e técnicos (ergonômicos e de programação), pedagógicos e de aprendizagem. Em nosso caso, a concepção dos OA parte do texto-base da disciplina, elaborado pelo professor responsável por ela, propondo situações-problema com configurações de exercícios aleatórios (cada estudante enfrenta um problema distinto de seus colegas, evitando a padronização da atividade e a conseqüente troca de respostas entre os estudantes), valorizando a experimentação do aluno, além de avaliação e *feedback* automatizados, quando possível.

Todos os aspectos acima mencionados estão de acordo com os autores Sampaio e Almeida (2010), que afirmam que o uso do OA interativo para fins educacionais não se limita à transmissão das informações, mas faz com que o aluno seja sujeito ativo de sua própria aprendizagem, na medida em que interage com recursos que permitem a simulação e a prática (TORREZAN, 2008; SILVA e FERNANDES, 2007).

2.2 Avaliação da aprendizagem em ambientes virtuais de aprendizagem

Os processos avaliativos adotados em cursos de graduação semipresenciais possuem várias especificidades, incluindo avaliações no AVA e momentos de avaliação que ocorrem

presencialmente nos polos, segundo estabelecido no Decreto nº 5.622/05, de 19/12/2005. Bassani e Behar (2006, p. 1 e 2) entendem a avaliação da aprendizagem em AVA a partir de três perspectivas: “a) avaliação por meio de testes *online*; b) avaliação da produção individual dos estudantes, c) análise das interações entre alunos, a partir de mensagens postadas/trocadas por meio das diversas ferramentas de comunicação”. Essa avaliação pode ser formativa, quando fornece *feedback* (automatizado ou não) a professores e estudantes sobre o que o aluno aprendeu, necessidades individuais que possui para que possa aprender e os aspectos do ensino precisam ser adequados para individualizar o atendimento ao estudante e resolver as falhas na aprendizagem (DUTRA, TAROUÇO e PASSERINO, 2008).

Neste estudo, entende-se que a avaliação da aprendizagem individual que ocorre a partir da interatividade do sujeito com OA centra-se nas ações do estudante que está sendo avaliado. Essa perspectiva advém da abordagem piagetiana em que o conhecimento é uma construção individual que emana de sua interação com o meio (PIAGET, 1974). Aqui o meio se constitui a partir da interatividade entre sujeito, OA e regras, possibilitando que a avaliação da aprendizagem, no plano individual, leve em conta aspectos quantitativos (desempenho nas atividades) e qualitativos (publicações nos fóruns) (BASSANI e BEHAR, 2006).

3 METODOLOGIA

Este trabalho utilizou como base as contribuições dos estudantes nos fóruns (análise qualitativa) e os registros de participação e desempenho dos estudantes nos OAs interativos e questionários (análise quantitativa), obtidos a partir dos relatórios do AVA. O número total de alunos ativos no primeiro semestre de 2012, quando os dados foram coletados, era de 165.

Neste trabalho, o termo “desempenho” representa uma escala numérica de 0 a 100 pontos percentuais: zero indica que o aluno não conseguiu resolver nenhuma parcela do problema proposto (situação-problema, no caso dos OAs, e questões de múltipla escolha, no caso dos questionários); 100 representa o extremo oposto. A avaliação automatizada dos OAs interativos e dos questionários, que dá origem ao desempenho, foi definida pelos professores responsáveis pelas atividades no AVA e variou ao longo da disciplina, conforme o tema abordado, os objetivos de aprendizagem e, no caso dos OAs interativos, a dinâmica proposta.

Além da análise do desempenho dos alunos, busca-se identificar na pesquisa quais eram os problemas relacionados ao desenvolvimento e ao uso de OA na disciplina, de tal

maneira que fosse possível propor melhorias para a utilização de OA nessa e em outras disciplinas do curso de licenciatura em Ciências, que também usam objetos de aprendizagem similares.

Foram propostos dois tipos de fóruns de discussão na disciplina: nas aulas de 1 a 3, a participação nos fóruns era opcional. Os três primeiros fóruns foram explicitamente relacionados aos OAs e questionavam os alunos sobre a relação dos conteúdos estudados com os OAs propostos. A partir da quarta aula, os alunos contavam somente com o fórum de dúvidas gerais da disciplina, em que poderiam discutir qualquer questão sobre as aulas, inclusive dúvidas relacionadas aos OAs.

