



**HAL**  
open science

# OBJETOS DE APRENDIZAGEM, EXE LEARNING E MOODLE: RECURSOS AUXILIARES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO NO ENSINO MÉDIO

Ana Marli Bulegon, Liane Margarida R. Tarouco

► **To cite this version:**

Ana Marli Bulegon, Liane Margarida R. Tarouco. OBJETOS DE APRENDIZAGEM, EXE LEARNING E MOODLE: RECURSOS AUXILIARES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO NO ENSINO MÉDIO . Vidya ( ISSN 2176-4603), 2014, 34 (1), pp.149-172. hal-01837285

**HAL Id: hal-01837285**

**<https://hal.science/hal-01837285>**

Submitted on 12 Jul 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## OBJETOS DE APRENDIZAGEM, EXE LEARNING E MOODLE: RECURSOS AUXILIARES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO NO ENSINO MÉDIO

### *LEARNING OBJECTS, AND LEARNING EXE MOODLE: AUXILIARY RESOURCES FOR DEVELOPMENT OF CRITICAL THINKING IN SECONDARY EDUCATION*

ANA MARLI BULEGON\*

LIANE MARGARIDA ROCKENBACH TAROUCO\*\*

#### RESUMO

Este artigo analisa o uso de objetos de aprendizagem (OA), empacotado no *software* de autoria eXe Learning e disponibilizado aos estudantes no Ambiente Virtual de Aprendizagem – Moodle, para ensinar o desenvolvimento do Pensamento Crítico. Este estudo foi realizado com estudantes da 2ª série do Ensino Médio de uma escola estadual do interior do Rio Grande do Sul, na disciplina de Física. Os OAs foram disponibilizados aos estudantes a partir da ferramenta de autoria eXe Learning em uma sequência didática (SD). A interação entre estudantes e entre estes e a professora foi proporcionada no Moodle. A análise dos dados mostrou que os estudantes que participaram da pesquisa tiveram um incremento no desenvolvimento de seu Pensamento Crítico em relação a turma de controle.

**Palavras-chave:** Objetos de aprendizagem. eXe Learning. Pensamento Crítico. Moodle.

#### ABSTRACT

*This article examines the use of learning objects (OA), packaged in eXe Learning authoring software and made available to students in the Virtual Learning Environment - Moodle, give rise to the development of Critical Thinking. This study was conducted with students of the 2nd year of high school at a state school in the interior of Rio Grande do Sul, in the discipline of physics. The LOs were made available to students from the eXe Learning authoring tool in a teaching sequence (SD). The interaction between students and between them and the teacher was provided in Moodle. Data analysis showed that students who participated in the study had an increase in development your Critical Thinking in relation to the control group.*

**Keywords:** Learning objects. eXe Learning. Critical Thinking. Moodle.

\* Doutor em Informática na Educação. Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática - Centro Universitário Franciscano. E-mail: anabulegon@gmail.com

\*\* Doutora em Engenharia Elétrica. Programa de Pós-graduação em Informática na Educação - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). E-mail: liane@penta.ufrgs.br

## INTRODUÇÃO

Na atualidade, com o advento dos computadores pessoais e pela rápida mudança nas tecnologias e nos meios de comunicação, o conhecimento base, na generalidade das áreas, rapidamente se expande e altera-se. Com isso, torna-se imprescindível preparar os estudantes para lidar com a proliferação e explosão das informações e outras rápidas mudanças tecnológicas e para adaptar-se aos diferentes campos profissionais. Além disso, o mercado de trabalho precisa de pessoas que sejam capazes de pesquisar, questionar, que saibam realizar suas tarefas com competência, que tenham iniciativa e sejam capazes de solucionar problemas. Tais habilidades necessitam que as pessoas tenham desenvolvido e façam uso de capacidades de pensamento crítico (HALPERN, 1999, p. 69). Tais capacidades permitem ao indivíduo resolver problemas e tomar decisões racionais (HALPERN, 1999, p. 69).

Diante dessas constatações, pensar criticamente, enquanto “[...] uma forma de pensamento racional, reflexivo, focado naquilo que se deve acreditar e fazer” (ENNIS, 1985, p. 46), tornou-se uma meta educacional. Uma das razões que suportam a emergência do desenvolvimento do pensamento crítico como meta educacional são as exigências pessoais, sociais e profissionais do século XXI.

Mais recentemente, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de nº 9394/96 (BRASIL, 2000, p. 33) contemplou essas exigências e estabeleceu uma reformulação no Ensino Médio no país, no sentido de indicar caminhos e fornecer propostas para a melhoria do ensino. Algumas finalidades para o Ensino Médio apontadas por esta lei, em seu Art.35, são destacadas a seguir:

- I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
- II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
- III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (BRASIL, 2000, p. 33).

Destaca-se o item III e IV tendo em vista que tornar o educando uma pessoa crítica e atenta aos fenômenos e técnicas do seu cotidiano é um dos grandes desafios do ensino (VIEIRA; VIEIRA, 2003, p. 234).

As tecnologias de informação e comunicação (TIC) provocaram uma mudança de paradigma na educação e, segundo Mussoi et al. (2010), “[...] a tecnologia pode ser usada como instrumento de apoio para enriquecer as aulas inovando as atividades didático-pedagógicas.” Professores habituados com recursos como o livro didático, o quadro e o giz, agora deparam-se com recursos e ferramentas virtuais. Estas promoveram a incorporação, no processo de aprendizagem, dos paradigmas da interatividade, cooperação e interdisciplinaridade. Com isso, as atividades de aprendizagem, geradas com o uso das TIC, podem contribuir para dinamizar os conteúdos curriculares e potencializar o processo de ensino e da aprendizagem (BORBA, 1999), porém, os conteúdos educacionais produzidos nesses ambientes não garantem a aprendizagem do estudante por si só. Necessitam estar fundamentadas

em paradigmas educacionais para tornar-se contribuintes no processo de ensino e de aprendizagem.

Neste sentido, as atividades de ensino, baseadas no uso das TIC, devem fazer uso de ferramentas que promovam a interação e a cooperação dos estudantes no processo de aprendizagem. A sugestão é usar objetos de aprendizagem (OA) que agreguem diversas mídias, capazes de gerar informação, reflexão e proporcionar a síntese das mesmas. Para disponibilizar os OAs aos estudantes o professor pode fazer uso de ferramentas de autoria que o auxiliem a criar atividades de aprendizagem dinâmicas e dar um novo sentido para o ensino. Inúmeros são os *softwares* educacionais disponíveis para a construção de atividades de aprendizagem dinâmicas. O eXe Learning apresenta-se como uma ferramenta de autoria, em que os professores podem desenvolver e publicar atividades de aprendizagem com o uso de OAs, agregando diversas mídias e potencializando a aprendizagem de seus educandos.

A partir dessas considerações, que caracterizam mudança de paradigma da prática docente, o presente trabalho tem como objetivo mostrar as potencialidades do uso dos Objetos de Aprendizagem e do *software* de autoria eXe Learning para a construção de conteúdos educacionais. Para tanto, elaborou-se uma sequência didática (SD) sobre o tema “Termodinâmica”, com o intuito de oferecer subsídios para professores de Física enriquecerem suas aulas. Os objetos de aprendizagem e o eXe Learning são apresentados como recursos auxiliares no ensino de Física.

## Pensamento Crítico

Um dos pressupostos do pensamento crítico é que este é uma competência básica dos sujeitos como são o ouvir e o ver. Entretanto, o sujeito para poder pensar criticamente necessita ter algumas habilidades e competências que vão além disso.

Para Jonassen (1996a, p. 29), o pensamento crítico é uma das habilidades do pensamento complexo. Esse, definido pelo Iowa Department of Education e adotado por Jonassen (1996a, p. 27), é um sistema integrado e não um conjunto separado de habilidades. Ele é composto de três habilidades: pensamento básico, pensamento crítico e pensamento criativo. Segundo Jonassen (1996a, p. 27), o estudante ao desenvolver essas três habilidades consegue atribuir um significado ao conhecimento e a aceitá-lo.

Como pensamento básico, Jonassen (1996a, p. 27) entende que é o processo de pensamento no qual o estudante assimila e lembra de um conhecimento anteriormente trabalhado. Ele está associado à capacidade de entender como aprendemos (metacognição). O pensamento crítico, para ele, envolve uma reorganização dinâmica do conhecimento de forma significativa e útil. Trata-se de desenvolver habilidades gerais como: avaliar, analisar e conectar informações. Avaliar não é expressar uma atitude pessoal sobre algo, mas envolve fazer julgamentos, reconhecer e usar critérios em diferentes dimensões. Analisar envolve separar em partes significativas o todo e compreender as inter-relações entre as partes. Conectar envolve a determinação ou a imposição de relações entre os conjuntos que estão sendo analisados. Dizemos que um estudante desenvolveu a habilidade do pensamento crítico, segundo Jonassen (1996a, p. 29) quando ele é capaz de identificar as informações relevantes de um problema, buscar relações de causalidade, reconhecer padrões e falácias, fazer comparações e interligar ideias. O pensamento criativo, segundo o modelo do pensamento complexo, vai além dos conhecimentos aceitos para gerar novos conhecimentos (JONASSEN, 1996a, p. 31). É o tipo de pensamento que proporciona a síntese das informações e, estimulado pela imaginação, elabora uma nova informação.

