

Utilização do Software Educativo Cidade do Átomo: um olhar sobre as atividades de aprendizagem realizadas no contexto escolar de ensino médio

Resumo

Atualmente o computador e suas tecnologias da informação fazem parte da realidade de muitas escolas da educação básica de nosso país. No entanto, ainda são necessários estudos com intuito de analisar e aplicar abordagens pedagógicas adequadas no sentido de promover ações efetivas no processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, Cidade do Átomo é um software educativo que usa estratégia de solução de problemas que envolvem os temas produção de energia termonuclear, radioatividade e radioproteção. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi analisar a utilização de Cidade do Átomo no contexto escolar de nível médio, especificamente na disciplina de química. Para tanto, focalizou-se o planejamento didático e a conduta dos estudantes na solução dos problemas propostos sobre o tema da produção de energia termonuclear.

Palavras-chave: software educativo; educação científica; radioatividade.

Liliane Dailei Almeida Gruber

IFSUL

liliane.gruber@gmail.com

1 Introdução

A disseminação da informática fez com que o computador e suas tecnologias chegassem às escolas, oferecendo possibilidade de mudança nas interações dentro e fora da sala de aula. Assim, a relação entre as tecnologias e o processo de educar na atualidade tem atraído atenção generalizada e, por si só, pode ser considerada um desafio para os profissionais da educação e áreas correlatas (Tajra, 2011).

No panorama da emergência da cultura da interatividade, há de se destacar a importância do elo entre pedagogia e a era da informação. A sala de aula deve estar em sintonia com esta emergência da interatividade, com uma postura da nova dimensão da comunicação. O desafio da interatividade significa levar em consideração o modo mais comum de leitura das novas gerações, a transmissão de informações hipertexto: não linear, dinâmica, onde a recepção e emissão atuam juntas, ou seja, uma comunicação essencialmente interativa (Silva, 2011).

Aceitar esse desafio é tarefa imprescindível para o educador. É preciso aceitar e saber utilizar as tecnologias no sentido de transformar o ato de ensinar e aprender sintonizado com o novo aluno, o sujeito integrante do grupo “geração digital”. O perfil deste aluno, que nasceu numa era totalmente informatizada, possibilita, com isso, uma busca na sua formação, visando autonomia para este aprendizado bilateral (Silva, 2003).

Nesse sentido, esta busca do professor pela atualização de seus saberes diante das tecnologias e da comunicação interativa está de acordo com os pensamentos de Freire (2011, p. 30) onde ensinar exige pesquisa - não há pesquisa sem ensino e ensino sem pesquisa. Assim, alunos e professores, nesse movimento de busca e parceria para a realização de aprendizagem mais efetiva e adaptada à realidade do aluno inclui, pois um saber fundante da prática educativa, da formação docente, o da inconclusão assumida. O ideal é que, na experiência educativa, educandos e educandas, educadoras e educadores, juntos, convivam de tal maneira com este e outros saberes, que eles vão se transformando em sabedoria (Freire, 2011, p. 57).

Por outro lado, o computador e suas várias mídias, embora já tenham alterado o comportamento do professor no planejamento e desenvolvimento de suas aulas, não

asseguram um ensino e aprendizagem de melhor qualidade somente com sua presença (Ferreira, 1998). O acesso a uma gama de novas informações advindas das várias ferramentas que as tecnologias oferecem, ampliam as relações dos sujeitos com os objetos do conhecimento. Esses meios informativos e comunicativos possibilitam diversas alternativas para a aprendizagem com o uso do computador, mudando e potencializando a construção de conhecimentos (Giordan, 2005).

Um software educativo pode ser definido como qualquer programa que seja utilizado para atingir fins educacionais, isto é, desenvolvido exclusivamente para tal finalidade. No entanto, qualquer software pode ser empregado para alcançar algum resultado educativo (ou seja, seu fim não era educacional), porém, pode ser usado com tal objetivo. Um dos exemplos seriam os editores de texto (Tajra, 2011).

A cada dia, novas ferramentas comunicacionais informatizadas destinadas à veiculação e construção do conhecimento estão sendo desenvolvidas e aos poucos estão sendo inseridas no âmbito educacional. Tais tecnologias, que facilitam o conhecimento através de várias representações, têm como característica integrar diversos meios em um único. Ao contrário do livro, considerado um meio estático que serve de suporte apenas para representações visuais, os novos meios articulam representações visuais animadas, representações sonoras e o próprio texto escrito, que também pode ganhar movimento (Giordan, 2005).

Nesse cenário, onde está disponível uma variedade de recursos tecnológicos existentes, a escolha e o uso de um software com finalidade educativa deve necessariamente levar em conta os processos de construção do conhecimento na interação sujeito (usuário) objeto (software). Assim, um ponto extremamente importante é a decisão do professor frente às tecnologias. Sabe-se que as ferramentas computacionais não desencadeiam, por si só, os processos de ensino e aprendizagem. Um dos elos mais importante neste processo é o docente, que precisa saber decidir e preparar sua estratégia pedagógica. Assim, idealiza-se que o software deve se adequar ao esquema pedagógico e não o contrário (Eichler e Del Pino, 2000).

