

Software Cidade do Átomo como instrumento didático no Ensino De Química

Mariane G. Nabiça e Jorge Raimundo da T. Souza

Este trabalho apresenta um relato sobre a metodologia abordada e ponto de vista de estudantes sobre o uso do *software* Cidade do Átomo, que utiliza estratégia de soluções de problemas voltado a produção de energia termonuclear. As atividades foram divididas em 3 etapas, com a participação de 16 alunos do ensino médio de uma escola pública. A etapa 1 consistiu na análise investigativa, onde foi coletado por meio do questionário 1, os relatos dos estudantes sobre a disciplina Química e o uso do computador. Na etapa 2, ocorreu o processo formativo com a apresentação do Tema Radioatividade e a aplicação da atividade com o *software*. Na etapa 3, ocorreu o processo avaliativo, onde os alunos responderam ao questionário 2 com perguntas referentes ao *software*. Os questionários foram examinados de acordo com análise de conteúdo de Bardin (2011). Os resultados evidenciaram a relação positiva entre os estudantes e a atividade desenvolvida, no qual permitiu o uso do computador como mediador da contextualização, por meio de uma problematização disponível no *software*.

► ensino de Química, instrumento didático, *software* Cidade do Átomo ◀

Recebido em 09/04/2020, aceito em 28/10/2020

Hoje a humanidade vive em um mundo tecnológico, em consequência do desenvolvimento científico que produz transformações no comportamento das pessoas e das instituições, provocando mudanças no sistema econômico, político e social. Por isso, é notório que alfabetizar os cidadãos em ciência e tecnologia é hoje uma necessidade, onde se deve manter a inter-relação de Ciência, Tecnologia e Sociedade (Santos e Schnetzler, 1997; Santos e Mortimer, 2002; Pinheiro *et al.*, 2009).

Para isto, o incremento do uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) tem sido cada vez mais recorrente em sala de aula. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ao longo da educação básica, a aprendizagem deve assegurar aos estudantes o desenvolvimento de competências, dentre elas, o aluno deve compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação, de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) (Brasil, 2017).

No ensino de Química, o uso do computador, que apresenta inúmeros recursos, funciona como um instrumento auxiliador, o qual reforça a ação do docente e viabiliza a minimização das dificuldades de aprendizagem desta Ciência.

Dentre os vários instrumentos que abrange as TDIC, que se refere a qualquer dispositivo que permita a navegação na internet (Costa *et al.*, 2015), destaca-se o computador, que é uma realidade em algumas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do Brasil, em virtude do Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo), que leva às escolas computadores, recursos digitais e conteúdos educacionais, com o objetivo de contribuir com a aprendizagem.

Dependendo da forma que é empregado, o computador utilizado em sala de aula pode ser visto como uma mídia educacional. No ensino de Química, o uso do computador, que apresenta inúmeros recursos, funciona como um instrumento auxiliador, no qual reforça a ação do docente e viabiliza a minimização das dificuldades de aprendizagem desta Ciência.

Na literatura é possível encontrar pesquisas que apresentam os baixos níveis de aprendizagem por alunos de ensino médio na disciplina Química (Santos *et al.*, 2013; Meneses e Nunez, 2018), ocasionados pelas dificuldades em

compreender o assunto, refletindo no interesse pela disciplina e baixo desempenho escolar. Além disso, geralmente o ensino de Química vem sendo estruturado em torno de atividades que levam à memorização de informações, fórmulas e conhecimentos que limitam o aprendizado dos alunos.

Dependendo do método de ensino, essas dificuldades se acentuam, pois muitas delas, não contemplam a construção do conhecimento e a compreensão dos níveis de representação para o entendimento de seus fenômenos, a partir da visualização de teorias e modelos que necessitam de abordagens pedagógicas que permitam a contextualização e a interdisciplinaridade.

Neste contexto, dentre os assuntos de Química, o tema Radioatividade é um assunto pertinente, pois sua representação necessita da visualização de modelos teóricos propostos para explicar o comportamento do núcleo, e a utilização do computador pode auxiliar aos alunos na visualização dessas representações em tela. Por conseguinte, como ressalta Souza *et al.* (2005) e Machado (2016), o computador é uma ferramenta importante para a compreensão, simulação de fenômenos químicos.

O tema radioatividade necessita também, de um ensino mais contextualizado para o seu entendimento e a visualização de sua importância, bem como aplicabilidade e os perigos inerentes ao seu uso inconsciente e irresponsável para a saúde da população e do meio ambiente, para que haja o estímulo ao desenvolvimento da autonomia intelectual e o pensamento crítico do educando.

Assim como o tema em questão e outros de Química, esses, não podem ser abordados apenas de forma superficial, limitado a cálculos de meia-vida de radioisótopos ou balanceamento de equações nucleares, ou seja, apenas baseado na memorização (Araújo *et al.*, 2018). Afinal, a construção do conhecimento é promovida por práticas docentes, onde educadores reforçam a capacidade crítica do educando, sua curiosidade, não limitado à decoração.