Quanto aos objetos de aprendizagem, nas duas primeiras aulas foram meramente expositivos e, por isso, não contavam com qualquer mecanismo de avaliação. Entretanto, a partir da terceira aula todos os OAs utilizavam o *sharable content object reference model* (*Scorm*) *run-time environment* (*RTE*)⁵ – ou seja, *Scorm RTE* –, versão 2004, para reter no AVA (*Moodle*) informações de participação e desempenho dos estudantes.

4 EXEMPLOS DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Nesta seção, são brevemente apresentados dois dos OAs interativos utilizados na disciplina “Dinâmica do movimento dos corpos”. (Veja a Figura 1.)



FIGURA 1 – À esquerda, o OA intitulado “acerte o alvo”; à direita, o OA “engrenagens”.

⁵O *Scorm RTE* é a parte do *Scorm* que padroniza a comunicação entre o objeto de aprendizagem e o AVA. Disponível em: <<http://adlnet.gov/scorm>>. Acesso em: 22 ago. 2014.

O primeiro objeto de aprendizagem utilizado na primeira aula e intitulado “acerte o alvo” (Figura 1), pode ser acessado em midia.atp.usp.br/atividades-interativas/AI-0001⁶. Ele foi desenvolvido com o intuito de abordar o conceito de coordenadas polares. Para isso, o OA apresenta um cenário composto por um alvo e solicita ao estudante que o acerte com um dardo, o que deve ser feito indicando corretamente as coordenadas polares desse alvo. O estudante pode usar a régua e o transferidor, disponibilizados no *software*, para medir as coordenadas com precisão e, com isso, maximizar a pontuação (não a nota) daquela tentativa, mas isso consome tempo – o que lhe rende uma penalidade na pontuação atingida. Para cada nova tentativa, o alvo é reposicionado aleatoriamente e o estudante pode repetir o exercício quantas vezes quiser. Assim, visando maximizar sua pontuação, o estudante deve estimar as coordenadas polares e, dessa forma, desenvolver uma percepção intuitiva das coordenadas polares, objetivo do OA.

O segundo exemplo de OA, utilizado na quinta aula e intitulado “engrenagens” (Figura 1), pode ser acessado em midia.atp.usp.br/atividades-interativas/AI-0073⁶. Ele foi desenvolvido com o intuito de abordar o conceito de movimento circular uniforme. Para isso, o OA apresenta um cenário composto por várias rodas denteadas conectadas. Elas giram menos ou mais rapidamente conforme o raio da roda, e cabe ao estudante determinar a velocidade de uma das rodas, escolhida aleatoriamente pelo *software* e destacada em azul. Para resolver essa situação-problema, o estudante deve medir o período da roda maior e, utilizando as equações do movimento circular uniforme, determinar a resposta. Não é possível medir diretamente a velocidade da roda azul – o que inviabilizaria a proposta do OA –, pois ela gira muito rapidamente e o erro inerente a essa medida é maior que aquele aceito pelo *software*. Ademais, observe o botão “valendo nota”, existente em vários dos OAs abordados nesse trabalho: ele permite ao aluno familiarizar-se com a interface do OA e com o problema, bem como realizar experimentações antes de sinalizar, no seu próprio tempo, que está pronto para ser avaliado, momento em que clica nesse botão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que concerne os objetos de aprendizagem, a disciplina foi dividida em dois “momentos”:

⁶ Acesso em: 3 jul. 2014.

- Aulas de 1 a 4: **OAs opcionais**. Nestas aulas, que correspondem às semanas de 1 a 4, os OAs disponibilizados no AVA não contabilizavam nota na média da disciplina. Nestas aulas a utilização dos OAs era opcional e os alunos foram informados sobre isso.
- Aulas de 5 a 9: **OAs obrigatórios**. Nestas aulas os OAs passaram a contabilizar nota na média e, por conseguinte, tornaram-se obrigatórios. (Novamente, os alunos foram informados sobre isso.)

A aula 10, a última, não foi considerada na análise por se tratar de uma aula de revisão, que precedia a semana de provas finais do semestre, embora ela também apresentasse alguns OAs.

5.1 Participação e desempenho aula a aula

Nas aulas 1 e 2 empregou-se objetos de aprendizagem que não recolhem informações sobre as ações dos estudantes, tais como participação (acesso) e desempenho. Em razão disso, nesse período utilizou-se os fóruns temáticos opcionais como fonte de dados. Foi apenas a partir da terceira aula que os objetos de aprendizagem passaram a avaliar a participação (acesso) e o desempenho dos alunos, e a comunicá-los ao *Moodle* via *Scorm 2004 RTE*. Apesar disso, somente a partir da quinta aula essa pontuação passou a render nota na média do estudante, conforme explicado na seção anterior.