No contexto das ciências naturais (biologia, física e química), espera-se que as atividades de ensino e aprendizagem devam estar voltadas para uma formação num sentido amplo, nas quais devem prevalecer abordagens reais do cotidiano conectando teoria e prática, abordagem de aspectos sociais, políticos e econômicos, todos vinculados aos conteúdos do currículo e saberes dos estudantes. É defendida uma construção coletiva de conhecimentos em atividades diversificadas, nas quais o estudante faça a formalização dos conceitos e métodos da ciência a partir do concreto para o abstrato (Brasil, 1999).

Dessa forma, no ensino e aprendizagem dos métodos e dos conteúdos de ciências, muito se tem discutido sobre as aplicações em sala de aula de softwares educacionais. Entende-se que alguns deles podem ser considerados como ferramentas que auxiliam o aluno a raciocinar a respeito de determinados fenômenos e questões sobre certos conceitos abstratos, visto que podem representar o conhecimento de várias maneiras.

Nesta perspectiva, quando os conceitos são muito formalizados ou abstratos, são recomendáveis estratégias de solução de problemas e simulações antecedendo ao desenvolvimento de projetos (Eichler et al., 2003). A presença de um ambiente que permite simular situações do mundo real possibilita ao aluno a oportunidade de aplicar o conhecimento teórico. Simulações auxiliam na elaboração de hipóteses, busca por fontes de informações e fazem com o que aluno experimente os fenômenos representados visando a sua compreensão (Rodrigues et al., 2008). Um dos tipos de software educacional que possibilitam essa abordagem é o que utiliza características de simulação (Eichler e Del Pino, 2000).

Considerando os argumentos anteriores foi proposta, desenvolvida e investigada uma intervenção em sala de aula envolvendo alunos de ensino médio numa perspectiva de analisar a estratégia pedagógica que utilizou o software educativo Cidade do Átomo.

2. Metodologia da pesquisa

A análise da estratégia pedagógica e os processo envolvidos na construção dos saberes utilizando a ferramenta computacional Cidade do Átomo foi realizada segundo os

pressupostos da pesquisa qualitativa de estudo de caso (Ludke e André, 1988). Segundo essas autoras, um estudo de caso naturalístico possui características que se superpõem à pesquisa qualitativa quando visam à descoberta, enfatizando a interpretação em contexto e buscando retratar a realidade de forma completa e profunda. Um estudo de caso também usa uma variedade de fontes de informação, revelando experiência vicária e permitindo generalizações naturalísticas. Procura representar os diferentes e às vezes conflitantes pontos de vista presentes numa situação social. Nesse contexto, o objetivo é mostrar que a realidade pode ser entendida através de várias percepções, não havendo uma única que seja verdadeira. Assim, estas premissas corroboram para uma pesquisa que leve em conta a interpretação de várias fontes de evidências, que considere o processo de aprendizagem dos sujeitos no contexto onde se desenvolve, buscando respostas para o fenômeno estudado.

Durante o desenvolvimento da investigação das atividades de implementação da ferramenta no contexto escolar, cabe destacar que a pesquisadora assumiu também a função docente, obtendo dados experimentais descritivos. Gravações de áudio e vídeo, anotações dos diários de aula, textos escritos pelos sujeitos participantes, arquivos de log, formaram um conjunto de informações analisado e interpretado. As filmagens foram dados experimentais obtidos que totalizaram cerca de 400 horas de gravações. Estas gravações foram transcritas e analisadas por meio da ATD (Moraes e Galiazzi, 2011), a qual se estrutura em três etapas principais: unitarização, categorização e produção do metatexto. Os dados coletados e transcritos formaram o *corpus*, cujo conteúdo foi fragmentado em unidades de significado, seguido de categorização (articulação de significados semelhantes). A interpretação e produção dos argumentos das realidades observadas resultam no produto final – o metatexto analítico.

2.1 Os sujeitos da pesquisa

A investigação realizou-se no ambiente escolar com estudantes da educação profissional técnica de nível médio em mecatrônica e informática. Os participantes compunham cinco turmas de primeiro ano, totalizando 137 alunos, com idades variando

entre 14 e 17 anos. A identidade dos participantes foi preservada empregando-se nomes fictícios para situações e falas que aparecem no presente trabalho.

2.2 A proposta didática

Todas atividades foram realizadas dentro do calendário da disciplina de Química, que contempla dois períodos semanais de 45 minutos cada, resultando em quatro semanas de investigação, nas quais os alunos, trabalhando em duplas, analisaram o problema proposto em Cidade do Átomo – possível impacto ambiental da produção de energia elétrica a partir da energia nuclear. O cronograma com a sequência didática é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Cronograma contemplando conceitos, atividades realizadas e situações envolvidas.