Para este efeito, o professor deve reconhecer que é um ser inacabado e ter a capacidade de inovar, assim podendo se adaptar a esses novos instrumentos pedagógicos como o computador, que por sua vez, apresenta uma gama de recursos que podem auxiliar no ensino e na compreensão dos níveis de representações.

Diante do exposto e em virtude dos aspectos positivos e perspectiva sobre o uso do computador como mediador da construção do conhecimento Químico, este trabalho apresenta um relato sobre a metodologia abordada, ponto de vista dos estudantes sobre o uso do *software* Cidade do Átomo, que utiliza de estratégia de solução de problemas que envolvem os temas produção de energia termonuclear.

Metodologia

As estratégias escolhidas para abordagem no presente

trabalho constituem elementos vivenciados em uma pesquisa de trabalho de conclusão de curso (TCC). A pesquisa foi de natureza qualitativa (Lüdke e André, 2012), no qual os dados coletados são predominantemente descritivos e interpretativos e a análise dos dados tende a seguir um processo indutivo.

A pesquisa foi realizada em uma escola pública, localizada no estado do Pará, município de Belém, Norte do Brasil, escolhida por possuir o suporte de uma sala de informática.

A pesquisa foi realizada em uma escola pública, localizada no estado do Pará, município de Belém, Norte do Brasil, escolhida por possuir o suporte de uma sala de informática.

De forma voluntária contou-se com a participação de dezesseis alunos do 1º ano do ensino médio. Praticamente todos os participantes estavam com idade regular, faixa etária entre 14 e 15 anos. As atividades realizadas na escola, que serão apresentadas durante a

leitura deste artigo, foram elaboradas e desenvolvidas por pessoas sem vínculo direto com o lócus da pesquisa. Para tanto, foram 4 encontros, no qual foram utilizados um total de seis aulas de quarenta minutos cada. A prática desenvolvida está apresentada no Quadro 1, no qual é observada a existência de 3 etapas, a saber: processo investigativo, formativo e avaliativo.

Quadro 1: Prática desenvolvida com os alunos em 4 encontros

Processo Investigativo (1 aula)- Etapa 1
1º momento (encontro 1, uma aula): Relatos dos alunos sobre a disciplina Química e o uso do computador pelos alunos e no ensino de Química. Busca de informações sobre os conhecimentos prévios a respeito do assunto que seria abordado.
Processo Formativo (4 aula)- Etapa 2
2º momento (encontro 2, uma aula): Processos de produção de energia elétrica em usinas termoeletricas, hidroelétricas e, a partir de fontes solares e eólicas.
3º momento (encontro 2, uma aula): Radioatividade- radioatividade natural e artificial, tipos de radiação (α , β e γ), poder de penetração e efeitos biológicos.
4º momento (encontro 3, uma aula): Produção de energia elétrica por uma usina nuclear- energia nuclear, obtenção da energia nuclear por meio da fissão e reação em cadeia, funcionamento do reator nuclear, vantagens e desvantagens de se ter uma usina nuclear para obtenção de energia elétrica, aspectos históricos com acidentes nucleares, dentre eles os acidentes ocorridos em Fukushima e Chernobyl.
5º momento (encontro 4, uma aula): Desenvolvimento das atividades no <i>software</i> Cidade do Átomo
Processo avaliativo (1)- Etapa 3
6º momento (encontro 4, uma aula): Avaliação da opinião dos alunos sobre o <i>software</i> Cidade do Átomo.

Fonte: elaborada pelos autores (2020).

Utilizou-se como instrumento de coleta de dados 2 questionários semiestruturados elaborados pelos pesquisadores do TCC, com perguntas abertas e, uma atividade disponível no *software* intitulada Laudo de Inspeção da Usina Nuclear (L.I.U.N), este último contém 3 perguntas com o propósito

de registrar os dados das tarefas, acompanhar e verificar o ponto de vista dos estudantes sobre a atividade do *software*.

Os dados quantitativos obtidos foram utilizados para a construção de gráficos, realizados no Microsoft Excel do pacote Office 2010, que posteriormente, para uma melhor visualização quantitativa no artigo, estão apresentados nas Tabelas 1; 2 e 3. Para a análise das respostas dos estudantes ao questionário, alguns trechos mais recorrentes foram apresentados em categorias, destacados nos resultados entre aspas e em itálico. O procedimento para a escolha desses trechos foi adaptado da análise de conteúdo de Bardin (2011), no qual trechos de falas que se repetiam, que confirmavam ou modificavam aquelas presentes nas hipóteses e referenciais teóricos inicialmente propostos, foram destacados nos resultados.

