

Avaliação de Software Educacional sobre Balanceamento Químico

Ana Carolina A. T. Bialecki¹, Alexandre da S. Avincola¹, Tatyane C. Fernandes¹,
Vanessa M. da Silva¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná (IFPR)
Av. José Felipe Tequinha, 1400 – Paranavaí – PR – Brasil.

ana.tomaz@ifpr.edu.br, alexandre.avincola@ifpr.edu.br,
tatyane.fernandes@ifpr.edu.br, vanessa_masteguim1@hotmail.com

Abstract. *The integration of CTS in teaching allows teachers to use different software as learning tools. It is important that the software used goes through evaluations to identify the scope of content under technical and ergonomic parameters. This project is aimed to evolve two softwares that are likely to be used by chemistry teachers for reactions and balancing content. For the evaluation, a checklist adapted by consolidated researchers allows the interface of the software to be analyzed and classified. In a general analysis the software satisfactorily meets the quality requirements of a computerized educational product.*

Resumo. *A inserção das TIC no ensino permite aos professores a utilização de softwares como instrumentos de aprendizagem. Para tanto é importante que os softwares utilizados passem por avaliação que identifique a abrangência de conteúdos no âmbito técnico e ergonômico. Esse trabalho objetivou a avaliação de dois softwares passíveis de uso por professores de química no conteúdo de balanceamento de reações. Para a avaliação desenvolveu-se um checklist adaptado de critérios desenvolvidos por pesquisadores consolidados, permitindo que a interface dos softwares fosse analisada e classificada. Em uma análise geral os softwares atendem satisfatoriamente as exigências de qualidade de um produto educacional informatizado.*

1. Introdução

Ao analisar a sociedade atual observamos que houve uma evolução de técnicas e tecnologias as quais influenciaram uma infinidade de segmentos, como a cultura, economia, ciência, as relações afetivas e sociais, entre outras. Sendo assim podemos observar que a história da humanidade está entrelaçada com a criação e o desenvolvimento da humanidade e que essas também influenciam nos avanços tecnológicos conforme a necessidade. A tecnologia não se restringe apenas uma ferramenta tecnológica, como celulares, computadores, *tablets*, carros, canetas, entre outras, mas pode ser compreendida como um conjunto de técnicas que auxilia o desenvolvimento da sociedade como um todo.

No mundo tecnológico, no qual estamos mergulhados, criou-se uma cultura denominada cibercultura, ou seja, cultura que surgiu a partir do uso da rede de computadores. Ao pensar na educação atrelada a essa nova cultura, tem-se a

preocupação de buscar aulas que estão inseridas nesse contexto, ou seja, o educador tem que se adaptar ao novo, proporcionando aulas consistentes e atrativas, as quais podem ser enriquecidas com a utilização de um dispositivo tecnológico.

Podemos destacar a utilização de dispositivos tecnológicos no contexto educacional, por meio da utilização do computador. A utilização do dispositivo pode ser relatada de pelo menos três formas nos ambientes escolares: a primeira consiste na utilização do computador para substituir o lápis, borracha e caderno. A segunda consiste na utilização do computador acoplado a internet, tendo como finalidade a pesquisa, onde ao nos conectarmos a rede, e termos uma infinidade de itens, como, informações, textos e figuras, organizarmos os mesmos e elaborarmos um hipertextos, material esse, que é mais interativo e dinâmico, quando comparado, ao texto linear encontrado no livro. Uma terceira possibilidade é utilizar os dispositivos como mediadores de aprendizado. Esses mediadores passaram a oferecer tutoriais, exercícios e atividades práticas. Eles acabaram por evoluir para sistemas mais sofisticados, oferecendo jogos educacionais e simuladores de situações diversas, dentro e fora de situações escolares, com níveis de sofisticação. Simuladores adotados em ambiente escolar possuem função pedagógica, que conduzem o usuário por uma exploração autodirigida ao invés de fornecer instruções explícitas e diretas.