Aula	Conceitos	Atividades	Situações Envolvidas
1	Definição dos termos radioatividade e radiação ionizante. Radioatividade: conceito e aplicações. Aspectos históricos. Revisão de conceitos (atomística).	Uso do quadro e apresentação em data show. Uso de vídeos, reportagens e imagens da web.	Diálogo sobre o tema radioatividade e acidentes nucleares. Questionamentos sobre os conceitos de isótopos e modelos atômicos.
2	Isótopos e tipo de emissão (alfa, beta e gama). O espectro eletromagnético. Apresentação do software.	Uso do quadro e apresentação em data show. Uso do software Cidade do Átomo.	Discussão da emissão de radiação alfa, beta e gama e o rearranjo nuclear. Discussão sobre a relação espectro eletromagnético, energia de radiação e aplicações. Primeiras orientações sobre a atividade com o software.

Aula	Conceitos	Atividades	Situações Envolvidas
3	Unidades de radiação. Radiação de fundo e limites de dose. Atividade com o software.	Uso de data show. Uso do software Cidade do Átomo.	Questionamentos sobre as unidades de radiação de fundo e dose recebida. Discussão sobre cálculo de valores médios para radiação de fundo e dose recebida.
4	Atividade com o software.	Uso de data show. Uso do software Cidade do Átomo.	Questões finais do laudo de inspeção nuclear. Resolução do problema proposto por Cidade do Átomo. Envio do arquivo do laudo.

3. O Planejamento e Sequência Didática (o confronto entre planejamento e o realizado em sala de aula)

O desenvolvimento de abordagens escolares com temas envolvendo produção de energia termonuclear está de acordo com as orientações expressas pelo Ministério da Educação para o ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio nos PCN (Brasil, 1999, 2002, 2006).

Há, assim, necessidade de superar o atual ensino praticado, proporcionando o acesso a conhecimentos químicos que permitam a “construção de uma visão de mundo mais articulada e menos fragmentada...” (Brasil, 1999, p. 241).

É defendida a contextualização como um dos eixos centrais no ensino de química, abordando situações reais do cotidiano que priorizam articulações dinâmicas entre teoria e prática, favorecendo uma construção coletiva de conhecimentos em atividades diversificadas. Assim, possibilidades de contextualização dos conhecimentos químicos, que os tornem socialmente relevantes, são construídas a partir de abordagens que não

dissociam a teoria do cotidiano, resultando em práticas afastadas da simples transmissão de verdades prontas e absolutas (Brasil, 2006).

Pode-se trabalhar, a partir de temas como poluição, recursos energéticos, saúde, cosméticos, plásticos, metais, lixo, química agrícola, energia nuclear, petróleo, alimentos, medicamentos, agrotóxicos... (Brasil, 2006, p. 122).

A abordagem da química nuclear, radioatividade e conteúdos afins e toda a potencialidade desta temática tem pouca ou nenhuma cobertura nos conteúdos curriculares de ensino médio. No contexto das pesquisas em educação química sobre estes materiais percebe-se que há uma limitação de trabalhos publicados. Tal fato pode ser justificado pela falta de interesse docente em abordar este assunto. O desinteresse poderia estar relacionado na desinformação dos professores sobre o tema, escassez de bibliografia acessível e informação insuficiente nos currículos de licenciatura em química (Nakibo, L.; Tekin, 2006; Tsarpalis et al.; 2013).

Por outro lado, é reconhecido o interesse nos assuntos envolvendo ciência nuclear por grande parte dos estudantes. A forma como as notícias são veiculadas na mídia relacionando acidentes nucleares, questões energéticas, problemas ambientais e aplicação de radioisótopos tornam presente estes conteúdos no cotidiano. Outras formas de apresentação destes temas estão no contexto brasileiro, assim como aspectos históricos e de aplicações (Xavier *et al.*, 2007; Chassot, 1995).

Para Ausubel, a essência da aprendizagem significativa é a relação entre as informações preexistentes na estrutura mental e as novas ideias expressas simbolicamente. Em outras palavras, aprender significativamente é ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos através de reconfiguração de conhecimentos já existentes, um resultado de conexões entre o novo e o velho conhecimento (Moreira, 2011). Ao mesmo tempo é necessária uma situação de ensino adequada, planejada pelo professor, que leva em conta o contexto social do aluno, além de disposição para aprender.

Portanto, relacionando com o contexto escolar vivenciado neste projeto, os conceitos fundamentais tais como átomo, elemento químico, número atômico, massa

atômica, prótons, elétrons, nêutrons e isótopos foram previamente trabalhados com as turmas investigadas através de aulas expositivas e dialogadas. Junto a isso, construiu-se um breve histórico da evolução dos modelos atômicos. As opiniões dos sujeitos investigados foram consideradas em todos os momentos da realização das atividades, sendo que os mesmos foram questionados quanto a seus pontos de vista sobre a temática energia nuclear, antes da exposição de conceitos considerados importantes pelo professor. Dessa maneira, realizou-se uma integração conceitual ligada à proposta do software Cidade do Átomo.