Para Sumner (1940), no entanto, o pensamento crítico é uma questão de hábito. O seu foco é no desenvolvimento com a intenção de ser habitual, buscar a verdade, a mente aberta, ser sistemático, analítico, curioso, confiante no raciocínio e prudente na tomada de decisões. É o tipo de pensamento envolvido na resolução de problemas, formulação de hipóteses e inferências e tomada de decisões (MANDERNAC et al., 2009, p. 49).

Observa-se que não há uma única definição em relação ao pensamento crítico, porém constata-se que o ponto de partida de todos eles é a solução de um problema. Afinal, se não há problema, não há a necessidade de pensamento crítico.

Diante das considerações acima, pensar criticamente é uma habilidade de interpretar, analisar, avaliar e criar ideias, raciocínios e argumentos de forma clara e precisa.

## O Pensamento Crítico e a Educação

Para Mandernac et al. (2009, p. 49), o primeiro objetivo da Educação é a promoção do pensamento crítico. Para ele, “pensamento crítico refere-se ao uso de habilidades cognitivas ou de estratégias que aumentam a probabilidade de um resultado desejável. É proposital, fundamental e auto-dirigido.”

Os princípios do pensamento crítico são universais, pois advêm da Filosofia e constituem um objetivo comum de várias disciplinas escolares. É um objetivo que a maioria dos professores podem adotar, porém sua aplicação exige um processo de contextualização reflexiva. Para isso, o ensino deve centrar-se na busca por problemas do cotidiano dos estudantes, procurando manter sua cultura, a fim de que o processo reflexivo tenha mais sentido e eficácia no desenvolvimento do pensamento crítico.

Entretanto, com a grande diversidade e a volumosa quantidade de informações à disposição de todos nós, é difícil crermos que para resolver um problema o estudante buscará seu conhecimento por si mesmo, pois isso requer um planejamento para que seja mais eficiente. Diante disso, cabe ao professor o papel, sobretudo, de orientador, indicando o melhor caminho para a busca de informações na construção do conhecimento.

## Como desenvolver o Pensamento Crítico

Uma das maneiras mais eficazes de desenvolver o pensamento crítico é por meio de resolução de problemas (SENDAG; ODABASI, 2009, p. 132) e de atividades práticas (SCHON, 2000, p. 85). Para Saliés (2008, p. 13), os estudantes se envolvem tanto na resolução de problemas que não envolvem apenas suas mentes, mas também seus espíritos.

O desenvolvimento do pensamento crítico pode ocorrer por meio de interações espontâneas. Porém, as pesquisas têm apontado que as abordagens de ensino construtivista, que desenvolvem a aprendizagem ativa e que são centradas nos estudantes, apresentam resultados mais eficazes para desenvolver o pensamento crítico (MANDERNACH et al., 2009, p. 49; SCHON, 2000, p. 85). As etapas que envolvem o processo de simulação de um fato/fenômeno, para Saliés (2008, p. 13), reforçam ainda mais o pensamento crítico e autônomo de construção do conhecimento.

Para Mandernach et al. (2009, p. 50), na modalidade de ensino *on-line* a forma assíncrona poderá desenvolver mais o pensamento crítico do que de forma síncrona, tendo em vista que em uma sala de aula as discussões ocorrem em forma de debate e, nas discussões assíncronas, é mais

provável que o debate ocorra de forma encadeada.

Os resultados das pesquisas sugerem que o pensamento crítico não pode ser atribuído ao simples processo de discussão (síncrona-assíncrona), mas sim ao tipo de discussão e ao nível de interação do professor com os estudantes. Estes são fundamentais para a eficácia das discussões e para o desenvolvimento do pensamento crítico (MANDERNACH et al., 2009, p. 50).

O desenvolvimento do pensamento crítico não depende do professor, da sala de aula e nem do conhecimento dos estudantes, mas está diretamente relacionado com a interação dos estudantes com o objeto de estudo (MANDERNACH et al., 2009, p. 50; SCHON, 2000, p. 85), pois os estudantes de aulas presenciais mostraram-se menos críticos que os de aula *on-line* (MANDERNACH et al., 2009, p. 51).

A interatividade entre professor e estudantes, e entre estudantes, mostrou-se a maneira mais frutífera de desenvolvimento do pensamento crítico (MANDERNACH et al., 2009, p. 49; SCHON, 2000, p. 85). Em uma sala de aula tradicional, a interatividade é, inicialmente, social e é uma função da presença física do professor. Para se tornar interativo, as instruções presenciais requerem pouca orientação, enquanto que em aulas *on-line* essas requerem maior orientação. Estranhamente, em aulas *on-line*, os professores devem ficar invisíveis para que haja maior interação entre os estudantes. Diante disso, é mais importante o incentivo e a motivação para o debate do professor do que o modelo de ensino adotado pelo mesmo (MANDERNACH et al., 2009, p. 49).

Schon (2000, p. 85) destaca que para desenvolver habilidades de pensamento crítico os estudantes precisam ser capazes de tomar parte de um diálogo para que possam aprender o significado das operações envolvidas na resolução dos problemas, executando-as na prática. Quanto maior for a reflexão-na-ação do diálogo, maior será o desenvolvimento do pensamento crítico. “O trabalho comunicativo do diálogo não depende apenas da habilidade do instrutor e do estudante de cumprir seus papéis, mas também de sua vontade de fazê-lo.” “À medida que tal diálogo aproxima-se do ideal de reflexão-na-ação [...] a aprendizagem do estudante tende a ser mais ampla e mais profunda, além de mais substantiva, holística e múltipla.” (SCHON, 2000, p. 85).

A aprendizagem ocorrida em uma aula que estimula a prática pode tornar-se evidente apenas quando um estudante entra em um novo contexto, no qual ele vê o que aprendeu à medida que detecta o quanto ele está diferente daqueles em torno desse contexto. (SCHON, 2000, p. 131). Uma aula com o uso de prática é um mundo virtual. Um ensino prático poderá falhar, porque sua busca no realismo pode sobrecarregar os estudantes com limites práticos, ou por que deixa de fora um número demasiado grande de características da prática do mundo real. Para que tenha crédito e seja legítima, uma aula que faz uso de prática deve passar a ser um mundo com sua própria cultura, incluindo sua linguagem, suas normas e seus rituais. O desafio é inventar um casamento viável entre ciência aplicada e talento artístico, ensino de sala de aula e ensino prático.

A investigação sobre o pensamento crítico enfatiza a importância da aprendizagem ativa, construtivista. Segundo Vella (1994, p. 57), as estratégias educativas que levam os estudantes a pensar de forma crítica devem envolver professores e estudantes. Embora este tipo de engajamento social seja naturalmente promovido nos limites físicos de uma sala de aula presencial, ele não pode ser tão facilmente traduzido para o ambiente *on-line*. No entanto, a importância da interação social e o envolvimento não é menos importante para qualquer estabelecimento de ensino (MANDERNACH et al., 2009, p. 49).

Para maximizar o envolvimento dos alunos e a participação na discussão, as questões para discussão devem ser centradas no aluno, contextualizadas e de interesse deles, mas também diretamente ligadas ao conteúdo.

Sendag e Odabasi (2009, p. 132) enfatizam que o ensino baseado em problemas influencia positivamente a resolução de problemas e o desenvolvimento do pensamento crítico. Para eles, os problemas pouco estruturados, aqueles nos quais as informações necessárias para sua resolução não são esboçadas no enunciado, utilizados em ambientes *on-line*, levam os alunos a pensar mais, questionar, discutir e realizar pesquisas. Esse autor também nos diz que as atividades desenvolvidas pelos estudantes de forma colaborativa desenvolveram mais o pensamento crítico do que aqueles que realizaram as atividades de forma individual.

Com base nessa crítica, os autores concebem o desenvolvimento do conhecimento como um processo reflexivo e crítico que ocorre através da investigação, pela construção de alternativas para responder os problemas ocorridos em contextos reais. Tudo isso tem lugar num mundo virtual que representa o mundo da prática, no qual os estudantes podem manipular alguns parâmetros e testar hipóteses inerentes à sua prática (SCHON, 2000, p.85). Esses mundos virtuais podem ser, por exemplo, um objeto de aprendizagem.

### **Indicadores de Pensamento Crítico**

Para Jonassen (1996b, p. 70), o pensamento crítico é o desenvolvimento de habilidades de avaliação, análise e a relação entre os conjuntos que estão sendo analisados. Newman et al. (1995, p. 56), ao analisar a comunicação mediada por computador, propuseram um modelo de análise de conteúdo em pares de indicadores positivo e negativo, os quais indicam a presença ou ausência de pensamento crítico. Os indicadores propostos por eles estão relacionados a algumas habilidades necessárias ao desenvolvimento do pensamento crítico como: conhecimento/experiência, novidade, relevância, importância, avaliação crítica, ambiguidades, associação de ideias, justificativa, utilidade prática-avaliação do conhecimento e extensão da compreensão (Quadro 2, a seguir).

### **TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC)**

As TIC não podem ser reduzidas a máquinas, pois são fruto das interações sociais. Elas não invadiram a vida das pessoas, mas fazem parte do passado, do presente e do futuro, pois fazem parte do sistema produtivo e da prática social das pessoas.