5.1.1 OAs opcionais

Aula 1: Foram disponibilizados cinco objetos de aprendizagem, além do fórum temático associado a eles. Sessenta alunos participaram dos fóruns, o que corresponde a aproximadamente 36% dos 165 alunos ativos na disciplina. Desses, 11% abordaram questões não relativas aos OAs, enquanto os demais 89% relacionaram o conteúdo da aula com as atividades interativas, inclusive sinalizando que os OAs contribuíram para a melhor compreensão do tema da aula. Por exemplo:

Aluno 1: As atividades interativas desta semana contribuíram muito para a plena compreensão dos conceitos apresentados nesta aula. A que mais me impressionou foi a "Acerte o alvo", uma atividade divertida e ao mesmo tempo instrutiva. [sic]

Aluno 2: De fato as atividades contribuíram muito para a compreensão do tema coordenadas, com elas foi possível aplicar na "prática" o conhecimento teórico que adquirimos sobre coordenadas. [sic]

Aula 2: Foi disponibilizado apenas um objeto de aprendizagem e o fórum temático associado a ele. Desta vez, 55 alunos participaram do fórum (33% dos alunos ativos). Desses, 100% estabeleceram a relação entre o tema da aula e a dinâmica proposta pelo OA, segundo perspectiva piagetiana (1972), demonstrando nos relatos do fórum evidências de progressos cognitivos a partir de uma perspectiva individual. Por exemplo:

Aluno 3: (...) eu particularmente adoro essas atividades interativas, acho que quando formos dar aula, esses materiais podem ser muito importantes (...) Através dessa atividade, podemos até explicar essas equações horárias, de velocidade, espaço e tudo mais, que muitas vezes os alunos sabem calcular, entretanto não veem muita lógica nisto.

Aluno 4: (...) uma atividade interativa nos ajuda a entender melhor um deslocamento escalar, e em especial quando a bicicleta⁷ vai no sentido positivo ou negativo. Aí conseguimos entender a possibilidade de um deslocamento negativo, em face de um referencial.

Convém enfatizar, como identificou o aluno 3, que os objetos de aprendizagem foram desenvolvidos também com o intuito de serem utilizados pelos estudantes em suas futuras aulas.

Nessas duas primeiras aulas o propósito foi detectar o interesse do aluno em relação aos OAs. Como resultado, embora a participação média nos fóruns tenha sido de apenas 36% dos alunos ativos, as manifestações foram significativas, com 89% deles fazendo os seguintes registros: (1) sinalizando a importância dos OAs para a melhor compreensão dos assuntos estudados, (2) apontando a ludicidade como um fator essencial para a aprendizagem, (3) reconhecendo a necessidade de estudar o conteúdo da aula antes de realizar a atividade e (4) comparando a disciplina com as outras do mesmo semestre que não apresentaram OA.

Cabe observar que a organização dos objetos de aprendizagem na disciplina não impunha qualquer sequência, de modo que, alternativamente ao item 3 acima, os alunos poderiam primeiramente defrontar-se com o desafio proposto pelo OA para então buscar meios para resolvê-lo: no texto, videoaula etc.

Aula 3: Foram disponibilizados quatro objetos de aprendizagem e o fórum temático associado a eles, e, conforme explicado anteriormente, a partir desta aula os OAs passaram a recolher informações de participação (acesso) e desempenho dos alunos, o que permitiu, então, quantificar essas informações – a participação dos alunos em cada OA pode ser vista na Figura 2a, com média de 6,8% entre os quatro OAs da aula 3. Similarmente, o desempenho é apresentado na Figura 2b, com média de 66,5%.

⁷Disponível em: <<http://midia.atp.usp.br/atividades-interativas/AI-0049>>. Acesso em: 3 jul. 2014.

A Figura 2 ilustra ainda uma distinção entre os alunos que optaram por participar (ao menos uma vez) dos OAs ainda no primeiro “momento” (aulas de 1 a 4), isto é, quando eles ainda não valiam nota (identificados por “grupo 1” na Figura 2) e os demais estudantes, ou seja, que se engajaram nos OAs apenas quando eles passaram a contabilizar nota na média, nas aulas de 5 a 9 (“Grupo 2” na Figura 2).

Ainda na terceira aula, 33 alunos participaram do fórum temático (21% dos alunos ativos na disciplina). Comparando essa informação com a participação de apenas 6,8% dos alunos nos OAs, podemos concluir que 14,2% desses alunos apenas acessaram o OA, sem de fato resolver o problema proposto nele.