Durante a primeira aula do planejamento (Tabela 1), a atividade iniciou-se com perguntas sobre a opinião dos sujeitos sobre o tema radioatividade. Acidentes nucleares, especialmente os casos de Fukushima e Chernobyl, efeitos nocivos à vida e ao meio ambiente foram os principais apontamentos neste momento. Tais respostas estão de acordo com a presença dos temas nucleares percebida pelos estudantes, baseada no contato com informações obtidas, normalmente, pela internet e televisão. Assim, o enfoque das opiniões se constituía somente com relação aos desastres ocorridos, sem uma reflexão acerca das causas dos acontecimentos. Portanto, foram expostos outros pontos de vista sobre a química nuclear, explicitando a presença e benefícios na área da medicina, geologia e indústria, por exemplo, através de slides e acesso on line de vídeos e reportagens. O objetivo foi esclarecer que as informações obtidas pelos meios de comunicação devem ser avaliadas e discutidas de maneira criteriosa e que, para isso, é preciso buscar conhecimentos que fundamentem tais colocações.

Para ampliar a compreensão acerca da radioatividade, os estudantes foram convidados a pesquisar os termos radioatividade e radiação ionizante, já que esse primeiro momento foi realizado no laboratório de informática, com acesso aos computadores e internet. A busca se estendeu para uma postura bastante motivada da turma quando alguns alunos encontraram informações a respeito de aspectos negativos e positivos do tema. A partir das informações pesquisadas na rede, houve comentários, análises de situações, enfim diálogos que estavam propiciando um ambiente de reflexões sobre o conteúdo.

Conforme Ferreira (1998) a internet é uma ferramenta que propicia expansão da sala de aula, através da procura e troca de informações, imagens e dados. Conduz a um novo modelo que coloca o estudante como responsável pelo aprendizado, junto ao professor. Consiste em mais um suporte didático além dos tradicionais, como livros, revistas, visitas técnicas, seminários e vídeos.

Ainda nas palavras de Ferreira (1998), o uso da Internet no ensino tira o caráter de conhecedor único do professor, fazendo com que o aluno tenha responsabilidade por seu aprendizado. Para isso a escola tem que estar estruturada e o professor preparado para este tipo de interação com o estudante.

Considerando o pensamento de Lev Vigotski (2007), o sujeito se apropria (reconstrói internamente) os significados a partir de suas relações com o meio, pela mediação discursiva com o grupo. A integração social depende, ao menos, de dois sujeitos trocando significados. Está relacionado ao envolvimento ativo, de todos os participantes. Na mediação entre diferentes sujeitos todos aprendem, refletem e pesquisam, via integração social.

Cabe destacar que a atuação docente neste momento foi a de mediar reflexão e associação de informações advindas da navegação na rede, sem direcionamentos ou aplicação de roteiro específico para esta atividade. As interferências aconteceram em situações nas quais era preciso manter maior atenção, especialmente quando as palavras de busca eram “energia nuclear”. Nas primeiras entradas mostradas pelo navegador estavam presentes notícias sobre ativistas ambientalistas contra energia nuclear, mostrando postura tendenciosa e que priorizavam somente aspectos negativos, afastando concepções corretas acerca do conhecimento científico envolvido. Conforme já mencionado anteriormente, é preciso estar alerta e ser crítico perante as informações disponibilizadas ao se usar a internet como contextualização de conteúdos em sala de aula. Enfim, seguindo a linha dos pensamentos de Freire (2011, p. 136), quando ele dizia que é preciso estar atento, debater e compreender, manter postura crítica e despertar com o que é mostrado na mídia, nesse caso, a internet: como educadores e educadoras progressistas não apenas não podemos desconhecer a televisão, mas devemos usá-la, sobretudo discuti-la.

4. O funcionamento do software Cidade do Átomo

Conforme já descrito, o software educativo Cidade do Átomo aborda o tema da produção de energia termonuclear, utilizando a estratégia de resolução de problemas relacionados à proteção radiológica. O problema apresentado no software envolve o projeto de ampliação da usina termonuclear da cidade. Para solucioná-lo, o usuário deve realizar três tarefas: coletar e analisar amostras de água e solo; inspecionar a usina nuclear e a construir um texto justificando seu posicionamento acerca do projeto de expansão da usina. Estas tarefas podem ser cumpridas de forma independente, e o usuário pode por si mesmo, escolher a melhor forma para a conclusão delas.