É comum associarmos o termo TIC apenas aos computadores e seus recursos, mas esse termo é mais do que isto. Elas são recursos que possibilitam o acesso às informações como internet, base de dados, ou instrumentos que transformam ou produzem novas informações, como imagens, sons, documentos de hipermídia ou multimídia e hipertextos (PONTE, 2002).

Segundo Tarouco et al. (2004), as TIC permitem criar materiais educacionais interativos, com o uso de multimídias, o que torna os ambientes de ensino e de aprendizagem mais efetivos, pois a interação proporcionada pela comunicação mediada pelo computador faz uso de ferramentas e algumas delas de autoria. Para Jonassen (1996), essas ferramentas são cognitivas, pois são construtoras do conhecimento e ferramentas de facilitação que podem ser aplicadas a uma variedade de matérias. Os estudantes não podem usar estas ferramentas sem pensar profundamente sobre o conteúdo que estejam estudando e, se eles escolherem usar estas ferramentas para auxiliá-los a aprender, elas facilitarão a aprendizagem e os processos de criação do significado. (JONASSEN, 1996, p. 83).

O trabalho com as TIC exige do professor o domínio desse recurso didático, em que a formação inicial e a formação continuada têm importante papel, oferecendo segurança na escolha dos recursos

mais adequados e contribuindo com a busca de soluções aos desafios enfrentados ao modificarem sua prática e incluírem as TIC no planejamento de aula. Nesse sentido, Chaves (1998) destaca que a forma como o professor utilizará as TIC em suas aulas dependerá:

[...] de como ele entende esse processo de transformação da sociedade que vem acontecendo, em grande medida em decorrência do desenvolvimento tecnológico, e de como ele se sente em relação a isso: se ele vê todo esse processo como algo benéfico, que pode ajudá-lo, na sua vida e no seu trabalho, ou se ele se sente ameaçado e acuado por essas mudanças. (CHAVES, 1998, p. 06).

As formas como as TIC serão utilizadas no processo de ensino não dispensam a mediação do professor, mas podem tornar-se recursos potenciais para o desenvolvimento da aprendizagem. Para isso, é necessário que o professor analise-as e reflita sobre suas potencialidades a fim de que elas possam contribuir com a eficácia da aprendizagem.

### Objetos de aprendizagem

Os Objetos de Aprendizagem (OA), entendidos como “materiais educacionais com objetivos pedagógicos que servem para apoiar o processo de ensino-aprendizagem” (TAROUÇO et al., 2004); “recurso digital que possa ser reutilizado para o suporte ao ensino” (BECK, 2001); “[...] elementos de um novo tipo de instrução baseada em computador, constituído de pequenos componentes instrucionais, os quais podem ser reutilizados em diferentes contextos de aprendizagem” (WILEY, 2000) foram os recursos escolhidos para auxiliar a construção da SD e contribuir para o processo de ensino.

Os tipos de OAs utilizados neste trabalho foram selecionados de acordo com alguns métodos, estipulados pelo padrão LOM (Learning Object Metadata), como: simulação, áudio, experimento, hipertextos, imagens, *softwares* educacionais, vídeos, questionário, *slide*, figura, gráficos, entre outros (LTSC, 2010).

Com vistas a popularizar o uso dos OAs, foram criados vários repositórios e referatórios. No Brasil, alguns repositórios são: o BIOE (Banco Internacional de Objetos Educacionais/MEC), FEB (Federação de Repositórios de Objetos de Aprendizagem-Educa Brasil/MEC), LabVirt (Laboratório didático Virtual), RIVED (Rede Interativa Virtual de Educação/MEC), entre outros e referatórios como CESTA (Coletânea de Entidades de Suporte ao uso da Tecnologia na Aprendizagem/UFRGS), onde os interessados podem ter acesso a objetos desenvolvidos sobre variados temas. Ao navegar pelos repositórios encontram-se OAs classificados de várias maneiras. Entretanto, os tipos de OAs encontrados nesses repositórios são, basicamente, os indicados pelo padrão LOM.

### Objetos de Aprendizagem para ensejar o Pensamento Crítico

Os objetos de aprendizagem que procuram desenvolver a taxonomia dos objetivos educacionais, proposta por Bloom (1956), também popularizada como *taxonomia de Bloom* (Quadro 1), podem favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico. Essa taxonomia se trata de uma estrutura de organização hierárquica de objetivos educacionais que aponta para o desenvolvimento da aprendizagem a partir de experiências concretas até o nível abstrato dos conceitos, ou seja, do nível mais simples ao mais complexo da compreensão. Por isso a classificação de Bloom é denominada

hierárquica: cada nível é mais complexo e mais específico que o anterior. Bloom (líder da comissão multidisciplinar) entende a Educação como um processo de mudança proporcionado ao estudante e dividiu as possibilidades de aprendizagem em três grandes domínios: o cognitivo, o afetivo e o psicomotor. O cognitivo, referindo-se, principalmente, ao conhecimento de conteúdos e ao desenvolvimento de habilidades intelectuais; o afetivo, envolvido no desenvolvimento geral dos estudantes como: comportamento, atitudes, responsabilidade, emoção e valores; o psicomotor, enfatizando habilidades motoras de manipulação de materiais, objetos, etc. que requeiram coordenação neuromuscular. Na área cognitiva, os objetivos foram divididos em seis níveis que, usualmente, são apresentados em uma sequência hierárquica que vai do mais simples (conhecimento) ao mais complexo (avaliação). Cada nível utiliza as capacidades adquiridas nos níveis anteriores.

No quadro 1, abaixo, apresentam-se os indicadores de pensamento crítico, propostos por Newman et al. (1995, p. 56) e procura-se fazer uma relação destes com a Taxonomia de Bloom e os indicadores para o Ensino de Física, propostos nos PCN+ (BRASIL, 2000, p.7-16). Os níveis conhecer e compreender, embora muito usados no processo de ensino e de aprendizagem na educação brasileira, não são indicadores de desenvolvimento do pensamento crítico, mas de pensamento básico (JONASSEN, 1996a, p. 27).

**Quadro 1** - Relação entre a taxonomia de Bloom, os indicadores de pensamento crítico de Newman e os PCN+

Taxonomia de BLOOM	Indicadores de Pensamento Crítico de NEWMAN e colaboradores		PCN+ para o Ensino de Física
<p><i>Aplicar</i> – Usa as informações para resolver um problema. Transfere o conhecimento abstrato a situações do cotidiano. Identifica conexões e relações.</p>	<p><b>CC/E +</b></p> <p><b>C/E –</b></p> <p><b>N+</b></p> <p><b>N N-</b></p>	<p><b>Conhecimento/Experiência</b></p> <p>Recorrer à experiência pessoal. Referir ao material do curso. Usar material relevante de fora. Evidenciar o uso de conhecimento prévio. Dar boas vindas ao conhecimento externo, abertura para novas inclusões. Trazer material relacionado ao curso.</p> <p>Descartar tentativas de trazer conhecimentos externos. Apegar-se a preconceitos ou suposições (pressupostos).</p> <p><b>Novidade</b></p> <p>Novas informações relacionadas ao problema. Novas ideias para discussão. Novas soluções para os problemas. Boas vindas às novas ideias.</p> <p>Repetir o que já foi feito. Pistas falsas ou triviais (insignificantes). Aceitar a primeira solução oferecida. Esperar pela condução do professor.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Utiliza adequadamente os conceitos físicos para a resolução do problema.</li> <li>· Define uma estratégia para a resolução do problema.</li> <li>· Faz uso de formas e instrumentos de medida de forma adequada.</li> <li>· Faz estimativas adequadas.</li> <li>· Interpreta e faz uso de modelos explicativos.</li> </ul>

<p><i>Analisar</i> – Identifica informações importantes para a solução do problema.</p>	<p><b>R+</b></p> <p><b>R-</b></p> <p><b>I</b></p> <p><b>I I+</b></p> <p><b>I I-</b></p>	<p><b>Relevância</b></p> <p>Depoimentos (afirmações/avaliações) relevantes.</p> <p>Depoimentos (avaliações) irrelevantes, distrações, desvios.</p> <hr/> <p><b>Importância</b></p> <p>Pontos/Questões/Assuntos importantes.</p> <p>Pontos/Questões/Assuntos não importantes, triviais, insignificantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Identifica relações importantes entre conteúdo e o problema.</li> <li>· Reconhece as características de um fenômeno.</li> <li>· Interpreta observações do cotidiano.</li> </ul>
<p><i>Sintetizar</i> – Combina informação com a solução do problema: isso requer criatividade e originalidade.</p>	<p><b>AA/C +</b></p> <p><b>A/C –</b></p> <p><b>A+</b></p> <p><b>A–</b></p> <p><b>AA/I +</b></p> <p><b>A/I –</b></p>	<p><b>Avaliação Crítica</b></p> <p>Avaliação/Diagnóstico crítico de contribuições próprias ou de outras pessoas. Aberto a uma avaliação crítica.</p> <p>Aceitar sem crítica ou rejeitar sem razão. Aceitar de forma não crítica.</p> <p><b>Ambiguidades</b></p> <p>Afirmações não ambíguas. (ser claro, inequívoco). Discutir as ambiguidades para clareá-las (esclarecê-las).</p> <p>Afirmações confusas. Continuar ignorando as ambiguidades.</p> <p><b>Associação de Ideias</b></p> <p>Relaciona, compara, associa fatos, ideias, noções. Gera novos dados a partir das informações coletadas.</p> <p>Repete informações sem fazer inferências ou oferecer uma interpretação.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Constrói esquemas ou sentenças para a resolução dos problemas.</li> <li>· Elabora relatórios, modelos, etc. com o uso de linguagem adequada.</li> </ul>