A etapa 1 consistiu na análise investigativa, onde foi realizada um primeiro momento com a coleta e análise (Questionário semiestruturado 1) dos relatos dos estudantes sobre a disciplina Química e o uso do computador pelos alunos e no ensino de Química. Desta forma, na visão dos alunos, será possível verificar o interesse pela disciplina e o uso do computador de forma pessoal e na escola. Os resultados servirão como base para justificar o uso do computador como mediador do ensino e um “[...] um artefato para dinamizar as aulas e torna-las enriquecidas” (Gabini; Diniz, 2012, p.346). Posteriormente, com o intuito de instigar os estudantes, por meio de uma conversa, foi perguntado se os alunos conheciam as formas de produção de energia e funcionamento das mesmas, principalmente a gerada por usinas nucleares. Em seguida, foi apresentada a proposta da atividade.

Foi constatado por meio dos relatos e interações no momento da conversa, que os educandos apresentavam certo conhecimento sobre os meios de produção de energia elétrica, porém não sabiam como funcionavam, com exceção do tipo hidroelétricas e, a partir de fontes solares e eólicas. Observou-se que em relação às usinas nucleares, os alunos apresentaram apenas informações sobre os desastres que já ocorreram. Além disso, o assunto radioatividade ainda não tinha sido abordado durante o ano letivo. Por isso, para que os educandos pudessem relacionar e acessar o novo conteúdo através da reconfiguração de conhecimentos já existente e assim, fosse possível ter subsídios para compreensão da parte teórica do jogo, na etapa 2, ocorreu o processo formativo em 3 momentos.

No momento 2, na sala de informática da escola os alunos assistiram a uma apresentação em PowerPoint sobre processos de produção de energia elétrica em usinas termoeletricas, hidroelétricas e, a partir de fontes solares e eólicas. A apresentação se deu por esquemas e imagens, também, foram mencionadas as principais vantagens e desvantagens e comparação entre os meios de produção de energia elétrica.

No 3º momento, o tema radioatividade foi apresentado,

com ênfase em radioatividade natural e artificial, tipos de radiação (α , β e γ), poder de penetração e efeitos biológicos nos seres humanos. Para isto, esquemas e imagens em movimento foram utilizadas, para que os alunos pudessem observar a nível microscópico como funciona o núcleo de um átomo instável e o processo de penetração radioativa.

No 4º momento, explicação sobre a produção de energia elétrica por uma usina nuclear (energia nuclear, obtenção da energia nuclear por meio da fissão e reação em cadeia, funcionamento do reator nuclear, vantagens e desvantagens de se ter uma usina nuclear para obtenção de energia elétrica). Para isto, esquemas e imagens em movimento foram utilizadas, para que os alunos pudessem observar a nível microscópico como funciona o núcleo em uma fissão e reação em cadeia. Além disso, a apresentação de um diagrama esquemático de uma central nuclear e um vídeo “energia nuclear em 2 minutos” (Eletronuclear TV, 2015) que enfatiza como funciona o processo de reação nuclear, da transformação de átomos em combustível para as usinas até a distribuição de energia. Ao final, aspectos históricos com acidentes nucleares, dentre eles os acidentes ocorridos em Fukushima e Chernobyl.

No 5º momento, após a explanação do tema radioatividade, foi apresentado e explicado os objetivos das atividades

a serem realizadas no *software* Cidade do Átomo. O *software* cidade do átomo é um jogo educacional que apresenta a categoria de exercício e prática, no qual retrata uma cidade chamada Átomo em que há a presença de uma usina nuclear. Esse jogo tem

como objetivo usar da simulação computacional para explorar e desenvolver no estudante a capacidade de investigação e solução de problemas relacionados à proteção radiológica (Eichler *et al.*, 2006).

O problema apresentado no *software* envolve um projeto de expansão da usina nuclear contida na cidade, no qual é apresentada a preocupação da população e do prefeito da cidade. Segundo Mori e Cunha (2020, p.176) a problematização estabelece “um “diálogo” entre conhecimentos, colocando em discussão a interpretação dos estudantes sobre determinada realidade e as teorias científicas, ou seja, problematiza-se tanto o conhecimento dos estudantes quanto o conhecimento científico em discussão”.

Essa ferramenta foi criada a partir de um projeto desenvolvido pela Área de Educação Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), por Eichler *et al.*, em 2006, com o auxílio do Programa de Educação Tutorial (PET) Informática/UFRGS. O *software* utiliza o conceito livre, com suas ferramentas em português, produtos em linguagem Java e banco de dados MySQL, oferecendo a instalação na plataforma *Windows* e *Linux* e pode ser obtido, através de *download* no site <http://www.iq.ufrgs.br/aeq/cidatom.htm>.