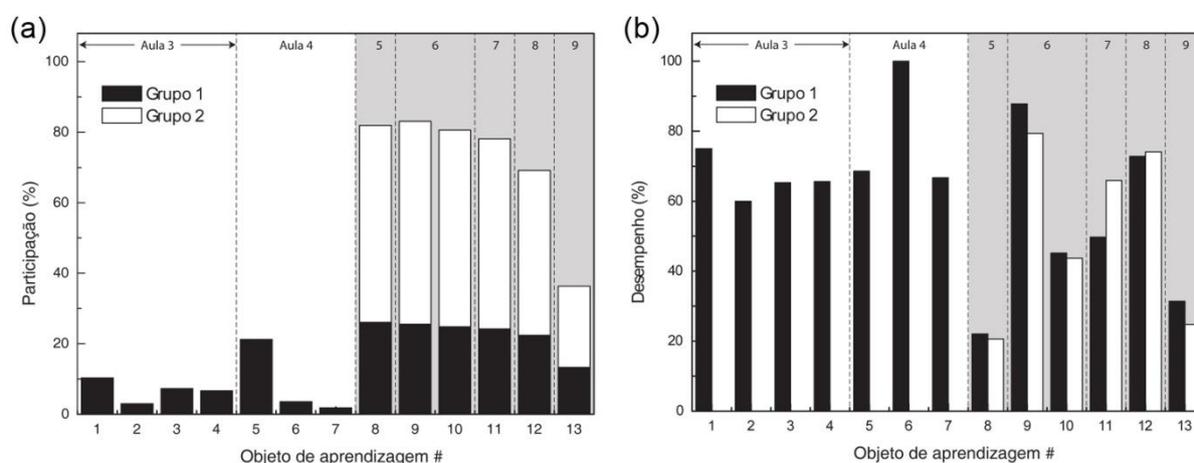


FIGURA 2 – (a) Participação e (b) desempenho dos alunos nos objetos de aprendizagem.

Outro dado coletado nos fóruns foi as dificuldades levantadas pelos alunos para entender a dinâmica dos OAs, por exemplo:

Aluno 5: Tive muita dificuldade em fazer as atividades, achei muito confusas, apenas a primeira “versores da base polar”, obtive certa facilidade e certamente aplicaria em sala de aula, pois acredito que facilitaria muito o aprendizado. Talvez as demais nem sejam tão complicadas assim, mas não consegui assimilar o exercício. Mas valeu a tentativa de executar as tarefas, espero que em sala de aula possamos esclarecer estas dúvidas.

Aula 4: Foram disponibilizados três OAs. A participação e o desempenho em cada um deles também podem ser vistos na Figura 2. A partir desta aula não havia mais um fórum temático associado aos OAs, de modo que os alunos utilizaram o fórum de dúvidas da disciplina para apresentar suas ideias e dúvidas sobre o tema da aula da semana. Contudo, não houve qualquer comentário acerca dos OAs.

De modo geral, notou-se nas participações nos fóruns que os alunos sinalizaram dois problemas pontuais: dificuldades para entender o funcionamento dos OAs e problemas técnicos para acessá-los. No primeiro caso, verificou-se que muitas das respostas para as dúvidas em relação ao funcionamento dos OAs eram respondidas no tutorial explicativo do OA. De fato, as perguntas demonstraram claramente que o comportamento geral dos alunos foi o de realizar as atividades sem ler previamente as instruções, buscando entender a sua dinâmica por meio da prática. No que concerne os problemas de acesso, eles foram ocasionados pelo fato de os alunos não utilizarem os navegadores de internet recomendados para acessar o curso (e informados no início do semestre).

5.1.2 OAs obrigatórios

Aula 5: Foi disponibilizado o primeiro OA obrigatório intitulado “engrenagens”. (Vide sessão “Exemplos de objetos de aprendizagem”.) Esse OA foi problemático para os alunos, conforme foi possível comprovar a partir de variados fatores: a) baixo desempenho (22% para o Grupo 1 e 21% para o Grupo 2, na Figura 2a); b) pela análise das postagens no fórum geral; c) pelas conversas entre a equipe responsável pelo desenvolvimento dos OAs com os tutores; d) pela análise das requisições encaminhadas ao suporte técnico.

Um dos principais problemas relatados pelos alunos nos fóruns foi o não entendimento da dinâmica da atividade. Nesse sentido, mais uma vez percebe-se que os alunos não leram com atenção as instruções presentes no OA. Outro aspecto foi a falta de entendimento sobre o conteúdo da aula da semana, o que se refletiu diretamente nos resultados da atividade proposta, pois os alunos não conseguiram realizar corretamente os cálculos necessários para chegar ao resultado correto. Portanto, houve uma conjunção entre a falta de compreensão do OA e a falta de conhecimento teórico do conteúdo da aula. Neste caso, pode-se inferir que, por ser o primeiro OA a valer nota, ocasionou desconforto na turma que estava acostumada a acessar esses recursos como atividades complementares, sem se preocupar com a avaliação.