Avaliar – Toma decisões que requeriam compreensão do conhecimento.	<b>J+</b>	<b>Justificativa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Emite juízos próprios.</li> <li>· Argumenta e defende suas posições com embasamento.</li> <li>· Sugere situações concretas plausíveis.</li> </ul>
		Prover/Oferecer/Fornecer provas ou exemplos. Justificar soluções ou julgamentos.	
	<b>J-</b>	Questões ou exemplos obscuros ou irrelevantes. Oferecer julgamentos ou soluções sem explicações ou justificativas. Oferecer várias soluções sem sugerir qual a mais apropriada.	
		<b>Utilidade Prática – Avaliação do Conhecimento</b>	
	<b>U/P +</b>	Relacionar possíveis soluções a situações familiares. Discutir a utilidade prática das novas ideias.	
		<b>UU/P –</b>	
<b>EX +</b>	<b>Extensão da compreensão</b>		
	Discussão ampla. Utiliza estratégias de intervenção de amplo alcance.		
<b>EX -</b>	Discussão limitada, em pedaços, fragmentada. Intervenções fracas, parciais.		

Fonte: BULEGON, A. M. **Contribuições dos Objetos de Aprendizagem, no Ensino de Física, para o desenvolvimento do Pensamento Crítico e da Aprendizagem Significativa.** Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

Uma possível relação entre os objetos de aprendizagem, a Taxonomia de Bloom e o desenvolvimento de Habilidades e Competências (PCN+) pode ser verificada no quadro 2. As informações apresentadas nele mostram alguns indicadores importantes para o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa. Os indicadores nele apresentados são o resultado de estudos sobre a Taxonomia de Bloom, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e os Objetos de Aprendizagem.

**Quadro 2** - Tipos de OAs que atendem os objetivos educacionais propostos por Bloom e os PCN+

Objetivos de aprendizagem cognitivas de BLOOM	Competências/Habilidades (PCN+)	Exemplos de OAs que ensejam condições para o desenvolvimento das competências enumeradas
<b>Conhecimento</b> Lembrar informações sobre fatos, datas, palavras, teorias, métodos, regras, critérios, procedimentos, etc.	Reconhecer	Jogos de força com termos de uma dada área em estudo
	Identificar	Imagem, figura, <i>slide</i> , vídeo
	Distinguir	Imagem, figura, <i>slide</i> , vídeo
	Descrever	Texto
	Listar	Tabela, Gráficos
	Definir	Tutorial com <i>hyperlinks</i> e ilustrações/animações sobre o conteúdo

<b>Compreensão</b> Entender a informação ou o fato, captar o seu significado, utilizá-la em contextos diferentes.	Interpretar	Exercício de frases embaralhadas
	Classificar	Tabelas
	Comparar	Tabelas, gráficos, Imagens, <i>slides</i>
	Exemplificar	Figuras, Tabelas
	Resumir	Texto, Tabelas, Figuras, Gráficos, Imagens, <i>slides</i>
	Selecionar	Hipertexto
<b>Aplicação</b> Aplicar o conhecimento em situações concretas.	Experimentar	Simulação, Jogos
	Demonstrar	Applet simulador parametrizável para elicitare determinado comportamento (CESTA)
	Solucionar	Laboratório virtual para obter resultados em função de parâmetros de entrada
<b>Análise</b> Identificar as partes e suas inter-relações.	Categorizar	Usar ferramentas CMAP para produzir uma categorização. Diagramas Vê
	Diferenciar	Apresentação (data-show, ppt)
	Organizar	Resumos, Leituras
<b>Síntese</b> Combinar partes não organizadas para formar o todo.	Formular hipótese	Atividades de simulação Micromundo para criar novos experimentos Estudo de caso
	Construir	<i>Slide</i> , figura, tabela, vídeo, áudio, simulação, experimento
	Planejar	Estudo de caso
	Modificar	Experimento, <i>slide</i> , figura
<b>Avaliar</b> Julgar o valor do conhecimento.	Interpretar	Objetos que instiguem a reflexão Resolução de problemas <i>Webquest</i>
	Comparar	Simulação, compartilhamento de arquivos
	Explicar	Escrita de artigos, resumos, textos, etc. ( <i>blog</i> , <i>post-cast</i> )
	Julgar	Estudo de caso, resolução de problemas
	Verificar	Questionário, apresentação ( <i>slide</i> , <i>post-cast</i> , vídeo)

Fonte: BULEGON, A. M. **Contribuições dos Objetos de Aprendizagem, no Ensino de Física, para o desenvolvimento do Pensamento Crítico e da Aprendizagem Significativa.** Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

## EXE LEARNING: FERRAMENTA DE AUTORIA

Dentre as ferramentas de autoria disponíveis atualmente, o eXe Learning ( elearning XHTML) destaca-se por permitir aos professores desenvolver e publicar materiais educacionais com o uso de diversas mídias. É uma ferramenta de código aberto e com acesso gratuito. Está disponível para *download* nas versões dos sistemas operacionais Windows, Linux e Macintosh no endereço <http://exelearning.org/>. Os conteúdos produzidos com esta ferramenta podem ser exportados para vários formatos, entre eles o SCORM ou zip. Além disso, cada unidade de aprendizagem criada com o eXe Learning pode ser salva no computador, gravada em alguma mídia e disponibilizada aos estudantes nos ambientes virtuais de aprendizagem. Além disso, “[...] o eXe oferece controles de navegação per-

mitindo que as páginas possam ser realocadas em qualquer posição e ainda em qualquer nível[...].” (RODRIGUES et al., 2009, p.7).

O eXe Learning é constituído por iDevices, que são dispositivos instrucionais disponíveis para o autor escolher de acordo com a proposta pedagógica de cada atividade de aprendizagem e capazes de gerar: *Informação*: texto livre, artigos wiki, sitio web externo, galeria de imagens, RSS, hiperligações; *Atividades*: estudo de caso, atividades de leitura, applet Java, reflexão, ampliador de imagens; *Avaliação*: escolha múltipla, seleção múltipla, verdadeiro ou falso, preencher espaços em branco, teste SCORM.

Segundo Bulegon, Mussoi e Tarouco (2010), o eXe Learning, enquanto ferramenta de autoria, não garante a contextualização do conteúdo nem a aprendizagem dos estudantes, mas agrega uma nova tecnologia que facilita o processo de aprendizagem e pode contribuir para uma melhor compreensão dos conceitos estudados.

Estas permitem a criação de Objetos de Aprendizagem (OA), Atividades de aprendizagem com o uso de OAs e/ou Sequências Didáticas (SD) compostas por atividades de aprendizagem. Os conteúdos criados com o eXe Learning apresentam uma estrutura de aprendizagem adaptada às necessidades dos usuários, ou seja, é possível criar uma estrutura de nodos. Ao nó principal podem estar ligados vários outros nodos, na forma de seção e subseção. Cada seção, como parte de um conteúdo, pode corresponder a um iDevice. Este deve ser salvo inicialmente como um arquivo .elp (e-learning pacote) e posteriormente exportado para outros ambientes em outros formatos como, por exemplo, o formato SCORM ou zip.

Considerando que a sequência didática (SD) é um conjunto de atividades de aprendizagem organizada de acordo com uma metodologia de trabalho, apresentamos, a seguir, a SD – Termodinâmica que serviu de base para a validação da pesquisa.

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA “TERMODINÂMICA”

A fim de validar a pesquisa com o uso de OAs para o desenvolvimento do Pensamento Crítico, neste trabalho, colocamos à disposição da comunidade científica uma sequência didática (SD) composta por atividades de aprendizagem com o uso de OAs sobre o assunto Termodinâmica, encapsuladas com o *software* de autoria eXe Learning, com vistas ao desenvolvimento do pensamento crítico. A SD elaborada contém dez horas de aula e pode ser encontrada na íntegra no seguinte endereço: <http://cesta2.cinted.ufrgs.br/xmlui/handle/123456789/611>. Para acessar esse material é necessário ter instalado em seu computador a ferramenta de autoria eXe Learning.

As atividades de aprendizagem foram disponibilizadas aos estudantes no ambiente virtual de aprendizagem MOODLE por meio da ferramenta de autoria eXe Learning, com o uso do padrão SCORM (Sharable Content Object Reference Model) e era visualizada por eles de acordo com a figura 1, abaixo. As aulas ocorriam no Laboratório de Informática da escola onde cada estudante tinha um computador para acesso às aulas. Estas aulas compunham a carga horária da disciplina de física e ocorriam no mesmo turno do que as demais disciplinas.

Figura 1 - Sequência didática no eXe Learning.

Fonte - Construção do autor.

O OA, disponibilizado aos estudantes no formato SCORM, permite a navegação por meio do menu (à esquerda) ou pelos botões de navegação (Anterior/Próximo) disponíveis dentro do conteúdo da página (Figura 1).