A primeira interação dos estudantes com o software Cidade do Átomo foi realizada através de demonstração utilizando projeção. A professora iniciou projetando no quadro a tela inicial, mostrando como o usuário pode efetuar login através da criação de nome de usuário e senha. Após, seguiu-se discussão com o grande grupo acerca da introdução, na qual é apresentado o problema e tarefas relacionadas para sua resolução (Figura 1).



Figura 1: Tela inicial do software educativo Cidade do Átomo ilustrando o cenário que representa a região de Cidade do Átomo para a realização das atividades.

Observando a Figura 1, percebe-se que a interface do software apresenta componentes como o menu e abas de navegação. No menu é possível acessar Arquivo, Sua Tarefa é, Análise, Relatório, Biblioteca e Ajuda. As abas de navegação são as ferramentas Cidade do Átomo – o mapa da cidade, Praça Central, Usina Termonuclear, LIUN – o Laudo de Inspeção de Usina Nuclear, Resultados das Análises, Bloco de Notas e Biblioteca. No mapa da cidade estão presentes áreas ativas, onde é possível acessar a planta da Usina ou o Beneficiamento de Minério, assim como menus de atalho para a instalação de amostradores (dispositivos para detectar e medir radiação). Além desses componentes, o usuário tem acesso ao problema e as tarefas que deve realizar na mensagem de introdução.

A apresentação do problema ao usuário é feita através de uma mensagem de introdução, onde consta o depoimento do personagem Demócrito Rutherford Fermi, o prefeito de Cidade do Átomo:

[...] venho através desta solicitar sua ajuda para investigar a Usina Nuclear que existe em nossa cidade. Sou prefeito da Cidade do Átomo e nossa população anda inquieta com a presença da usina, principalmente depois dos atrasos nas inspeções técnicas preventivas.

[...] Em anos anteriores, começamos a ouvir falar de projetos de expansão da usina nuclear, com a construção de um novo reator, que triplicaria a produção e a oferta de energia elétrica em nossa região. Nós passaríamos a vender energia elétrica para outros estados e regiões, trazendo mais riqueza para nossa cidade e benefícios para nossa população.

[...] Dessa forma, solicito a sua colaboração para realizar as seguintes tarefas:

- 1) inspecionar a Usina Nuclear para verificar se as doses de radiação recebidas pelos trabalhadores da usina se encontram dentro dos valores seguros, que não afetam a saúde;
- 2) coletar amostras de água e de solo em nossa região, analisar a amostra e verificar se a radiação de fundo em nossa região se encontra em valores aceitáveis e condizentes com outras regiões do país e do mundo; e
- 3) buscar depoimentos da população de nossa cidade para verificar como de fato eles se posicionam sobre a polêmica da produção de energia nuclear.

No cumprimento de suas tarefas, você terá a sua disposição: a) uma Biblioteca, que contém uma série de textos sobre os conceitos básicos de radiação, de radioatividade e de energia nuclear; b) uma hemeroteca, que está junto à Biblioteca, e que contém a cópia de notícias e reportagens encontradas em diversos jornais e revistas nacionais nos últimos dez anos; c) um bloco de notas, onde você poderá escrever suas

conclusões parciais sobre os assuntos que você está estudando e poderá copiar (CTRL + C) e colar (CTRL + V) as partes dos textos que lhe parecem interessantes na leitura do material que se encontra na Biblioteca.

Depois de concluir suas tarefas, solicito que você, meu caro amigo, preencha Laudo de Inspeção de Usina Nuclear (LIUN) e, a seguir, escreva um texto que aprove ou desaprove o projeto de ampliação da Usina Nuclear, justificando sua opinião (trecho do texto apresentado na introdução informando o problema proposto pelo software Cidade do Átomo).

Diante do exposto, foi curioso o fato acerca da dificuldade de navegação por parte significativa dos alunos. Apesar das instruções iniciais e do perfil das turmas, para o qual se esperava uma postura no mínimo confortável diante de uma nova forma de trabalho em aula, a afirmação mais repetida foi "professora, eu não sei o que fazer." Outras perguntas muito repetidas foram "onde eu vou para analisar?", "tem que ler tudo isso?", "o que são amostradores?" e "o que é para fazer ali?" Tais perguntas se mostraram presentes até o final da prática, mesmo para aqueles estudantes que participaram desde o início das atividades. Pode-se verificar que maior parte dos estudantes esperava por novas instruções do professor, ou que a proposição viesse a partir do próprio software.

Refletindo sobre esse comportamento dependente da figura do professor, no qual os alunos esperam que o próprio professor faça as perguntas e responda, ou ainda que o mesmo proponha um determinado problema e demonstre a resolução, busca-se o referencial teórico de Charlot (2005) sobre quem é ativo no processo ensino-aprendizagem:

Descobrimos que na mente do aluno é o professor quem é ativo no processo de ensino-aprendizagem: a atividade é do professor, e não do aluno.

[...] O que devemos fazer: trabalhar com uma pedagogia ativa com um aluno que não pensa que é ativo? Nesse caso há um problema concreto a ser resolvido. (Charlot, 2005, p. 69).