O desenvolvimento do 5º momento começou com a projeção no quadro da tela inicial do *software*, onde foi

O software cidade do átomo é um jogo educacional que apresenta a categoria de exercício e prática, no qual retrata uma cidade chamada Átomo em que há a presença de uma usina nuclear.

mostrado como se realizava o cadastro para o *login* no jogo. Após o início do acesso ao *software*, os estudantes visualizaram uma mensagem em forma de texto do prefeito da Cidade do Átomo para que o ajudassem a investigar a usina nuclear que existe em sua cidade, pois a população da cidade estaria inquieta com a presença da usina, principalmente depois dos atrasos nas inspeções técnicas preventivas na mesma. As investigações se dariam por meio de tarefas:

1. Inspeção de uma usina nuclear, presente na “Cidade do Átomo”, para verificar se as doses de radiação recebidas pelos trabalhadores da usina se encontram dentro dos valores seguros, que não afetam a saúde.
2. Coleta de amostra de água e solo, análise da amostra, a fim de verificar se a soma das intensidades das radiações (radiação de fundo) próximas à região de instalação da usina encontrava-se dentro de valores seguros.
3. A busca do depoimento da população da cidade, para verificar como eles de fato se posicionam sobre a polêmica da produção de energia nuclear.

Após a leitura das atividades, foi orientado aos educando a observação da barra de ferramentas do *software*, no qual apresenta várias ferramentas como: arquivo, sua tarefa é, análise, relatório, biblioteca e hemeroteca e ajuda. No Quadro 2 são apresentadas as ferramentas e suas respectivas funções.

Quadro 2: Barra de ferramentas superior do software Cidade do Átomo

Ferramentas	Funções
Arquivo	Abrir, sair e salvar
Sua tarefa é:	Mensagem do Prefeito da Cidade do Átomo Demócrito Rutherford Fermi
Análise	O botão “análise” serve para extrair e analisar a radiação de fundo da Cidade do Átomo.
Relatório	Nesse botão encontrasse disponível o L.I.U.N.
Biblioteca e Hemeroteca	Encontrasse fundamentos sobre o assunto radiação e relacionados a notícias atuais.
Ajuda	Ajuda da Cidade do Átomo: trata de instruções para desenvolver as tarefas. Sobre Cidade do Átomo: Informações sobre os desenvolvedores do projeto.

Fonte: dados do *software* Cidade do Átomo.

Logo em seguida, foi apresentada a biblioteca e a hemeroteca do *software*, enfatizando as leituras seus conteúdos sobre os conceitos básicos de radiação, de radioatividade, de energia nuclear, notícias, reportagens encontradas em

jornais e revistas nacionais sobre temas relacionados à radioatividade.

Após as observações e leituras, os alunos foram convidados a fazer uma descrição da Cidade do Átomo de forma oratória e posteriormente anotaram no laudo (L.I.U.N). Na tela do jogo, os alunos puderam observar que a cidade é composta por um ambiente verde, com fazenda, zona urbana com prédios, praia, polo petroquímico, edifício de enriquecimento de urânio, usina nuclear e plataforma de extração de petróleo em altas profundidades marítimas.

Após isso, os alunos conhecerem os compartimentos da usina termonuclear. O *software* apresenta em forma de imagem a parte interna da usina, onde é

possível conhecer suas divisões por meio destas imagens e informações em forma de texto sobre cada compartimento da usina como: edifício do reator nuclear PWR (*Pressurized Water Reactor*); complexo de refrigeração, edifício complexo de controle, edifício do turbo gerador, turbina, condensador, gerador elétrico, edifício dos sistemas auxiliares da usina e laboratório de radio ecologia.

Após conhecerem os compartimentos da usina termonuclear, foi realizada a “inspeção” da usina. Os educandos verificaram as doses de radiação de cada compartimento. Para isto, os alunos posicionaram o mouse em cima da parte desejada para inspeção, em seguida aparecem os valores de radiação. Os valores limites máximos de radiação encontrados para trabalhadores, o valor máximo para população em geral e os valores de radiação identificados em cada parte da usina foram anotados no laudo (L.I.U.N). Os alunos compararam os valores da radiação em cada parte da usina com o valor de 0,3 milisieverts por hora (mSv/h), pois, acima desse valor o trabalhador estará exposto a uma radiação que pode causar danos a saúde. Os valores limites máximos de radiação que os trabalhadores e população em geral podem receber em milisieverts (mSv) foi enfatizado no momento da explanação da aula no tópico efeitos biológicos, onde foi explicado os ricos de acidentes nucleares, como exemplo o acidente de Chernobyl, e os efeitos biológicos causados pelas altas doses de radiação, esses dados podem ser encontrados no tópico “radiação de fundo e proteção radiológica” contido na biblioteca do *software*.

Na segunda tarefa, foi verificada a radiação de fundo em amostras de água e de solo em 10 locais (pontos), a critério dos alunos. Após a verificação, foi registrado o valor mínimo e máximo de radiação encontrado no solo e na água, os dados no laudo (L.I.U.N). Logo depois, os educandos compararam os valores encontrados com os de outras cidades, disponíveis em forma de texto na biblioteca do *software*.