Para compor cada aula, foram selecionados OAs dos tipos questionário, texto, vídeo, simulação e testes. Em todas as atividades de aprendizagem, além do uso dos OAs, há questionamentos sobre situações/fatos/fenômenos do cotidiano a fim de proporcionar aos estudantes a observação, reflexão, análise e síntese das informações. Essas questões são apresentadas em complementação ao uso dos OAs. Em muitos casos elas promovem a síntese da reflexão proporcionada pelos OAs, em outros elas são as instigadoras para observações nos OAs. No quadro 3, descrevem-se os tipos de OAs utilizados para desenvolver cada assunto e sua disposição nas aulas da SD, além de sua adequação ao referencial metodológico adotado.

Quadro 3 - Estrutura da Sequência Didática (SD) e os OAs utilizados.

TMP	Ciclo de Kolb	Aulas	Tipo de OA	Assunto
PPI	Experiência concreta	[1]	Questionário	- Introdução à Termodinâmica
OOC	Observação reflexiva	[2], [3], [4],	Texto, vídeo, simulação	- Máquinas térmicas e Revolução Industrial; - Trabalho termodinâmico;
	Conceitualização abstrata	[5], [6], [7]		- Conservação de energia – Primeira Lei da Termodinâmica; - Entropia – Segunda Lei da Termodinâmica.
AAC	Experimentação ativa	[8], [9], [10]	Texto, vídeo, simulação	- Biocombustíveis

Fonte - Construção do autor.

A primeira atividade de aprendizagem da SD faz uso de um OA do tipo questionário e apresenta duas questões problematizadoras: 1) *Quando acontece uma transformação isovolumétrica, um sistema mantém constante o seu volume ao longo de todo o processo. Explique como o seu volume pode manter-se constante, se esse sistema estiver absorvendo calor de sua vizinhança.* e 2) *Auto-*

*móveis, ônibus e caminhões são exemplos de máquinas térmicas. Nelas a produção de movimento ocorre a partir da queima do combustível. Como isso é possível? Pode-se usar qualquer tipo de combustível nesses veículos?* O objetivo dessas questões é lembrar/lembrar as experiências concretas e verificar os conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva dos estudantes. Nossa proposta é que essas questões sejam discutidas em um fórum eletrônico no Moodle, no qual será importante o professor instigar os alunos para que participem, sem, no entanto, interferir demasiadamente na discussão.

Na segunda aula da SD, organizou-se uma atividade de aprendizagem com o uso de um OA do tipo texto e vídeo. O texto aborda o surgimento da máquina a vapor e a ocorrência da Revolução Industrial. Na figura 2, apresenta-se a atividade de aprendizagem com o uso do vídeo. O vídeo do primeiro *link* (<http://www.youtube.com/watch?v=yda4STR1Pe4>) é uma animação sobre o funcionamento do motor de uma máquina a vapor, enquanto que o vídeo do segundo *link* (<http://www.youtube.com/watch?v=rPoBGAoFDgs&feature=related>) é uma animação sobre o motor de quatro tempos. As atividades com texto e vídeo, neste momento, têm como objetivo realizar as conceitualizações abstratas sobre Máquinas Térmicas e Revolução Industrial; identificar as variáveis presentes nesse assunto e classificá-las como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais (indicadores Justificativa, relevância, importância de Newman); interpretar e fazer uso adequado de modelos explicativos.

**Figura 2** - Atividade de aprendizagem com o uso do OA do tipo vídeo.

<b>Atividade</b>	<p>Agora que você já sabe o que são máquinas térmicas, acesse o link <a href="http://www.youtube.com/watch?v=yda4STR1Pe4">http://www.youtube.com/watch?v=yda4STR1Pe4</a> e verifique o funcionamento de uma máquina a vapor.</p> <p>Após acesse o link <a href="http://www.youtube.com/watch?v=rPoBGAoFDgs&amp;feature=related">http://www.youtube.com/watch?v=rPoBGAoFDgs&amp;feature=related</a> e veja o funcionamento de um motor a combustão interna (motor automotivo).</p> <p>A partir do que foi visto nos vídeos responda:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) O motor do automóvel de hoje tem algo em comum com a máquina a vapor?</li> <li>2) Como ocorre o movimento nos motores dos automóveis e das máquinas a vapor? Quem produz esse movimento?</li> </ol> <p>Poste suas respostas à essas perguntas no fórum "<b>Máquinas térmicas</b>".</p>
------------------	--

Fonte - Construção do autor.

Para que essa atividade atinja seus objetivos, os estudantes devem assistir aos vídeos e responder às seguintes questões: 1) *O motor do automóvel de hoje tem algo em comum com a máquina a vapor?* e 2) *Como ocorre o movimento nos motores dos automóveis e das máquinas a vapor? Quem produz esse movimento?* A partir das repostas, é importante que o professor promova um debate no fórum para proporcionar o desenvolvimento da reflexão, análise crítica e síntese dos estudantes a respeito desse tema.

As próximas atividades de aprendizagem da SD abordam a conceitualização dos seguintes assuntos: Trabalho Termodinâmico, Primeira Lei da Termodinâmica (conservação de energia) e Rendimento de uma Máquina Térmica. Para realizar estas atividades foram disponibilizados aos estudantes OAs do tipo texto, elaborados pela professora a partir de materiais didáticos.

Na sexta aula da SD, organizou-se um *chat* cujo tema versava sobre os assuntos das aulas anteriores. O objetivo desse *chat* foi verificar se os estudantes conseguiam: realizar uma avaliação crítica sobre os assuntos estudados, demonstrar conhecimento/experiência no assunto e elaborar sínteses

com o uso de linguagem adequada (indicadores de pensamento crítico de Newman, Webb e Cochrane).

A sétima aula foi marcada pelo uso de um OA do tipo simulação (<http://phet.colorado.edu/en/simulation/reversible-reactions>) [Figura 3]. Com esse OA os estudantes puderam realizar o resgate das concepções prévias e reflexões sobre Entropia – Segunda Lei da Termodinâmica. A simulação discute a reversibilidade das reações por meio da manipulação de variáveis como número de moléculas e variação da temperatura de um gás. A fim de refletir e sintetizar os conhecimentos proporcionados pela simulação, os estudantes devem responder e interagir, no fórum sobre a seguinte questão: Se é possível transformar carvão em cinza, por que a cinza não pode ser transformada em carvão? Esse OA permite que os estudantes possam classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando necessário.

**Figura 3** - Atividade de aprendizagem com o uso do AO do tipo simulação.

<b>Atividade</b>	<p>A fim de estudar um pouco mais a Segunda Lei da Termodinâmica, manuseie com a simulação que consta no seguinte endereço:</p> <p><a href="http://phet.colorado.edu/en/simulation/reversible-reactions">http://phet.colorado.edu/en/simulation/reversible-reactions</a></p> <p>Após a simulação, responda a questão inicial desta aula:</p> <p>Se é possível transformar carvão em cinza, por que a cinza não pode ser transformada em carvão?</p> <p>Poste suas respostas no Fórum "<b>Segunda Lei da Termodinâmica</b>".</p>
------------------	---

Fonte - Construção do autor.

Nas aulas seguintes os OAs foram utilizados para gerar a experimentação ativa do conhecimento novo e verificar a aprendizagem. A oitava aula aborda o assunto Biocombustíveis [Figura 4]. A atividade proposta é ler o texto intitulado *Álcool ou Gasolina? Tanto faz?* Esse texto, retirado da página 68 da revista Veja na sala de aula, de 19 de junho de 2002, apresenta as equações químicas de combustão da gasolina e do álcool, discute os prós e contras dos combustíveis fósseis e compara-os com alternativas energéticas renováveis. O objetivo da atividade com esse texto é realizar a verificação da aprendizagem; compreender as diferenças entre os tipos de combustíveis - fontes de calor; interpretar e fazer uso adequado de modelos explicativos; classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais. A troca de conhecimentos sobre Termodinâmica foi feita via fórum.

Figura 4 - Atividade de aprendizagem com um OA do tipo texto.

**Biocombustíveis**

 **Atividade de Leitura**

Leia o texto abaixo indicado.

Álcool ou Gasolina? Tanto Faz?

Após a leitura do texto:

- comente sobre as diferenças na coloração das chamas produzidas na combustão da gasolina e do álcool apresentadas.
- observando a equação química de combustão da gasolina e também sua combustão na cápsula de porcelana, o que se pode dizer sobre os gases provenientes da queima?

Fonte - Construção do autor.

Na aula nove fez-se uso de um OA do tipo vídeo [Figura 5] (<http://www.youtube.com/watch?v=r94Gubjv7Ug>). Esse aborda o assunto da produção de Etanol no Brasil. Os estudantes devem assistir ao vídeo atentando para o seguinte questionamento: como ocorre a produção de Etanol no Brasil e em outros países? Além disso, eles devem buscar informações sobre as consequências que os Biocombustíveis trarão à sociedade do séc. XXI e interagir com os colegas no fórum, do Moodle. Esta atividade com o uso do vídeo permite que os estudantes possam relacionar os conhecimentos sobre o comportamento dos gases com a atividade de aprendizagem (avaliação crítica e conhecimento/experiência, para Newman, Webb e Cochrane; síntese, para Bloom) e demonstrem a utilidade prática e a extensão da compreensão desse assunto a partir de citações de situações de seu cotidiano.