Diante do exposto o trabalho aqui desenvolvido tem por objetivo à análise da qualidade e finalidade de dois *softwares* para o Ensino de Química, com o conteúdo de Balanceamento. A proposta de cunho qualitativo elabora-se fundamentada na divulgação e uso de *softwares* que contenham conteúdos coerentes e que junto à ação docente propiciem condições de aprendizagem. Para a avaliação dos *softwares* foi elaborada uma ficha de modelo integrado, que permite pontua-los em diferentes critérios (pedagógicos e ergonômicos) considerados de grande importância na significação do conteúdo teórico. Tal avaliação expressará a concatenação da aprendizagem com a interface do *software*, relacionando as representações dos conteúdos.

2. A relação das TIC com a Química

Analisando a relação da sociedade com os recursos tecnológicos, notamos que essa está intimamente dependente das Tecnologias, principalmente das Tecnologias da Informação e Comunicação- TIC, inventadas para auxiliar a comunicação e a troca de informação, “são recursos tecnológicos que auxiliam por meio de *hardwares*, *softwares* e telecomunicações a criação, a troca e o armazenamento de mensagens e informações” [PARNAIBA e GOBBI, 2010].

As TIC promoveram e promovem diversas modificações na sociedade, contudo para que os cidadãos consigam acompanhar essa evolução os mesmos necessitam de conhecimento [PEREIRA e SILVA 2010]. Sendo esse iniciado com uma gama de informações que serão estruturados, para se tornar conhecimento, processo o qual geralmente é mediado pelo professor no ambiente escolar. Quando pensamos no papel principal de um professor, temos a lembrança de um agente ativo e atuante na transformação de uma sociedade, pois ele é um dos principais personagens da educação. O mesmo tem a função de mediar à construção dos conceitos escolares, científicos e sociais [PARZIANELLO e MAMAN 2010].

Segundo pesquisadores como Johnstone (2000) e Mortimer (2011) o ensino de Química possui três dimensões principais, a saber: a dimensão fenomenológica (referente ao meio macroscópico), a dimensão teórica (referente ao meio submicroscópico) e a dimensão representacional (referente ao meio simbólico, que descreve e conecta um com outro). Esses autores salientam que, quando o aluno consegue estabelecer as devidas articulações entre essas três dimensões, terá maior probabilidade de entender os conceitos envolvidos na disciplina de Química, elaborando significação para a totalidade dos conceitos científicos, e não apenas dos fragmentos que os compõem.

Os *softwares* educacionais são recursos digitais que podem ser usados como auxílio no ensino-aprendizagem potencializando e contribuindo de modo significativo no aprendizado dos alunos [Santos e Amaral 2012]. Deste modo compreende-se que os simuladores auxiliam na compreensão do meio submicroscópico, os quais são difíceis de representar sem a utilização de um software adequado. Esses *softwares* auxiliam o desenvolvimento de disciplinas que possuem alto poder de abstração, como as de Química e Física. Deste modo, o uso de *softwares* propicia a articulação entre saberes fenomenológicos, teóricos e representacionais e com isso permite melhor significação de conceitos, criando condições de aprendizagem [Santos et al. 2010].

Pensando no uso de ferramentas tecnológicas em sala de aula um fator de grande importância que deve ser considerado é sua qualidade, ponto que interfere no resultado de sua aplicação. Dentre os *softwares* utilizados no ensino de Química não é diferente, um produto complexo que em seu desenvolvimento requer conhecimentos não apenas de programação, mas também do conteúdo a ser abordado. Há algum tempo começaram a surgir trabalhos que auxiliam na avaliação da qualidade de *softwares* educacionais, que argumentam a necessidade de metodologias de avaliação para esses *softwares* educacionais, metodologias estas que considerem a concepção pedagógica dos programas orientando aqueles que os utilizarão. Para auxiliar na avaliação a maioria desses materiais propõem roteiros de avaliação para que os produtos de *softwares* contribuam de modo eficaz no processo educacional, assunto que será esmiuçado no próximo tópico.