Aula 6: Foram disponibilizados dois objetos de aprendizagem. O primeiro era o “tiro ao alvo”⁸ (não confundir com o primeiro OA, intitulado “acerte o alvo”), que dividiu a opinião dos alunos, por exemplo:

⁸Disponível em: <<http://midia.atp.usp.br/atividades-interativas/AI-0066>>. Acesso em: 25 jun. 2014.

Aluno 6: não bastasse a fatídica atividade da semana passada “engrenagens” em que todos reclamaram porque quase ninguém conseguiu acertar aquilo, nesta semana somos contemplados com a atividade “tiro ao alvo”.

Aluno 7: (...) gostaria de (...) elogiar também a equipe que fizeram a atividade do tiro ao alvo e do avião⁹, muito bem bolado (...) E imaginar que podemos aprender tanto com os jogos.

O desempenho médio dos alunos nesse OA foi de 88% para o Grupo 1 e 79% para o Grupo 2 (Figura 2a), o que significa que a maior parte deles compreendeu muito bem a ideia da atividade, realizando-a com sucesso.

O outro OA adotado nesta aula foi o da “queda livre”, referenciado pelo aluno 7 como a “atividade do avião”. Nele, o desempenho médio foi de 45% para o Grupo 1 e 44% para o Grupo 2. Como esse OA apresenta interface e funcionamento similares aos dos demais OAs, acredita-se que esse desempenho, notoriamente mais baixo que os demais, deva-se realmente a uma falha de apreensão de conceito (especificamente, o da independência dos movimentos horizontal e vertical).

Aulas 7 e 8: Os dois OAs (um em cada aula) disponibilizados são consideravelmente mais complexos que os demais adotados na disciplina e usam uma abordagem diferente, apresentando instruções textuais extensas sobre como utilizá-los, além de guiar os estudantes nos conceitos da aula¹⁰. Como consequência e apesar da complexidade extra, observamos uma melhoria significativa no desempenho (Figura 2b), particularmente no Grupo 2.

Aula 9: Observou-se novamente um baixo desempenho no único OA disponibilizado, comparável ao da aula 5, com uma média de 33% para o Grupo 1 e 25% para o Grupo 2 (Figura 2b). Além disso, como já foi mencionado, chama a atenção que esta atividade teve participação claramente inferior em relação às demais, apresentando aproximadamente metade dos acessos das atividades anteriores. É possível inferir que isso ocorreu por causa da proximidade do final do semestre letivo e à consequente preocupação com as provas presenciais, que fez com que os alunos dedicassem menos tempo aos OAs.

5.2 Visão geral da participação

Observando-se a Figura 2a, é possível identificar duas situações distintas: aquela composta pelas aulas 3 e 4 (região clara), na qual a participação é baixa (média de 8%); e

⁹Disponível em: <<http://midia.atp.usp.br/atividades-interativas/AI-0072>>. Acesso em: 17 jul. 2014.

¹⁰Disponível em: <<http://midia.atp.usp.br/atividades-interativas/AI-0088>>. Acesso em: 17 jul. 2014.

aquela composta pelas aulas de 5 a 9 (região escura), na qual a participação é evidentemente superior (média de 71%, considerando os Grupos 1 e 2). Essa mudança abrupta, entre as aulas 4 e 5, coincide com a transição do primeiro “momento” da disciplina, no qual os OAs não valem nota, para o segundo, no qual eles contabilizam nota. Esse comportamento sugere claramente uma correlação entre a participação dos alunos e uma possível recompensa: a nota. Esse é um resultado interessante, especialmente como dado objetivo, mas esperado.

Outro fenômeno detectado é que a participação no OA da nona aula foi aproximadamente metade da participação registrada nas aulas de 5 a 8. Isso pode ser consequência da aproximação das provas presenciais no final do semestre, e se esse for o caso, pode-se questionar por que os alunos evadiram-se das atividades baseadas em OAs interativos. Esse questionamento pode ser reforçado ao observar-se a participação dos alunos nos questionários de múltipla escolha obrigatórios, oferecidos em todas as aulas. Em todos eles, a participação foi de 100% – em clara discrepância com a participação média dos alunos nos OAs, mesmo no segundo “momento” da disciplina, quando valiam nota. Para entender esse fenômeno, visando aprimorar a participação dos alunos, outros estudos serão necessários.