Figura 5 - Atividade de aprendizagem com o uso de um OA do tipo vídeo.

 **Veículos biocombustíveis:**

Assista o vídeo abaixo indicado atentando para a a produção de etanol no Brasil.

**"Produção de Etanol no Brasil"**

Após assistir o vídeo:

- 1) Diga o que você entendeu sobre etanol.
- 2) Comente as diferenças entre a produção de etanol no Brasil e em outros países.

Fonte - Construção do autor.

Além disso, essa atividade de aprendizagem proporciona aos estudantes elaborar relatórios com o uso de linguagem adequada; respeitar as opiniões e concepções das outras pessoas, além de estimulá-los a assumir as responsabilidades inerentes ao assunto discutido.

Na aula dez (última aula da SD), o OA utilizado foi do tipo teste, com questões de Verdadeiro ou Falso, escolha simples, Resolução de problemas (abertos, fechados ou semiabertos) contextualiza-

dos com temas do cotidiano dos alunos ou não. Nesse momento, os estudantes são levados a testar os conhecimentos trabalhados ao longo da SD. As atividades propostas têm como objetivo verificar a aprendizagem sobre Termodinâmica.

A ferramenta *fórum* do Moodle foi utilizada para promover a interação dos estudantes. Trata-se de uma ferramenta de comunicação conhecida dos estudantes de outros ambientes e comunidades virtuais e que permite a troca de informações de forma síncrona e assíncrona. Além disso, disponibiliza um conjunto de mensagens em sequência, relacionadas entre si e com referência a aspectos de mensagens anteriores, o que facilita a interatividade entre os estudantes. Ao participar de forma interativa, o estudante compromete-se ativamente nas discussões facilitando a construção do conhecimento, pois toma posição e discute as posições dos demais colegas de forma argumentativa (TAROUCO et al., 2008). Isso proporciona aos mesmos a análise, reflexão e síntese de suas posições e contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo Jonassen (1996a, p. 29), um estudante desenvolveu a habilidade do pensamento crítico quando é capaz de identificar as informações relevantes de um problema, buscar relações de causalidade, reconhecer padrões e falácias, fazer comparações e interligar ideias. Os indicadores de Newman et al. (1995) relacionados com essas habilidades são: Relevância (R), Importância (I), Ambiguidades (A), Justificativa (J), Utilidade Prática-Avaliação do conhecimento (U/P) e Extensão da Compreensão (EX). Esses indicadores puderam ser investigados nos resultados obtidos da aplicação dos questionários [1] e [2], no grupo experimental e no grupo de controle. Estes questionários foram aplicados no início e no final das atividades de aprendizagem com os OAs.

A análise das respostas dos questionários foi feita com base nas descrições de cada indicador do quadro 1. Os dados analisados que apresentam sinais de desenvolvimento de pensamento crítico foram marcados em pares de indicadores positivos (+) e negativos (-), conforme proposto por Newman et al. (1995, p. 56). Após as marcações, os dados foram tabulados e quantificados de acordo com a forma proposta por Medina (2004, p. 66) assim descrita: conta-se os totais de indicadores positivos (Ind<sup>+</sup>) e negativos (Ind<sup>-</sup>) e calcula-se o índice de pensamento crítico de acordo com a expressão:  $Ind = (Ind^+ - Ind^-) / (Ind^+ + Ind^-)$ . Os índices encontrados dessa forma ficam limitados em uma escala de -1 a +1, onde -1 representa um índice de pensamento superficial, não crítico e não significativo e +1 um pensamento profundo, significativo e completamente crítico. Para o grupo experimental, a variação dos índices de indicadores de pensamento crítico (IPC) é apresentada na tabela 1.

**Tabela 1** - Variação dos índices de indicadores de pensamento crítico do Grupo experimental.

Indicadores		Questionário [1]	Questionário [2]	Variação de IPC (Q <sub>2</sub> - Q <sub>1</sub> )	% de variação do IPC
Conhecimento/Experiência	C/E	-0,4394	0,3793	0,8187	40,95%
Novidade	N	-0,5769	-0,44	0,1369	6,84%
Relevância	R	-0,4102	-0,2068	0,2034	10,17%
Importância	I	-0,5063	-0,1494	0,3569	17,84%
Avaliação Crítica	A/C	-0,4935	-0,0543	0,4392	21,96%
Ambiguidades	A	-0,0256	0,5243	0,5499	27,49%

Associação de Ideias	A/I	-0,3333	-0,1474	0,1859	9,29%
Justificativa	J	-0,2948	0,0857	0,3805	19,02%
Utilidade Prática	U/P	-0,5384	-0,3218	0,2166	10,83%
Extensão da Compreensão	EX	-0,4743	-0,1162	0,3581	17,90%
IGPC		-0,40927	-0,04466	0,36461	18,23%

Fonte - Construção do autor.

A análise comparativa dos dados do Questionário [1] e [2] mostra que houve melhoria em todos os indicadores de pensamento crítico tal como pode ser observado no gráfico 1. Observa-se que o IGPC (índice geral de pensamento crítico) do questionário [1] (-0,40927) é muito menor do que no questionário [2] (-0,04466). Essa informação aponta que, após o estudo com o uso dos OAs, houve um incremento positivo (18,23%) no desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes.

**Gráfico 1** - Variação dos índices de indicadores de pensamento crítico do Grupo experimental.



Fonte - Construção do autor.

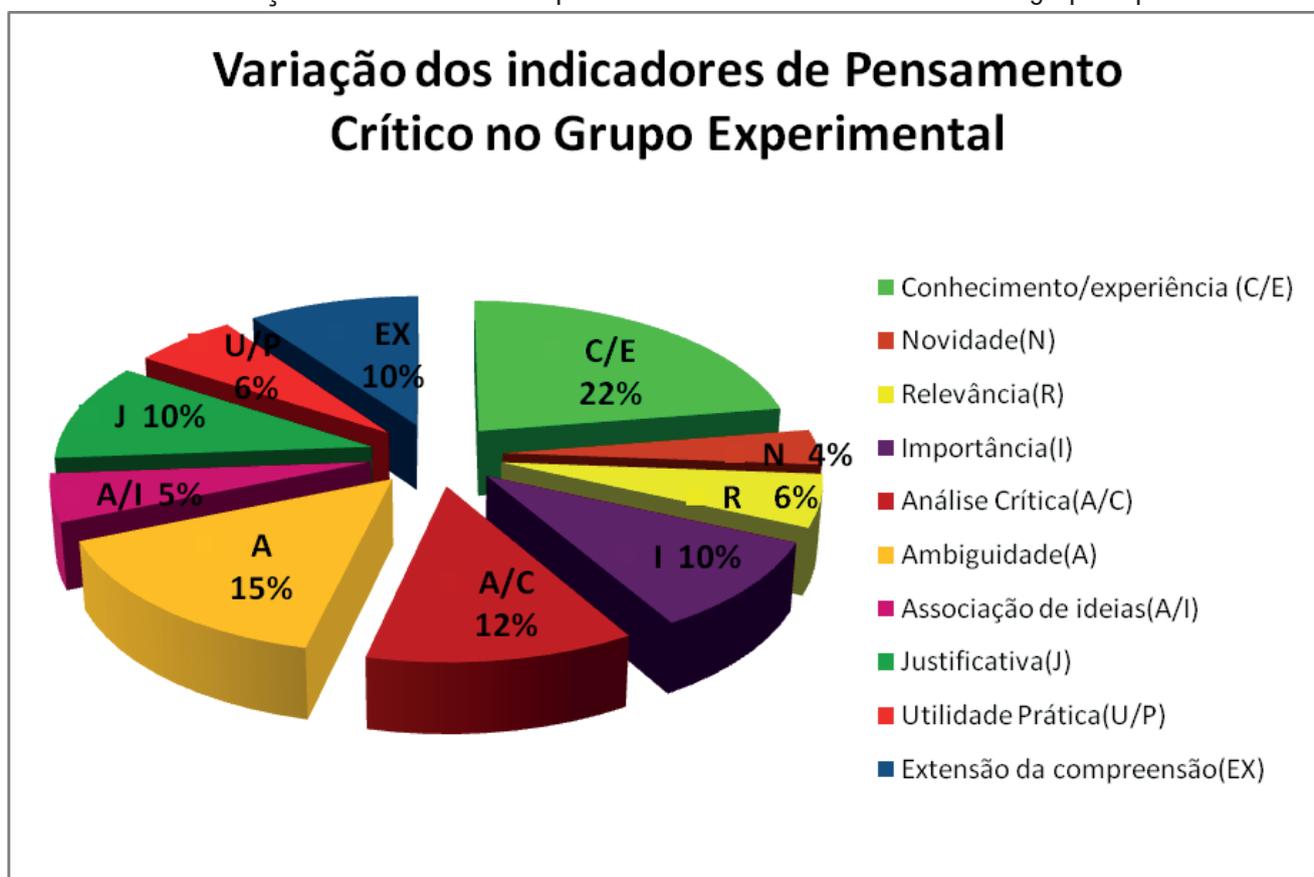
A maior variação nos índices de pensamento crítico foi verificada no indicador Conhecimento/Experiência (C/E) (variação no índice de  $0,8187 = 40,95\%$ ). A presença acentuada desse indicador demonstra que os estudantes recorrem a experiências pessoais e/ou ao material do curso na busca de soluções dos problemas propostos, ou seja, usam as informações para resolver um problema e fazem uso do conhecimento abstrato para resolver situações do cotidiano. Variações menos expressivas, mas também significativas, são as apresentadas nos indicadores Ambiguidade (27,49%) e Avaliação Crítica (21,96%). O indicador Ambiguidade nos chama a atenção, pois ao compararmos as respostas dos estudantes do questionário [1] para esse indicador, o número de respostas positivas foi semelhante ao número de respostas negativas. Diante disso, a variação para esse indicador evidencia que os estudantes responderam aos questionamentos de forma mais clara, discutindo-as e

procurando esclarecê-las.