Com isso, pode-se inferir uma postura de certa resistência frente a uma nova prática pedagógica, com a qual não estão acostumados. Parece demonstrar uma postura acomodada e passiva, que considera a sala de aula como algo estático, sem dinamismo e sem reflexão. Ainda seguindo o pensamento de Charlot, significa que o aluno não funciona dentro de uma lógica de atividade e que seu ideal é uma pedagogia segura. O

aluno está esperando uma pedagogia sem risco. No entanto, evidentemente, uma pedagogia sem risco é uma pedagogia sem formação, pela qual não se aprende nada.

Por outro lado, existiram aqueles que optaram por maior exploração de abas e ícones do ambiente, por exemplo, abrindo menus de informação sobre as instalações da usina nuclear. Este menu oferece a etapa de inspeção da usina e para isto basta acessar um menu de atalho (clcando o botão esquerdo do mouse) sobre o mapa da cidade ou ir diretamente na aba denominada Usina Termonuclear. Sendo assim, seguiram-se alguns comentários apontando surpresa, como um exemplo cita-se o do aluno (Sebastião): “Achei a planta da usina e tem uma sala de controle do reator!” Outro exemplo que gerou muitos comentários e momentos de descontração foi a navegação sobre a praça da cidade, na medida em que os alunos liam os depoimentos dos personagens que representavam uma criança e um religioso.

Contudo, há de se destacar as dificuldades relacionadas à interpretação das ordens, isto é, reconhecimento das três tarefas propostas pelo software, assim como a incompreensão da linguagem formal dos textos da Biblioteca e termos empregados.

Foram frequentes os casos em que os alunos não conseguiam resolver a primeira questão do laudo de inspeção “Identificação da usina nuclear inspecionada: onde ela fica localizada? Quais são suas características”. Alguns sujeitos que passaram a observar o LIUN, visando a elaboração da primeira questão, não souberam descrever a localização ou características da usina nuclear. Perguntas do tipo: “como devo colocar a localização da usina?” Ou “quais são as características?” Foram exaustivamente ouvidas. Portanto, palavras como caracterização, localização, coordenadas, inspeção pareciam não pertencer aos seus repertórios de linguagem.

Gradualmente as atitudes dos participantes foram se modificando diante das imagens, textos e ferramentas que o software possui. Aqueles que partiram rapidamente para uma varredura sobre todos os ícones e menus passaram a elaborar perguntas do tipo: “como eu faço para analisar?” e “como assim inspecionar a usina?” Isto indicava falta de familiarização com operações simples e comuns a muitos programas. Houve quem não soubesse abrir menus de atalhos, essenciais, por exemplo, para a instalação de

amostradores. Além de outros que não reconheciam a presença de hiperlinks nos textos, ou não observaram comandos mostrados durante a navegação sobre os ambientes.

De modo geral, a compreensão do problema proposto pelo software passa pela elaboração de um texto em que o usuário se posiciona sobre o projeto de expansão da usina termonuclear de Cidade do Átomo. Isto configura a última questão do LIUN e consta de um espaço para a confecção do texto que pode ser avaliado pelo professor que orientou as atividades.

O texto pode ser subsidiado pelas informações contidas na Biblioteca, na Hemeroteca, com os resultados obtidos com a inspeção da usina e com a coleta de amostras de solo e água. Além disso, é possível consultar os depoimentos dos personagens que representam a população local da região, que são acessados durante a navegação sobre a ilustração Praça da Cidade do Átomo (Figura 2). Para navegar sobre a praça há duas possibilidades: uma é clicando sobre a parte urbana do mapa da região; a outra é abrindo a aba “Praça Central”.



Figura 2: Tela do software Cidade do Átomo ilustrando a Praça Central de Cidade do Átomo e um dos depoimentos dos personagens (menina na praça).

O objetivo da presença desses depoimentos é demonstrar os diferentes pontos de vista que podem ser dados a um determinado assunto, principalmente quando este tem um caráter polêmico, como é o caso da energia nuclear. Os depoimentos foram extraídos de um webfórum sobre o tema produção de energia termonuclear na época de lançamento da usina termonuclear de Angra 2. Estes depoimentos são transcrições daqueles escritos pelos participantes do fórum (Eichler e Del Pino, 2006).

Conforme mencionado anteriormente, a leitura dos depoimentos geralmente acontecia entre risos ou noção de espanto: "professora, tem um erro nesse programa!" (Aurora) e "é a criança, tá escrito horrível e houver sem h!" (Alice). Muitos estudantes acreditavam que encontraram um erro de grafia e que provavelmente encontrariam outros mais no software.

No entanto, alguns estudantes demonstraram que a busca pelos depoimentos dos personagens tinha outro objetivo além da simples exploração do ambiente: finalizar suas atividades com o software realizando diretamente a última questão do laudo. Embora esta estratégia possa ter aparecido como uma solução rápida para o problema, acabou por se caracterizar como inviável na medida em que faltavam justificativas para a construção dos argumentos na elaboração da referida questão.