3. Avaliando *Softwares*

3.1. Da avaliação

A concepção e avaliação de *softwares* educacionais são amplas e de grande complexidade, estabelecer parâmetros para avaliar a qualidade desses instrumentos é tão ampla e complexa quanto. Isso deve-se a grande quantidade e tipos de *softwares* existentes. Segundo Stahl (1988) alguns autores convergem em suas opiniões de que um software de qualidade é aquele que supre as necessidades de seus usuários. Nessa ótica é importante compreendermos que são necessários conhecimentos e procedimentos cuidadosamente observados no desenvolvimento de *softwares* [ROCHA e CAMPOS 1993].

Para proceder a uma satisfatória avaliação de *softwares* é necessário considerar as características pedagógicas e ergonômicas da ferramenta, analisando ainda sua concepção e utilização.

A aplicação de conhecimentos da ergonomia, mediante a análise do trabalho educacional informatizado é recomendável neste processo para diminuir os riscos de um produto mal concebido e/ou inadequadamente utilizado. É preciso integrar as abordagens pedagógicas e ergonômicas para a concepção e avaliação de produtos educacionais informatizados. Para isso é importante trabalhar a interdisciplinaridade por meio do esforço de equipe para atingir o pleno objetivo de validação e aplicação de uma ferramenta com esse propósito. [Silva e Vargas 1999]

Um dos modelos avaliativos de ferramentas educacionais, como os *softwares*, é o modelo integrado de avaliação proposto por SILVA (1998). Seu modelo de avaliação interage aspectos pedagógicos e técnicos (ergonômicos) em uma mesma ferramenta, podendo ser feita na forma de *checklist*, permitindo uma visão geral da ferramenta, facilitando a pesquisa. Segundo a autora, o *checklist* é uma ferramenta que permite caracterizar ergonomicamente um software pela verificação da conformidade da interface com recomendações ergonômicas atribuídas por pesquisas aplicadas. Esta ferramenta, que já possui o conhecimento ergonômico, dispensa a necessidade de uma pesquisa profunda sobre seus critérios de construção e também diminui a subjetividade das avaliações.

A estrutura utilizada para a avaliação do software educacional realizada no trabalho aqui apresentado objetivou avaliar a ferramenta segundo características desejáveis, para tanto utilizou-se um *checklist* que relaciona quesitos ergonômicos e pedagógicos adaptado dos critérios desenvolvidos por Bastien e Scapin (1997).

3.2. Dos *softwares* avaliados

A escolha do software baseia-se em estudos sobre a dificuldade dos educandos em compreender um conceito que contorna todos os processos químicos, o Balanceamento. Rosa e Schenetzler (1998) e também Mortimer e Miranda (1995) apontam em seus estudos que as dificuldades para a compreensão desse tema encontram-se na concepção de continuidade da matéria, na tentativa de compreensão utilizam-se de modelos observáveis, buscam mudanças visíveis nas substâncias, deixando de considerar mudanças no nível atômico. Para os educandos há ainda a dificuldade de compreensão e aplicação da lei das massa (lei de Lavoisier), “a dificuldade em perceber que as mudanças observadas nas transformações químicas são consequências de rearranjo dos átomos leva estudantes a não usarem o raciocínio de conservação de massa.” [MORTIMER e MIRANDA 1995].

Baseado nos trabalhos já consolidados tanto no contexto de compreensão do conteúdo, como dos estudos que classificam as dimensões de ensino, selecionou-se dois *softwares* que tratam da temática e permitem, com auxílio de computadores, seu uso em aulas de química. Ambos os *softwares* possuem a necessidade de que os computadores possuam conexão com rede de internet para sua utilização, ambos são disponibilizados no site de seus criadores, são eles: Balanceamento de Reações Químicas do site PhET, que será chamado SOFTWARE01, e Balanceamento de Equações do site do professor Emiliano Chamello, que será chamado SOFTWARE02.