A variação do índice no indicador Avaliação Crítica demonstra que os estudantes passaram a refletir sobre suas próprias contribuições ou de outras pessoas e estão abertos às críticas. As atividades de aprendizagem que proporcionaram aos estudantes essas habilidades fizeram uso de OAs do tipo simulação, texto e vídeo. Em todas essas atividades os estudantes deveriam responder a questões problematizadoras com base nas informações obtidas nos OAs. Esses OAs possibilitaram aos estudantes realizar um resgate de suas concepções prévias, fazer uso adequado de modelos explicativos e compreender as diferenças entre os tipos de variáveis envolvidas, bem como suas relações.

Uma análise mais detalhada desses índices nos remete a construção de um outro gráfico (Gráfico 2) que demonstra a variação dos indicadores de pensamento crítico nos estudantes do grupo experimental.

**Gráfico 2 -** Variação dos indicadores de pensamento crítico nos estudantes do grupo experimental.



Fonte - Construção do autor.

A análise desse gráfico confirma a maior evolução para os indicadores Conhecimento/Experiência (22%), Ambiguidade (15%) e Análise Crítica (12%). Os indicadores Justificativa, Importância e Extensão da Compreensão obtiveram um percentual de 10%, o que sinaliza o desenvolvimento de importantes habilidades do pensamento crítico. Essas habilidades estão relacionadas à emissão de juízos próprios; ao fornecimento de provas ou exemplos para justificar suas soluções; à defesa de suas posições com argumentação e embasamento; à identificação de relações importantes entre o conteúdo e o problema,

além da interpretação de observações do cotidiano.

Os índices discutidos nas páginas anteriores, quando comparados ao grupo de controle [2], apontam variações e podem ser identificados na tabela 2 e no gráfico 3. Esses mostram o resultado geral dos índices de todos os indicadores para o questionário [2] do grupo experimental e de controle [2].

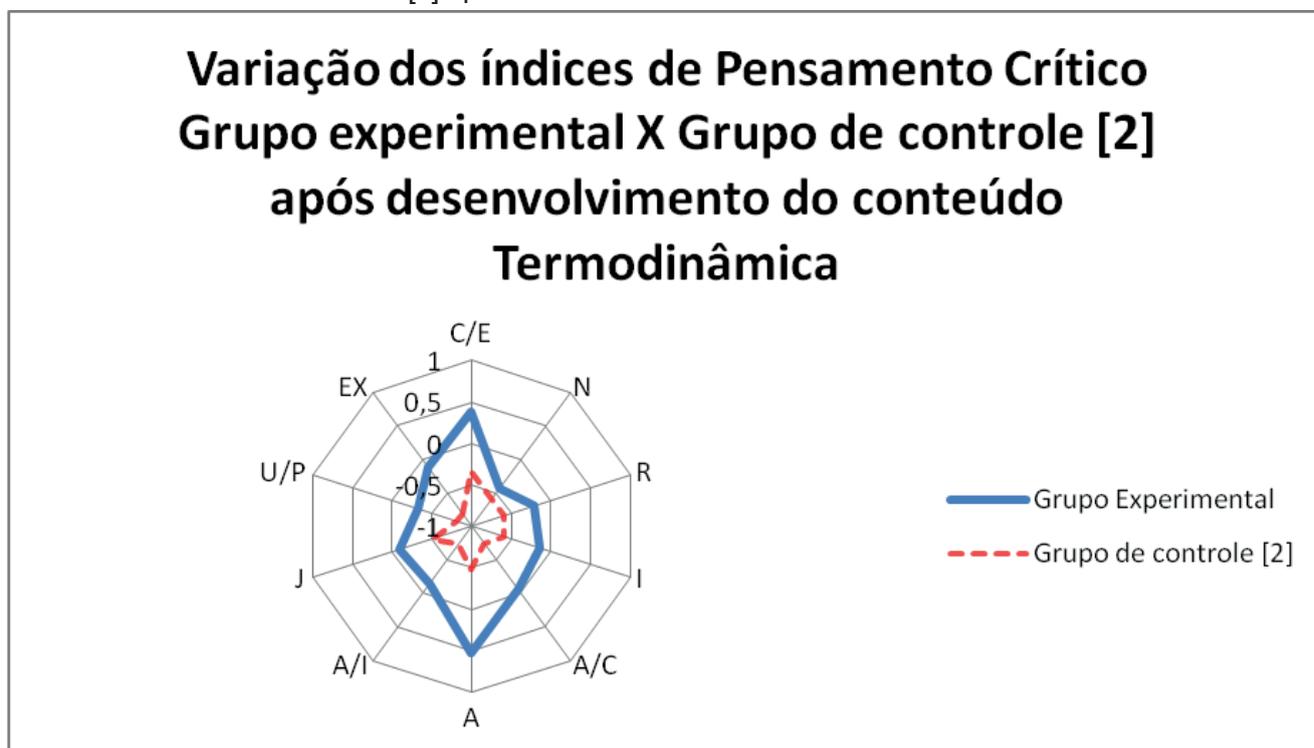
**Tabela 2** - Comparativo entre a variação dos índices de Pensamento Crítico (IPC) do Grupo experimental e do Grupo de controle [2] após desenvolvimento do conteúdo Termodinâmica.

Indicadores		Grupo Experimental	Grupo de controle [2]	Variação de IPC (GE – GC <sub>2</sub> )	Percentual de variação do IPC
Conhecimento/Experiência	C/E	0,3793	-0,3333	0,7126	35,63%
Novidade	N	-0,4425	-0,5897	0,1472	7,36%
Relevância	R	-0,2068	-0,6000	0,3932	19,66%
Importância	I	-0,1498	-0,6000	0,4502	22,51%
Avaliação Crítica	A/C	-0,0543	-0,7435	0,6892	34,46%
Ambiguidades	A	0,5243	-0,4820	1,0063	50,31%
Associação de Ideias	A/I	-0,1474	-0,7384	0,5910	29,55%
Justificativa	J	-0,0857	-0,5128	0,4271	21,35%
Utilidade Prática	U/P	-0,3218	-0,8102	0,4884	24,42%
Extensão da Compreensão	EX	-0,1162	-0,8102	0,6940	34,7%
IGPC		-0,06209	-0,62201	0,55992	28,00%

Fonte - Construção do autor.

Os dados da tabela acima (Tabela 2) mostram que houve um incremento positivo de 28% no desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes do grupo experimental. Esse dado foi obtido pelo IGPC (índice geral de pensamento crítico). A partir do gráfico 3, permite-se constatar a variação em todos os indicadores de pensamento crítico nos estudantes dos grupos experimental em relação aos do grupo de controle [2] após o desenvolvimento das aulas com uso de OAs.

**Gráfico 3** - Comparativo entre a variação dos índices de pensamento crítico do Grupo experimental e do Grupo de controle [2] após desenvolvimento do conteúdo Termodinâmica.



Fonte - Construção do autor.

A análise dos gráficos e tabelas acima nos mostra que em ambos os grupos (experimental e de controle [2]) há evidências do desenvolvimento do pensamento crítico. Entretanto, observa-se que os índices de pensamento crítico são superiores para o grupo experimental em todos os aspectos avaliados. Uma análise dessa variação mostra uma diferença acentuada nos índices de pensamento crítico no Grupo experimental em todos os indicadores em relação ao grupo de controle [2]. Houve, de forma significativa, índices altamente positivos como os indicadores *Ambiguidades* (50,31%) o que denota clareza nas respostas, *Conhecimento/Experiência* (35,63%) evidenciando o uso de conhecimentos prévios, experiências pessoais ou referência ao material do curso na resolução dos problemas propostos. O indicador *Análise Crítica* (34,46%) indica que os estudantes avaliam/contribuem de forma crítica e estão abertos a discussões. O indicador *Associação de Ideias/Interpretação* (29,55%) indica que os estudantes relacionam as informações, comparam e geram novos dados a partir de informações coletadas. O indicador *Extensão da compreensão*, com um índice de 34,7%, mostra que os estudantes emitem juízos próprios e tomam decisões que requeiram compreensão do conhecimento. Além desses indicadores podemos observar que também houve o desenvolvimento de outros como: Relevância, Justificativa, Importância, Utilidade Prática. São índices menores, mas não menos expressivos, pois de 19% a 24% das respostas apresentaram indicadores positivos o que denota uma presença significativa de desenvolvimento de pensamento crítico.