Na terceira tarefa, os alunos coletaram os depoimentos da população da região da cidade do átomo. O *software* apresenta um ícone chamado “praça central” onde encontrasse

Os valores limites máximos de radiação que os trabalhadores e a população em geral podem receber em milisieverts (mSv) foi enfatizado no momento da explanação da aula no tópico efeitos biológicos, quando foram explicados os ricos de acidentes nucleares, como exemplo o acidente de Chernobyl, e os efeitos biológicos causados pelas altas doses de radiação.

algumas personagens da cidade, ao se posicionar o mouse no personagem da cidade, um balão com o depoimento é visualizado. Após a coleta dessas informações, os alunos foram convidados também a se posicionarem sobre o projeto de expansão da usina nuclear, com argumentos e justificas de seus pontos de vista, todos anotados no Laudo.

Na etapa 3, que consiste no 6º momento, após a prática do jogo educacional, os alunos responderam ao ultimo questionário (Questionário 2), elaborado pela pesquisadora, com sete perguntas contendo questões referentes ao software Cidade do Átomo, a fim de extrair a opinião dos alunos sobre a ferramenta utilizada.

Resultados e Discussão

A seguir será apresentado o tópico 3.1 Relatos sobre a disciplina de Química e o uso do computador, referente à etapa 1- análise investigativa. Neste item, serão mostrados os resultados dos relatos dos estudantes sobre a disciplina Química e o uso do computador pelos alunos e no ensino de Química.

3.1 Relatos sobre a disciplina de Química e o uso do computador

As informações obtidas com o primeiro questionário semiestruturado aplicado aos alunos foram analisadas e estão apresentadas na Tabela 1. Essa tabela apresenta as perguntas realizadas no questionário 1 e as respostas recorrente dos alunos, representadas em porcentagem.

Com relação ao relato dos estudantes sobre gostar de química, 50% dos alunos responderam “um pouco”, dentre as justificativas categorizadas, teve-se predominantemente respostas que se encaixaram nas categorias “*muito difícil*” e “*chato*”. Os alunos que escolheram a opção “*não*”, 13%, a maioria apresentou em suas justificativas que “*não consigo entender a matéria*”. Este resultado soma com trabalhos já publicados na literatura (Santos *et al.*, 2013; Meneses e Nunez, 2018), sobre as dificuldade existentes de aprendizagem nesta disciplina, que por sua vez são muito recorrente. Vale destacar que os alunos que escolheram a opção “*sim*”,

relataram a disciplina como “*importante*”, “*interessante*” e “*diferente*”.

Em relação à segunda pergunta uma porcentagem acentuada dos alunos, 38% dos estudantes, sentem dificuldades na disciplina e 31% “um pouco”. A maioria dos alunos retornaram as justificativas da pergunta anterior.

Ressalta-se que nessa turma, é necessária uma investigação mais aprofundada sobre os motivos das dificuldades na aprendizagem dos conteúdos de Química, pois os alunos participantes da pesquisa são do primeiro ano do ensino médio, está série é caracterizada pelo estudo da parte inorgânica da matéria, podendo as dificuldades

estar relacionadas com as estratégias ou formas de ensinar, como explicam Santos *et al.*, (2013).

Sobre o total de alunos que gostam de usar o computador, 94% dos estudantes respondeu que “*sim*”. Os motivos mais recorrentes categorizados foram que o computador seria “*uma forma de se comunicar por meio das redes sociais*”, além disso, “*o uso do computador facilita e ajuda em pesquisas*”. Sendo assim, visto que a maioria dos estudantes possui afinidade com o computador, o seu uso como ferramenta de ensino seria uma adequação da realidade dos estudantes. Como já mencionado neste trabalho, vivemos hoje em um mundo tecnológico e a inter-relação da Ciência, Tecnologia e Sociedade nessa escola é possível e de sua importância.

Em relação à quarta pergunta, todos os alunos afirmaram que os professores de Química nunca utilizaram o computador para ensinar. A escola supracitada possui estrutura que permite esse tipo de atividade. Logo, esse resultado expressa que mesmo com o avanço tecnológico e a presença marcante das tecnologias digitais de informação e comunicação e suas possibilidades no ensino de Química, ainda existem profissionais que optam em não usar ferramentas didáticas como o computador para auxiliar o desenvolvimento das aulas.

Sendo assim, na escola supracitada, este recurso poderia mediar o ensino de Química, tonando as aulas mais ricas e dinâmicas, como ratifica Gabini e Diniz (2012), facilitando a construção do conhecimento, pois, de acordo com as

Sobre o total de alunos que gostam de usar o computador, 94% responderam que “*sim*”. Os motivos mais recorrentes categorizados foram que o computador seria “*uma forma de se comunicar por meio das redes sociais*”, além disso, “*o uso do computador facilita e ajuda em pesquisas*”.

Tabela 1: Informações obtidas com o primeiro questionário aplicado aos alunos.

Pergunta	Sim	Um pouco	Não
1ª Pergunta: Você gosta de Química? Faça uma breve justificativa.	37%	50%	13%
2ª Pergunta: Você sente dificuldade na aprendizagem dos conteúdos de Química? Faça uma breve justificativa.	38%	31%	31%
3ª Pergunta: Você gosta de usar o computador? Faça uma breve justificativa.	94%	-	6%
4ª Pergunta: Os seus professores de Química já utilizaram alguma vez o computador para ensinar?	-	-	100%

Fonte: elaborada pelos autores (2020).