O SOFTWARE01 (Figuras 2 e 3) permite ao usuário uma introdução ao conteúdo e um jogo, o trabalho de avaliação seguiu apenas a ferramenta de introdução e não foi realizado com o jogo. Seguindo para a opção Introdução entramos no simulador. O

simulador permite a seleção de ferramentas que permitem a visualização da proporção de massas com uma balança e outra com a proporção átomos com uma coluna gráfica. É possível escolher entre três reações para uso do simulador: Síntese da amônia, Hidrólise e Queima do metano, selecionando uma delas o educando altera as quantidades de moléculas presentes na reação por meio de um campo que permite a adição ou retirada de moléculas da reação. Ao equacionar os reagentes e produtos em quantidades proporcionais o software indica o acerto com a mudança de cor das setas (de azul para amarelo) e surge um rostinho sorrindo. É possível reiniciar a ferramenta com o uso do botão com uma seta indicando retorno.

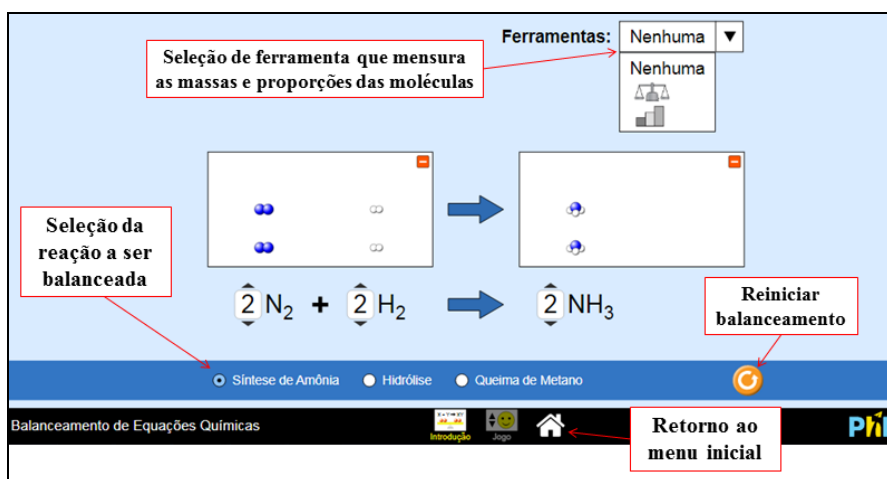


Figura 2. Interface SOFTWARE01 e seus comandos.

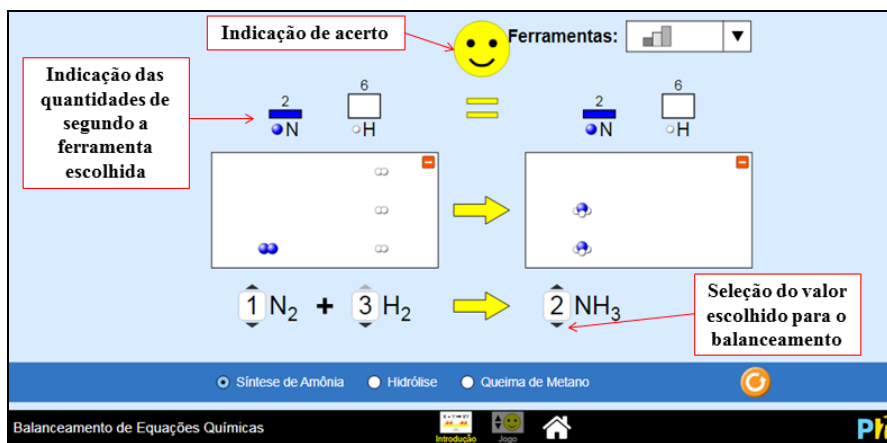


Figura 3. Interface SOFTWARE01 após realização do balanceamento.