5.3 Visão geral do desempenho

A Figura 2b apresenta o gráfico de desempenho dos Grupos 1 (barras brancas) e 2 (pretas) ao longo da disciplina (exceto para as aulas 1 e 2, para as quais não houve coleta de dados por parte dos OAs).

Analogamente ao que foi observado para a participação, também nesse gráfico é possível identificar duas situações distintas, que novamente coincidem com a separação entre OAs opcionais e obrigatórios. No entanto, o comportamento agora é o oposto do observado para a participação; ou seja, na região clara a média foi alta (72%), enquanto na região escura ela foi relativamente baixa (51%).

Desse modo, pode-se inferir que há uma correlação entre o desempenho e a possibilidade de recompensa (nota). Em outras palavras, sabendo que poderá ser recompensado – ou penalizado – em um OA qualquer, o aluno tende a obter desempenho menor do que aquele que obteria se não houvesse a recompensa ou penalidade. Por outro lado, como foi constatado na seção anterior, quando não há uma recompensa, os alunos tendem fortemente a não participar da atividade.

É possível argumentar que a queda no desempenho tenha origem na evolução de complexidade dos temas abordados nas aulas. No entanto, esse argumento não se sustenta, pois (1) os tópicos abordados na disciplina têm pouca interdependência. Além disso, (2) a queda no desempenho não é progressiva, como deveria ser o aumento da complexidade, e mesmo que fosse, (3) o desempenho dos alunos nos questionários (Figura 3) evidencia que não houve aumento ou redução da complexidade, corroborando o argumento (1) acima.

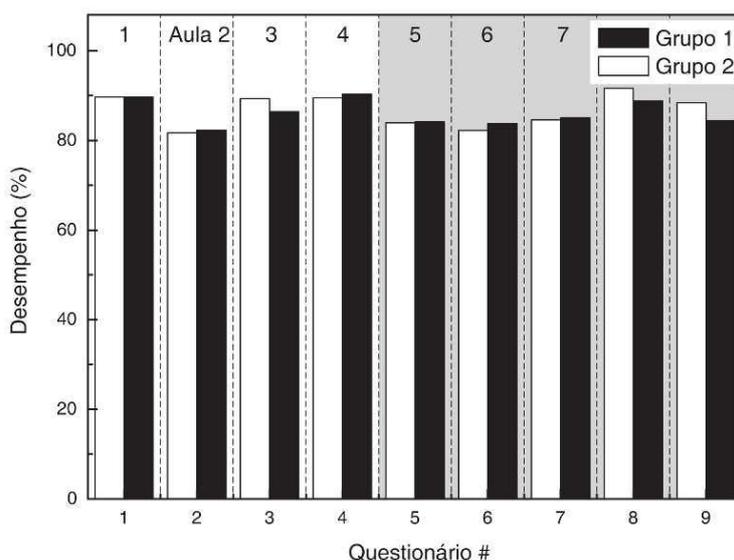


FIGURA 3 – Desempenho dos alunos nos questionários. A participação foi de 100%.

Finalmente, a Figura 3 apresenta o desempenho dos Grupos 1 e 2 nos questionários de múltipla escolha obrigatórios: a média do Grupo 1 foi de 86% (desvio padrão de três pontos percentuais), enquanto a do Grupo 2 foi de 88% (desvio de quatro pontos percentuais). Ou seja, os Grupos 1 e 2 são estatisticamente indistinguíveis nesse quesito. Porém, esse desempenho é notoriamente superior ao desempenho médio observado nos objetos de aprendizagem, especialmente quando eles valem nota (região escura da Figura 3). Novamente, esse fenômeno não pode ser explicado por este trabalho, mas demanda outros estudos, com o intuito de aprimorar a eficiência dos OAs como um recurso de apoio à aprendizagem do aluno.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resultado mais evidente deste trabalho é que a participação dos estudantes nas atividades de aprendizagem *on-line* baseadas em objetos de aprendizagem digitais interativos

foi aproximadamente dez vezes maior quando havia uma nota associada a elas. Por outro lado, a esse incentivo está associada uma pequena – mas perceptível – queda no desempenho que pode ser atribuída à ansiedade inerente ao processo de avaliação associada aos OAs (a partir da aula 5 da disciplina). O desconforto dos estudantes em relação à avaliação de seu desempenho no AVA também pode ser detectada nas mensagens do fórum, conforme descrito na seção “OAs obrigatórios” deste trabalho.