Tabela 2: Informações obtidas com o segundo questionário aplicado aos alunos.

Pergunta	Sim	Um pouco	Não
1ª Pergunta: Para você o <i>software</i> Cidade do Átomo possui instruções fáceis e objetivas que facilitam o entendimento para solucionar o problema do jogo? Faça uma breve justificativa	87%	-	13%
	Fácil	Médio	Difícil
2ª Pergunta: Em sua opinião, a utilização do <i>software</i> Cidade do átomo é de: fácil, médio ou difícil uso? Faça uma breve justificativa	81%	-	19%
	Boa	Ruim	
3ª Pergunta: Você classificaria a layout do <i>software</i> como: boa ou ruim? Faça uma breve justificativa.	100%	-	
	Sim	Um pouco	Não
4ª Pergunta: Em sua opinião, as informações contidas na biblioteca e hemeroteca são necessárias? Faça uma breve justificativa.	100%	-	
	Sim	Um pouco	Não
5ª Pergunta: Você acha que com a utilização do <i>software</i> Cidade do Átomo, você pode criar uma opinião crítica acerca da instalação de usinas nucleares para produção de energia? Faça uma breve justificativa.	94%	-	6%
6ª Pergunta: Você gostaria que nas aulas de Química, a utilização de <i>softwares</i> educativos fosse mais frequente? Faça uma breve justificativa.	100%	-	-

Fonte: elaborada pelos autores (2020).

6

respostas analisadas predomina-se a disciplina como difícil ou chata, tornando seu entendimento difícil por parte dos estudantes.

A seguir será apresentado o tópico 3.2 com a opinião dos estudantes sobre o *software* Cidade do Átomo, referente à etapa 3- análise investigativa.

3.2 Opinião dos estudantes sobre o *software* Cidade do Átomo e atividade desenvolvida

Após o desenvolvimento das atividades no *software* Cidade do Átomo, os alunos responderam ao segundo questionário, as informações obtidas com o segundo questionário semiestruturado aplicado aos alunos foram analisadas e estão apresentadas na Tabela 2 e na Tabela 3 é apresentado as notas dos alunos de 0 à 10 para o *software* Cidade do átomo e suas ferramentas para o ensino de radioatividade.

Tabela 3: Notas dos alunos de 0 à 10 para o software Cidade do átomo e suas ferramentas para o ensino de radioatividade.

Notas	Nº de alunos
10	8
9,5	6
8,0	1
7,0	1

Fonte: elaborada pelos autores (2020).

Em relação à primeira pergunta a maioria dos estudantes, 87%, considera que o *software* Cidade do Átomo possui instruções fáceis e objetivas que facilitam o entendimento para solucionar o problema do jogo, dentre as justificativas em

comum categorizada, os alunos afirmaram que “as instruções ajudaram a entender o que era solicitado nas tarefas”; os que responderam “não”, justificaram que o *software* possui “textos muito extensos”. Durante a atividade desenvolvida no *software*, observou-se a necessidade de acompanhamento, por meio de leituras em conjunto e orientações de cada tarefa, para que fosse possível ter o controle da turma e assim, evitado que o jogo se tornasse cansativo ou desinteressante para os estudantes.

Como pode ser observado na Tabela 2, 81% dos alunos, acharam que o referido *software* é de fácil uso. As respostas mais recorrentes foram pelo fato de que “é apenas seguir as orientações”. Nesse caso, os alunos referem-se à mensagem com as orientações das tarefas, que fica disponível em um dos botões do *software*. Os alunos que responderam “difícil”, não justificaram. Para o desenvolvimento das tarefas no *software*, a facilidade de se encontrar as orientações, é de suma importância, pois não torna um *software* de difícil acesso.

Em relação à terceira pergunta, todos os alunos classificaram o layout do *software* como boa, dentre as justificativas categorizadas, teve-se que o jogo apresenta “desenhos de cada espaço da cidade”, “achei bonito, é colorido”. Contudo, destaca-se como sugestão para futuras atualizações do *software*, a utilização de efeitos sonoros ou interações como desenhos em movimentos, pois, possivelmente isso tornaria o *software* mais atraente para os estudantes.

Como pode ser observado na Tabela 2, todos os educandos acham que as informações contidas na biblioteca e hemeroteca são necessárias, destacando-as de forma positiva, algumas justificativas foram “ótimas ferramentas de informação”; “posso tirar dúvidas sobre o assunto de radioatividade”; “tem informações sobre o funcionamento

de uma usina nuclear”. Esta função no *software* é de suma importância, visto que o professor pode trabalhar com os textos contidos neles, como com discussões sobre assuntos polêmicos contidos na hemeroteca ou mesmo como base de estudo para os estudantes contidos na biblioteca.