A análise realizada sobre a contribuição dos OAs no desenvolvimento do pensamento crítico em aspectos relacionados aos indicadores apontou que aqueles aspectos em que a variação foi menor não eram explicitamente destacados nos OAs. Isso permite elicitare duas conclusões importantes:

1º) o uso de OAs contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico de modo geral, embora todos os indicadores não fossem explicitamente objeto de atenção no projeto do OA.

2º) Os OAs devem intencionalmente instigar o desenvolvimento do pensamento crítico em todos os aspectos, tal como elicitado no conjunto de indicadores de Newman ou em qualquer outro conjunto de indicadores de pensamento crítico.

## COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

Elaborar atividades de aprendizagem com recursos provindos das tecnologias, como hiper-mídias e *softwares* educacionais, vêm sendo utilizado no ensino de Física no sentido de motivar os professores e contribuir para a inovação e atualização de velhos métodos de ensino. Apesar disso, poucas mudanças efetivas no processo de ensino têm sido percebidas. Aqui apresentamos uma proposta, que já foi avaliada e validada, com o objetivo de divulgar o material produzido e contribuir para que os professores da rede escolar possam se apropriar dele. Optamos pelo eXe Learning, como ferramenta de autoria, para estimular os professores a serem autores de seus próprios materiais educacionais e os adequarem ao contexto e cotidiano dos estudantes, possibilitando a aprendizagem significativa dos conceitos estudados e contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. O eXe Learning não garante a contextualização do conteúdo nem a aprendizagem dos estudantes, mas permite aos professores criar seus próprios materiais educacionais, pois agrega diversas mídias escrita e audiovisuais, que tornam o processo de ensino mais atraente e facilita a aprendizagem dos estudantes.

O uso dos OAs foi outra opção deste estudo, pois eles oportunizam a comunicação e a interação dos estudantes e destes com o professor. Para que o processo de ensino seja facilitado com o uso dos OAs estes devem estar inseridos em um modelo metodológico que estimule a interação e a cooperação entre os estudantes e destes com o professor. Neste sentido, o modelo metodológico dos TMP e o Ciclo de Kolb mostram-se adequados, pois estimulam o diálogo e a problematização de questões do cotidiano dos estudantes.

Para finalizar, acredita-se que o eXe Learning e os OAs podem ser considerados recursos auxiliares no processo de ensino e de aprendizagem de conceitos de Física estudados no Ensino Médio, a fim de desenvolverem o pensamento crítico, pois possibilitam a contextualização, observação, reflexão, síntese e a interdisciplinaridade dos conceitos estudados, o que favorece o desenvolvimento do pensamento crítico e torna a aprendizagem significativa. A interação no Moodle mostrou-se uma estratégia importante para o desenvolvimento do Pensamento Crítico dos estudantes, pois estes estão habituados ao diálogo que usa de linguagem escrita por meio de outros ambientes *on-line*. Além disso, o Moodle permitiu que os estudantes pudessem dialogar sobre os assuntos de sala de aula presencial em momentos extraclasse e usar de mais tempo para os estudos com a disciplina de Física.

## REFERÊNCIAS

BECK, R.J. **Learning Objects: What?**. Center for International Education. University of Wisconsin: Milwaukee, 2001.

BLOOM, B. S. **Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain**. New York: Longman, 1956.

BORBA, M. C. Tecnologias informáticas na educação matemática e reorganização do pensamento. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). **Pesquisa em educação Matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: UNESP, 1999, p. 285 - 295.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução**. Brasília: MEC/SEF, 2000.

BULEGON, A. M. ; MUSSOI, E. M. ; TAROUÇO, L. M. R. eXe Learning: uma ferramenta de autoria para o ensino e aprendizagem. In: **Salão de Ensino**, 2010, Porto Alegre. Salão de Ensino 2010. UFRGS, 2010.

CHAVES, E. O. C. **PROINFO: Tecnologia e Educação: o futuro da escola na sociedade da informação**. Secretaria de Educação a Distância. Brasília: Ministério da Educação, 1998.

ENNIS, R. A logical basis for measuring critical thinking skills. In.: **Revista Educational Leadership**, Champaign/Illinois/EUA, v.43, p.44-48, 1985. Disponível em: <[http://www.ascd.org/ASCD/pdf/journals/ed\\_lead/el\\_198510\\_ennis.pdf](http://www.ascd.org/ASCD/pdf/journals/ed_lead/el_198510_ennis.pdf)> Acessado em: 10 ago. 2010.

HALPERN, D. F. Teaching for critical thinking: Helping college students develop the skills and dispositions of a critical thinker. **New Directions for Teaching and Learning**, 80, 69-74, 1999.

JONASSEN, D. **Computers in the classroom: mindtools for critical thinking**. A Simon & Schuster Company. Englewood Cliffs: New Jersey, 291 p., 1996a.

JONASSEN, D. O uso das novas tecnologias na educação a distância e a aprendizagem construtivista. **Revista: Em Aberto**, Brasília, ano 16, n. 70, p. 80-88, abr / jun. 1996b.

LTSC - Learning Technology Standards Committee. LOM - Learning Object Metadata. **Institute of Electrical and Electronics Engineers: IEEE**. Disponível em: <<http://ltsc.ieee.org/wg12/>> Acesso em: 07 ago. 2010.

MANDERNACH, B. J.; FORREST, K. D.; BABUTZKE, J. L.; MANKER, L. R. The role of Instructor Interactivity in Promoting Critical Thinking in Online and Face-to-Face Classrooms. MERLOT, **JOLT: Journal of Online Learning and Teaching**. Long Beach, v. 5, no. 1, p. 49-62, march. 2009. Disponível em: <[http://jolt.merlot.org/vol5no1/mandernach\\_0309.pdf](http://jolt.merlot.org/vol5no1/mandernach_0309.pdf)> Acesso em 11 abr. 2010.

MUSSOI, E. M.; FLORES, M. L.P; BULEGON, A. M.; TAROUÇO, L. M. R. GeoGebra and eXe Learning: Applicability in the Teaching of Physics and Mathematics. In: **International Conference on Society and Information Technologies - ICSIT**. Orlando:Flórida, USA. 2010.

NEWMAN, D. R.; WEBB, B.; COCHRANE, C. A content analysis method to measure critical thinking in face-to-face and computer supported group learning. **Interpersonal Computing and Technology - IPCT-J**, Bloomington, v.3, n.2, p. 56-77, abr. 1995. Disponível em <<http://www.helsinki.fi/science/optek/1995/n2/newman.txt>> Acesso em: 30 abr. 2010.

PONTE, J. P. As TIC no início da escolaridade: Perspectivas para a formação inicial de professores. In.: PONTE, J. P. (Org.) **A formação para a integração das TIC na educação pré-escolar e no 1º ciclo do ensino básico**. Caderno de Formação de Professores. Porto: Porto Editora, 2002.

RODRIGUES, A. P.; KONRATH, M. L. P.; TAROUÇO, L. M. R.; MEZZARI, A. Autoria e empacotamento de conteúdos.

In.: **RENTE - Revista Novas Tecnologias aplicadas na Educação**, Porto Alegre, v. 7, nº 3, dez/2009. Disponível em <<http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/13503/8839>> Acesso em: 02 jan. 2012.

SALIÉS, T. G. Produzindo textos acadêmicos em língua estrangeira: o que está em jogo? **Caderno de Letras**. Rio de Janeiro, n. 24, p. 13-27. maio 2008.

SCHON, D. A. **Educando o profissional reflexivo**: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Roberto Cataldo Costa (Trad.) – Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

SENDAG, S.; ODABASI, H. F. Effects of an online problem based learning course on content knowledge acquisition and critical thinking skills. **Computer & Education**. nr 53 p. 132-141, 2009.

SUMNER, W. **Folkways**: Um estudo da importância sociológica de usos, Manners, Customs, Mores e Moral. Nova York: Ginn and Co.1940.

TAROUCO, L. M. R.; FABRE, M. C. J. M.;GRANDO, A. R. S.; KONRATH, M. L. P. Objetos de Aprendizagem para M-Learning. Florianópolis: **SUCESU - Congresso Nacional de Tecnologia da Informação e Comunicação**. 2004. Disponível em: <[http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/objetosdeaprendizagem\\_sucesu.pdf](http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/objetosdeaprendizagem_sucesu.pdf)> Acesso em: 12 jan. 2010.

VELLA, J. **Learning to listen learning to teach**: The Power of dialogue in educating adults. San Francisco: Jossey-Bass, 1994.

VIEIRA, R. M.; VIEIRA, C. T. A formação inicial de professores e a Didactica das Ciências como contexto de utilização do questionamento orientado para a promoção de capacidades de pensamento crítico. **Revista Portuguesa de Educação**. v.16, nr. 001, Universidade do Minho: Braga/ Portugal, p. 231-252, 2003. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/374/37416110.pdf>> Acesso em: 10 ago. 2011.

WILEY, D. A. **Learning object design and sequencing theory**. Unpublished doctoral dissertation. Brigham Young University. 2000. Disponível em: <<http://www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc>> Acesso em: 22 maio 2008.

Tutorial eXe Learning. Disponível em: <<http://penta2.ufrgs.br/exelearning/>>.

-----  
RECEBIDO EM: 01.02.2014.

CONCLUÍDO EM: 01.04.2014.