Uma possível solução para lidar com o problema da ansiedade dos alunos em relação a OAs avaliativos é o uso orientado, com intencionalidade pedagógica, do botão “valendo nota”, mencionado na seção “Exemplos de objetos de aprendizagem”. O botão permite ao estudante familiarizar-se com a interface e funcionamento do OA, bem como experimentar sua apreensão dos conceitos-alvo, antes de – no seu tempo – ser avaliado. Essa abordagem pode ser particularmente útil no caso de avaliações automatizadas conjugadas com situações-problema personalizadas, pois isso dá liberdade ao aluno. Por exemplo, ele pode permanecer em “modo exploratório” até as vésperas da conclusão da disciplina antes de migrar para o “modo de avaliação”. Essa intervenção deve ser feita no desenvolvimento de cada objeto de aprendizagem.

Realmente, esse recurso estava presente na maioria dos OAs utilizados na disciplina. Porém, ele foi apresentado aos alunos apenas nos tutoriais de cada OA, que por sua vez foram ignorados pelos alunos, conforme expusemos. Assim, é importante que os estudantes sejam **explicitamente** orientados quanto ao uso de OA no início da disciplina ou semestre, período que chamamos de “semana zero”, e que os OAs ofereçam interface e funcionamento homogêneos ao longo da disciplina. Ainda assim, é importante aprimorar também os tutoriais dos OAs, de modo a garantir sua autonomia. Quanto a isso, propõe-se (1) manter a dinâmica dos tutoriais atuais (balões sequenciais com textos curtos), (2) introduzir neles dois botões, “próximo” e “fechar”, e (3) inibir qualquer outra interação até que o tutorial seja encerrado. Desse modo, o aluno precisa manifestar-se explicitamente quanto ao que fazer com o tutorial: prosseguir ou encerrar (até então bastava clicar em qualquer lugar da tela para prosseguir, sem critério, até o fim do tutorial). Adicionalmente, propõe-se (4) registrar até que ponto do tutorial o aluno acompanhou, de modo a obter informações que permitam aprimorar o tutorial e dar suporte aos próprios alunos e educadores.

Concomitantemente, propõe-se valorizar mais a participação do aluno no começo da disciplina, dando menos peso ao desempenho, e inverter essa abordagem à medida que a

disciplina avança. Essa intervenção deve ser feita por meio de configurações do AVA em vez de implementá-la diretamente nos OAs, visando preservar a autonomia deles (TAVARES, 2010).

Por outro lado, a homogeneidade da interface e do funcionamento visa minimizar o tempo gasto pelo usuário para aprender a manipular o *software*; um investimento adverso à proposta do OA. Para que isso seja possível, é preciso prestar atenção à adaptabilidade dos OAs (WILEY, 2000). Mais ainda, acredita-se que isso remeta à ideia de reutilização de códigos-fonte (programas de computador e arquivos de imagens editáveis, por exemplo), como uma alternativa ou complemento à reutilização do OA propriamente dito.

Não obstante todas as ações que se pode tomar com o intuito de promover a utilização de objetos de aprendizagem interativos, há estudantes que simplesmente não gostam desse tipo de recurso. Em vista disso, acreditamos ser importante também disponibilizar materiais didáticos alternativos a eles. Tais materiais devem (1) abordar conteúdos equivalentes aos que são tratados nas OAs, (2) a partir de variadas linguagens (textual, auditiva, visual etc.), (3) e devem ser adotados após a definição de estratégias pedagógicas condizentes com os objetivos de aprendizagem delineados para a disciplina.

Finalmente, convém observar a importância dos tutores e educadores: ao desenvolver os objetos de aprendizagem utilizados neste trabalho, fazia parte dos objetivos criar recursos que exigissem pouca ou nenhuma intervenção dos tutores e educadores. Tecnicamente isso foi possível. Porém, diversas situações de estresse e ansiedade vivenciadas pelos estudantes durante o uso de OA, especialmente os que valiam nota, poderiam ter sido evitadas com o envolvimento dos tutores e educadores no desenvolvimento dos OAs e na orientação para o uso desses recursos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA. **Censo EAD.br**: relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil 2012. Curitiba: Ibepex, 2013. Disponível em: <http://www.abed.org.br/censoead/censoEAD.BR_2012_pt.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2014.

BASSANI, Patricia Scherer; BEHAR, Patricia Alejandra. Análise das interações em ambientes virtuais de aprendizagem: uma possibilidade para avaliação da aprendizagem em EAD. **RENOTE**: Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p.1-10, jul. 2006. Disponível em: <<http://seer.ufg.br/index.php/renote/article/view/14044>>. Acesso em: 12 jul. 2014.