O SOFTWARE02 (Figuras de 4 a 6) antes de apresentar o simulador retoma o conteúdo teórico com o educando, essa apresentação possui uma organização definida pelo *software* em que após a leitura o usuário avança para a próxima tela sem a possibilidade de interagir ativamente durante essa apresentação teórica. Após a explanação teórica o software permite a visualização de algumas características de todas as substâncias que podem ser utilizadas para o balanceamento no simulador. Já no simulador a reação a ser balanceada indica apenas os nomes dos reagentes e produtos, é necessário que o educando selecione as fórmulas moleculares e arraste-as até o campo com seu nome, em seguida deve-se preencher o campo que contém um X com o

balanceamento da equação química e selecionar o botão confirmar. No caso do balanceamento estar correto uma mensagem convida o aluno para balancear uma nova reação, no caso de erro no balanceamento a mensagem acusa que este não está com proporções corretas e solicita que o educando refaça-o.

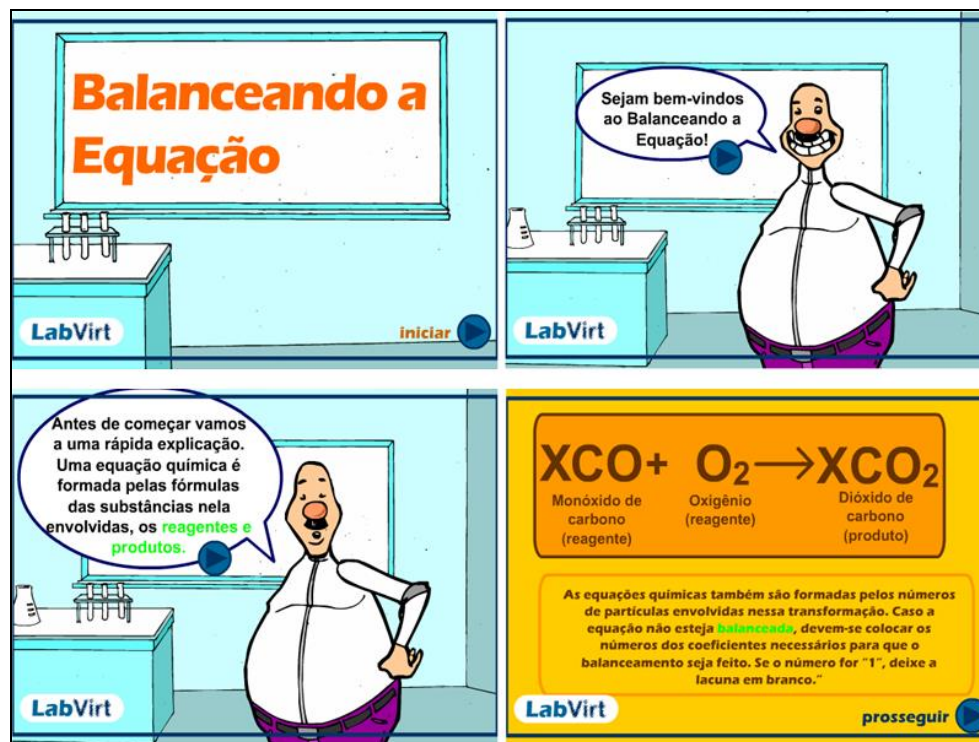


Figura 4. Sequência SOFTWARE02: interface introdutória com apresentação do conteúdo.

$2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$

Duas moléculas de Monóxido de carbono reagem com ...

... uma molécula de Oxigênio ...

... formando duas moléculas de Dióxido de carbono.

Bom, agora sim. Vamos começar?

LabVirt prosseguir

Clique nas substâncias para descobrir suas características.

N ₂	O ₂	H ₂ CO ₃	Fe ₂ O ₃	H ₂ O ₂	C
Fe	Na	NH ₄ Cl	HCl	FeS	
H ₂ O	NH ₃	Cl ₂	NH ₄ OH	FeO	
H ₂	NaCl	CO ₂	NaOH	Na ₂ CO ₃	

prosseguir

Vamos começar colocando as fórmulas das substâncias em seus respectivos lugares.