Conforme os alunos iam acomodando os significados da tarefa a ser resolvida - os procedimentos que seriam necessários para a investigação da usina - suas ações iam se voltando ao objetivo final. Alguns sujeitos pouco pareciam saber sobre o caminho que deveriam seguir para resolver o problema. Um dos exemplos para o primeiro tipo de exploração do software é demonstrado por Violeta, que efetuou vários acessos durante sua primeira navegação pelos ambientes de Cidade do Átomo. No momento seguinte, investigou o ambiente colocando amostradores por cerca de nove minutos, para em seguida continuar com uma sequência de análises, sem buscar navegar sobre outras ferramentas, conforme o extrato de seus arquivos de log, mostrado abaixo:

Efetou Login no sistema pela primeira vez.

[02.05.2013 : 14:43:59 Brazil Time]

Efetou Login no sistema

[09.05.2013 : 13:37:50 Brazil Time]

Usuário efetuou LogOff

[09.05.2013 : 13:41:19 Brazil Time]

Salvou suas informações no banco de dados

[09.05.2013 : 13:41:19 Brazil Time]

Efetou Login no sistema [09.05.2013 : 13:41:35 Brazil Time]

Colocou Amostrador: (643, 360) na área 4 [09.05.2013 : 13:43:50 Brazil Time]

Colocou Amostrador: (89, 241) na área 5 [09.05.2013 : 13:43:54 Brazil Time]

Colocou Amostrador: (251, 193) na área 5 [09.05.2013 : 13:44:35 Brazil Time]

Colocou Amostrador: (629, 210) na área 5 [09.05.2013 : 13:44:45 Brazil Time]

Colocou Amostrador: (469, 117) na área 5 [09.05.2013 : 13:44:50 Brazil Time]

Retirou Amostrador: (643, 360) na área 4 [09.05.2013 : 13:46:09 Brazil Time]

Colocou Amostrador: (622, 393) na área 4 [09.05.2013 : 13:46:33 Brazil Time]

Entrou no menu Análises -> Da Radiação de Fundo [09.05.2013 : 13:46:39 Brazil Time]

Simulou análise de radiação [09.05.2013 : 13:47:19 Brazil Time]

Simulou análise de radiação [09.05.2013 : 13:47:20 Brazil Time]

Simulou análise de radiação [09.05.2013 : 13:47:21 Brazil Time]

Simulou análise de radiação [09.05.2013 : 13:47:22 Brazil Time]

Simulou análise de radiação [09.05.2013 : 13:47:23 Brazil Time]

Simulou análise de radiação [09.05.2013 : 13:47:24 Brazil Time]

Simulou análise de radiação [09.05.2013 : 13:47:25 Brazil Time]

Simulou análise de radiação [09.05.2013 : 13:47:26 Brazil Time]

(...)

Todos os acessos efetuados por Violeta totalizaram em uma hora e treze minutos de navegação. A aluna salvou, algumas vezes, suas informações no banco de dados, porém não realizou leituras na Biblioteca e Hemeroteca e consultou somente uma vez o LIUN.

Olívia ilustra um exemplo no qual sua utilização durou em torno de vinte minutos. Neste intervalo, ela efetuou a leitura da tarefa por quatro minutos e logo em seguida consultou a Biblioteca por mais cinco minutos. Olívia também buscou a ajuda do software durante 5 minutos. Depois destes acessos colocou amostradores e fez uma sequência de

análise de radiação de fundo. Consultou por duas vezes o LIUN e salvou suas atividades neste primeiro acesso.

A participante Olívia pertencia a uma das turmas com o maior de números de estudantes que exploraram de maneira mais coordenada os ambientes de Cidade do Átomo, bem como suas ferramentas. Vários realizaram, frequentemente, leituras da tarefa e dos textos da Biblioteca, intercalando com a instalação de amostradores e análise de radiação.

Dessa maneira, se destacaram alguns tipos de ações numa tentativa de direcionamento à solução do problema: uma delas relacionava a atitude a ser tomada a partir das solicitações do LIUN. A outra se baseava nos significados percebidos pela simples exploração dos ambientes, de forma aleatória.

Sobre essas descobertas das diferentes ferramentas do ambiente e o interesse em como proceder para os passos seguintes remetem à ideia de construção de Piaget (2007), evidenciando a relação entre o sujeito sobre o objeto e vice-versa. Na mesma medida em que o sujeito age sobre o objeto (assimilação) e percebe alguma dificuldade para compreendê-lo – um estímulo novo - ele tem que se reestruturar (acomodação) para que consiga dar conta deste novo conhecimento. Assim, a assimilação implica em transformar o meio e a acomodação é uma ação que transforma o sujeito, melhorando sua capacidade de aprendizagem, seus esquemas e estruturas.