BEHAR, Patrícia Alejandra. **Modelos pedagógicos em educação a distância**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

BEHAR, Patricia Alejandra; PASSERINO, Liliana; BERNARDI, Maira. Modelos pedagógicos em educação a distância: pressupostos teóricos para a construção de objetos de aprendizagem. **RENOTE**: Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 5, n. 2, dez. 2007. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14242>>. Acesso em: 23 jun. 2014.

BIZZO, Nelio; KAWASAKI, Clarice Sumi. Este artigo não contém colesterol: pelo fim das imposturas intelectuais no ensino de ciências. **Revista de Educação**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 25-34, 1999.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais para o ensino fundamental**. Brasília, MEC/SEF, 1997.

DUTRA, Renato Luiz; TAROUCO, Liane Margarida; PASSERINO, Liliana. Avaliação formativa usando Objetos de Aprendizagem SCORM. **RENOTE**: Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v.6, n. 1, p.1-8, jul. 2008. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14588>>. Acesso em: 22 jul. 2014.

FILATRO, Andrea. **Design instrucional na prática**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008.

HUMMEL, Hans et al. Educacional modelling language and learning design: new opportunities for instructional reusability and personalized learning. **Int. J. Learning Technology**, v. 1, n. 1, p. 111-126, 2004. Disponível em: <<http://www.inderscience.com/info/inarticle.php?artid=3685>>. Acesso em: 24 maio 2013.

MARQUES, Gil da Costa; CAVALCANTI, Carolina Costa. Educação a distância na Universidade de São Paulo: desafios no processo de implantação de um novo modelo educacional. **ETD - Educação Temática Digital**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 37-53, jun. 2009. Disponível em: <<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-71381>>. Acesso em: 20 jun. 2014.

PIAGET, Jean. **Aprendizagem e conhecimento**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1974.

POLSANI, Pithamber. Use and abuse of reusable learning objects. **Journal of Digital Information**, v. 3, n. 4. 2003. Disponível em: <<http://journals.tdl.org/jodi/index.php/jodi/article/view/89/88>>. Acesso em: 23 jun. 2014.

SAMPAIO, Romilson Lopes; ALMEIDA, Ana Rita Silva. Aprendendo matemática com objetos de aprendizagem. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 64-75, abr. 2010. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/290>>. Acesso em: 20 jun. 2014.

SANTOS, Ana Maria Pereira dos. **Inovações no ensino de ciências e na educação em saúde**: um estudo a partir do Projeto Finlay. 2005. 176 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. 2005. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-02042007-104424/pt-br.php>>.
Acesso em: 23 jun. 2014.

SCHLEMMER, Eliane. Metodologias para educação a distância no contexto da formação de comunidades virtuais de aprendizagem. In: BARBOSA, Rommel Melgaço (Org.). **Ambientes virtuais de aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed. 2005, p. 29-49.

SILVA, Rejane Maria Ghisolfi; FERNANDES, Márcia Aparecida. **Produção e desenvolvimento de objetos de aprendizagem para o ensino de química**: implicações na formação docente. In: SOUZA JUNIOR, Arlindo José de ET AL. (Org.). **Informática na educação**: elaboração de objetos de aprendizagem. Uberlândia: EDUFU, 2007. p. 61-74.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. **RBI: Revista Brasileira de Informática na Educação**, São Carlos, v. 18, n. 2, p. 4-16, 2010. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/1205>>.
Acesso em: 20 jun. 2014.

TORREZZAN, Cristina Alba Wildt. Design pedagógico: um olhar na construção de materiais educacionais digitais. **RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p.1-7, dez. 2009. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/13569>>. Acesso em: 23 jun. 2014.

WILEY, David. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. In: WILEY, David. **The instructional use of learning objects**: online version. 2000. Disponível em: <<http://reusability.org/read>>. Acesso em: 20 jun. 2014.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer às equipes de *design* instrucional e de objetos de aprendizagem do Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada (CEPA) do Instituto de Física da USP pelo desenvolvimento dos OA abordados neste trabalho e por sua integração ao curso de licenciatura em ciências. Os autores agradecem também a coordenação do curso, que permitiu e possibilitou esse estudo.

Como citar este documento:

PAGNOSSIN, Ivan Ramos et al. Objetos de aprendizagem interativos: participação e desempenho de estudantes de ciências. **ETD - Educação Temática Digital**, Campinas, SP, v. 16, n. 2, p. 173-191, maio/ago. 2014. ISSN 1676-2592. Disponível em: <<http://www.fe.unicamp.br/revistas/ged/etd/article/view/6459>>. Acesso em: 29 ago. 2014.