Sobre a quinta pergunta, um total de 94% dos estudantes respondeu que a partir da utilização do *software*, puderam criar uma opinião crítica acerca da instalação de usinas nucleares para produção de energia, dentre as várias justificativas, os alunos afirmaram que “*agora entendo como funciona uma usina nuclear*”, “*consegui entender os benefícios e riscos*”. Assim, a aplicação desta atividade com o auxílio do *software* Cidade do Átomo se adequa ao sugerido pela BNCC, pois os alunos dessa escola passaram a utilizar umas das TDIC de forma crítica, significativa e reflexiva para entender e pensar na forma mais viável de produção de energia para cada região, preocupando-se principalmente com as emissões de gases do efeito estufa, assim como com outros impactos sobre o meio ambiente e todos os seres que nela vivem.

Em relação a sexta pergunta, todos os alunos gostariam que nas aulas de Química fosse mais frequente a utilização de *softwares* educativos, dentre as respostas contidas nos questionários, os estudantes destacaram que “*as aulas seriam diferentes*”, “*seria mais legal*”, “*tornaria a aula mais interessante*”, “*melhor do que estudar somente com apostilas*”. Sendo assim, somando este resultado a avaliação positiva dadas ao *software* pelos estudantes (Tabela 3), média aritmética simples das notas avaliativas foi de 9,5, ressalta a boa aceitação do *software*, por parte dos alunos, como ferramenta de auxílio pedagógico na aula.

Esta temática adotada permitiu uma abordagem abrangente e contextualizada do assunto radioatividade, não sendo limitado somente ao assunto ou de forma superficial, como Araújo *et al.*, (2018) explica, não podem ser abordado apenas desta forma, limitado a cálculos de meia-vida de radioisótopos ou balanceamento de equações nucleares, ou seja, apenas baseado na memorização.

Como já foi mencionado anteriormente, durante o desenvolvimento das atividades os alunos puderam vivenciar de forma virtual a experiência de conhecerem uma usina nuclear e verificar se as radiações eram viáveis para trabalhadores e moradores próximos a usina, além de poderem opinar e se posicionar, contra ou a favor, sobre a polêmica da expansão da usina nuclear presente na Cidade do Átomo. Na última pergunta contida no Laudo de Inspeção da Usina Nuclear (L.I.U.N), que seria sobre esse posicionamento, todos os alunos foram contra a expansão, pelo fato de algumas partes da usina possuir níveis acima do permitido de radiação. Os estudantes destacaram com maior frequência o fato da

possibilidade de acidentes nucleares e a existência de outros meios de produção de energia elétrica que poderiam ser usados.

Considerações finais

Neste trabalho foi apresentado o relato sobre a metodologia e ponto de vista dos estudantes sobre o uso do *software* Cidade do Átomo. De modo geral, a partir da avaliação positiva da atividade desenvolvida, no qual permitiu o uso do computador como mediador da contextualização, por meio de uma problematização disponível no *software* Cidade do Átomo, observou-se que a associação do ensino com o uso do computador puderam trazer benefícios como a construção do conhecimento, aulas mais atrativas e enriquecidas, reflexão e discussão sobre situações que são debatidas nas mídias de informação. Além do mais, permitiu a vivência dos alunos sobre a presença de uma usina termoelétrica, que não é presente na cidade, mas o que não deixa de ser importante e necessário para formação de futuras opiniões sobre o assunto, caso necessário.

Além disso, as dificuldades em aprender Química são pertinentes em um número considerável de alunos. Sendo assim, como forma de minimizar essas dificuldades e a partir avaliação positiva sobre o uso do computador de forma pessoal, a utilização de computadores pode ser colocada em prática pelos docentes atuantes da referida escola, como

mediador da aprendizagem, pois de acordo com os relatos dos estudantes, até então nunca foram utilizados em aulas de Química. Todavia, é importante destacar que a sua utilização deve ser planejada, organizada a partir de estratégias que possibilitem uma aprendizagem mais ativa, respeitando as opiniões e o desenvolvimento cognitivo de cada estudante.

Para a aplicação do *software* o professor deve ter informação sobre o conhecimento prévio dos alunos sobre os tipos de produção de energia, principalmente a termonuclear e radioatividade, por mais que o *software* apresente uma biblioteca e uma hemeroteca com documentos sobre o assunto, o professor deve abordar de forma ativa sobre esses assuntos, associando a aula expositiva vídeos, imagens, *giffs*, simulações e entre outros, pois o jogo apresenta apenas uma simulação com imagens de uma cidade e uma usina nuclear, no qual os alunos a observam e utilizam de seus conhecimentos científicos para resolver uma problemática relacionada à produção de energia termoelétrica.