5. Considerações finais

A estratégia pedagógica empregada considerou o potencial oferecido pela ferramenta computacional, o planejamento da situação de ensino e a necessidade de promover formas mais eficientes de ensinar e aprender. A utilização do software educacional, que serviu de tarefa aos sujeitos pesquisados, promoveu aprendizagens construídas pela mediação entre os pares, a qual potencializou o processo de solução do problema proposto. Foi interessante observar a interação entre os estudantes, na linha de Vigotski (2007), a “mediação discursiva com o outro”, que proporcionou um ambiente em que todos questionavam, refletiam e pesquisavam durante a realização da tarefa.

O decorrer da pesquisa demonstrou algumas dificuldades dos estudantes sobre a construção de conceitos. Dentre essas, foram descritos casos representativos de condutas incoerentes e confusas na solução do problema proposto.

Apesar das dificuldades encontradas nos caminhos da presente investigação, entende-se que é viável a aplicação de estratégias de ensino e aprendizagem com utilização de softwares educativos voltadas a questões de produção e uso da energia nuclear, visto que é um assunto relevante por conta da polêmica em torno dos riscos de operação e aos impactos ambientais associados, e de certa maneira, um assunto pouco explorado na grade curricular do ensino básico.

Referências

BRASIL. Ensino Médio: orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC - Semtec, 1999.

BRASIL. Ensino Médio: orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC - Semtec, 2002.

BRASIL. Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC - SEB, 2, 2006.

CHARLOT, Bernard. Relação com o Saber, formação dos professores e globalização: questões para a educação hoje. Porto Alegre: Artmed, 2005. 96 p.

CHASSOT, Áttico Inácio. Raio-X e radioatividade. Química Nova na Escola, v. 2, p.19-22, 1995.

EICHLER, Marcelo Leandro; JUNGLES, Fernando; PINO, José Cláudio Del. Cidade do Átomo: Debate escolar sobre energia nuclear. Física na Escola, v. 7, p.17-21, 2006.

EICHLER, Marcelo Leandro; PINO, Jose Claudio del. Computadores em Educação Química: estrutura atômica e tabela periódica. Química Nova, v. 23, p.835-840, 2000.

EICHLER, Marcelo Leandro et al. Uma proposta para o desenho interdisciplinar de ambientes virtuais de aprendizagem de ciências. Renote: Novas Tecnologias na Educação, v. 1, p.1-20, 2003.

FERREIRA, Vitor. As Tecnologias Interativas no Ensino. Química Nova na Escola, v. 21, p.780-786, 1998.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. 43. ed. Sao Paulo: Paz e Terra, 2011. 144 p.

GIORDAN, Marcelo. O Computador na Educação em Ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. Ciência & Educação, v. 11, p.279-304, 2005.

LÜDKE, Menga; A., Marli André E. D.. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. Sao Paulo: Edu, 1988.

MELEIRO, Alessandra; GIORDAN, Marcelo. Hipermídia no Ensino de Modelos Atômicos. Química Nova na Escola, v. 10, p.17-20, 1999.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise Textual Discursiva. Ijuí: Unijuí, 2011. 224 p.

MOREIRA, Marco Antônio. Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente. Aprendizagem Significativa em Revista: Meaningful Learning Review, v. 1, p.25-46, 2011.

NAKIBOGLU, Canan; TSARPALIS, Georgios. Identifying student's misconceptions about nuclear chemistry a study of Turkish high school students. Journal Of Chemical Education, v. 11, n. 83, p.1712-1718, 2006.

RODRIGUES, Carlos Rangel et al. Ambiente virtual: ainda uma proposta para o ensino. Ciências & Cognição, 13, p.71-83, 2008.

SILVA, Marco. De Anísio Teixeira à Cibercultura: desafios para a formação de professores ontem, hoje e amanhã. Boletim Técnico do Senac, 29, 2003. Disponível em: <http://www.senac.br/BTS/293/boltec293c.hm>. Acesso em: 10/04/2014.

SILVA, Marco. Sala de aula interativa: educação, comunicação, mídia clássica, internet, tecnologias digitais, arte, mercado, sociedade, cidadania. São Paulo: Edições Loyola, 2012. 270 p.

TAJRA, Sanmya Feitosa. Informática na Educação. São Paulo: Editora Érica, 2011. 198 p.

TSARPALIS, Georgios; HARTZAVALOS, Sotiri.; NAKIBOGLU, Canan. Students' Knowledge of Nuclear Science and Its Connection with Civic Scientific Literacy in Two European Contexts: The Case of Newspaper Articles. Science & Education, v. 22, p. 1963-1991, 2013.

XAVIER, Allan Moreira et al. MARCOS DA HISTÓRIA DA RADIOATIVIDADE E TENDÊNCIAS ATUAIS. Química Nova, v. 30, n. 1, p.83-91, 2007.