As características do *software* devem ser bem exploradas pelo educador, como a presença de textos longos durante a execução da atividade, a falta de animações e efeitos sonoros, necessitando do acompanhamento e orientação, para que seja possível ter o controle da turma e evitar que o jogo se

Para a aplicação do *software* o professor deve ter informação sobre o conhecimento prévio dos alunos sobre os tipos de produção de energia, principalmente a termonuclear e radioatividade, por mais que o *software* apresente uma biblioteca e uma hemeroteca com documentos sobre o assunto, o professor deve abordar de forma ativa esses assuntos, associando à aula expositiva, vídeos, imagens, *giffs*, simulações, entre outros [...].

torne cansativo ou desinteressante para os estudantes. Sendo assim, o professor o agente responsável pela construção do conhecimento e dinâmica do jogo e o *software* o mediador da contextualização.

Assim sendo, o crescimento contínuo da educação Química e as barreiras impostas para a não construção do conhecimento, podem ser solucionadas por meio de ações e práticas de ensino que permitam a inter-relação entre tecnologia e ciência. De modo específico, o uso do computador como mediador deste ensino, evidenciado por meio deste

trabalho, permitiu o uso do computador como mediador da contextualização, por meio de uma problematização disponível no *software*.

Mariane Gama Nabiça (mariane_gama@hotmail.com), graduação em licenciatura em Química (ICEN-UFPA), especialização em educação ambiental e sustentabilidade (NUMA-UFPA) e mestre em Química (PPGQ-UFPA), doutoranda em Química (PPGQ-UFPA). Belém, PA - BR. **Jorge Raimundo da Trindade Souza** (jrts@ufpa.br), graduação em Química industrial (ICEN-UFPA), mestrado em Geologia e Geoquímica (UFPA), doutorado em educação em ciências (IEMCI-UFPA). Atualmente é Professor na Universidade Federal do Pará (UFPA). Belém, PA - BR.

Referências

ARAÚJO, L. A.; GAZINEU, M. H. P.; LEITE, L. F. C. C. e AQUINO, K. A. S. A. A radioatividade no cotidiano: atividade com educandos do ensino médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 4, p. 160-169, 2018.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Brasília: MEC. 2017. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc-etapa-ensino-medio>, acessado em jun. 2020.

COSTA, S. R. S.; DUQUEVIZ, B. C. e PEDROZA, R. L. S. Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. *Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, v.19, n. 3, p. 603-610, 2015.

EICHLER, M. L.; JUNGES, F. e PINO, J. C. D. Cidade do Átomo, um *software* para o debate escolar sobre energia nuclear. *Física na Escola*, v. 7, n. 1, p. 17-21. 2006.

ELETRONUCLEAR TV. *Energia nuclear em 2 minutos*. 2015. Ministério de minas e energia. Eletrobras Eletronuclear. 2:1 min. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=OzxiQdmTD58>, acessado em jun. 2020.

GABINI, Wanderlei Sebastião; DINIZ, Renato Eugênio da Silva. A formação continuada, o uso do computador e as aulas de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v.14, n. 03, p. 333-348, 2012.

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em Educação*:

Abordagens qualitativas. [Reimpr.] São Paulo: EPU, 2012.

MACHADO, A. S. Uso de *Softwares* Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações. *Química Nova na Escola*, v. 38, n. 2, p. 104-111, 2016.

MENESES, F. M. G. e NUNEZ, I. B. Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo. *Ciência & Educação*, v. 24, n. 1, p. 175-190, 2018.

MORI, L. e CUNHA, M. B. Problematização: possibilidades para o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 42, n. 2, p. 176-185, 2020.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F. e BAZZO, W. A. O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. *Revista Iberoamericana de Educación*, n. 49, p. 1-14. 2009.

SANTOS, A. O. ; SILVA, R. P.; ANDRADE, D. e LIMA, J. P. M. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFPA/Química). *Scientia Plena*, v. 9, n. 7, p. 1-6, 2013.

SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: UNIJUÍ, 1997. 144 p.

SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência- Tecnologia- Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, n.2, v. 2, p. 1- 23. 2002.

SOUZA, M. P.; MERÇON, F.; SANTOS, N.; RAPELLO, C. N. e AYRES, A. C. S. Titulando 2004: Um *software* para o ensino de química. *Química Nova na Escola*, n. 22, p. 35-37, 2005.

Abstract: *Atom City software as a teaching instrument in chemistry teaching.* This work presents a report on the approached methodology and the students' point of view on the use of the Cidade do Átomo software, which uses the problem solving strategy that involves the production of thermonuclear energy as a theme. The activities were divided into 3 stages, with the participation of 16 high school students from a public school. Stage 1 consisted of an investigative analysis, where it was collected through questionnaire 1, students' reports on the subject of Chemistry and the use of computers. In stage 2, the formative process took place with the presentation of the Radioactivity Theme and the application of the activity with the software. In stage 3, the evaluation process took place, where students answered a questionnaire with questions regarding the software. The questionnaires were analyzed according to content analysis by Bardin (2011). The results showed the positive relationship between students and the activity developed, which allowed the use of the computer as a mediator of contextualization, through a problematization available in the software.

Keywords: chemistry teaching, didactic instrument, Atom City software