N ₂	O ₂	H ₂ CO ₃	Fe ₂ O ₃	H ₂ O ₂	C
Fe	Na	NH ₄ Cl	HCl	FeS	
H ₂ O	NH ₃	Cl ₂	NH ₄ OH	FeO	
H ₂	NaCl	CO ₂	NaOH	Na ₂ CO ₃	

Vamos começar colocando as fórmulas das substâncias em seus respectivos lugares.

O ₂	H ₂ CO ₃	Fe ₂ O ₃	H ₂ O
FeS	FeO		
NaCl	CO ₂	NaOH	Na ₂ CO ₃

Verifique se a quantidade de átomos de cada elemento químico presente nos reagentes é a mesma nos produtos e tente novamente.

ok

Vamos começar colocando as fórmulas das substâncias em seus respectivos lugares.

H ₂ CO ₃	Fe ₂ O ₃	H ₂ O
NH ₄ Cl	HCl	FeS
FeO		
CO ₂	NaOH	Na ₂ CO ₃

Muito bem, vamos para mais uma?

prosseguir

CO₂ + H₂O → H₂CO₃

Dióxido de Carbono Água Ácido Carbônico

confirmar

Figura 5. Sequência *SOFTWARE02*: Explicação teórica do balanceamento, características das substâncias, balanceamento e alertas de acerto e erro.

3.3. Dos *softwares* avaliados

Utilizando o modelo de *checklist* criou-se uma tabela para a organização dos dados da avaliação considerando os critérios pedagógicos e ergonômicos (Tabela 1). Na planilha a afirmativa de dados Insuficientes foi representada pelo número 1, indicando os quesitos que não atendiam as necessidades para bom entendimento/utilização do software. Já aqueles quesitos que atingiam parcialmente as expectativas para um bom entendimento/utilização do software foram identificados com a representação do número 2. Para os quesitos com dados suficientes para um bom entendimento/utilização do software foram identificados com a representação do número 3.

Os pontos considerados na análise do *software* foram divididos em dois grandes grupos, sendo eles critérios didáticos e critérios ergonômicos. Serão explanados os aspectos considerados em cada um dos pontos analisados e na sequência a Tabela 1 trará os dados da avaliação para cada *software*.

Critérios pedagógicos:

- Conteúdo: Analisou-se se *software* corresponde ao conteúdo proposto em seu projeto, se os pontos essenciais do conteúdo apresentado foram bem evidenciados. Além disso, considerou-se as possibilidades da ferramenta com relação à apresentação do conteúdo, se este promove a construção do conhecimento.
- Programa Curricular: Analisou-se se o *software* permite sua utilização no tocante ao currículo pré-estabelecido para a disciplina.
- Didática do Conteúdo: Analisou-se a capacidade de o *software* apresentar o conteúdo proposto de modo claro e de fácil compreensão. Analisou-se também a capacidade de o *software* despertar e prender a atenção do usuário. Analisou-se ainda a ação do *software* frente às dificuldades e erros, se a ferramenta permite que o usuário perceba seus erros e se esta lhe sugere um novo caminho para execução da tarefa proposta.
- Cognitivo: Analisou-se a capacidade de o *software* auxiliar no desenvolvimento cognitivo do usuário. O desenvolvimento cognitivo compreende a aquisição de conhecimentos e operações mentais que se caracterizam pela apreensão consciente, compreensão e generalização das propriedades e relações essenciais da realidade do mesmo modo que pela aquisição de modos de ação e realização referente a essas mesmas propriedades e relações [Libâneo 2013].

Critérios ergonômicos:

- Densidade Visual : Analisou-se o *layout* do *software* com relação a disposição dos elementos presentes, tais como textos, imagens e animações.
- Densidade Informacional: Analisou-se o *layout* do *software* com relação a quantidade de elementos presentes, tais como textos, imagens e animações.
- Legibilidade dos textos: Analisou-se o *software* garantia clareza, estrutura e concisão nos textos apresentados.

- Legibilidade das imagens: Analisou-se o *software* possui confiabilidade na representação, se este garantia clareza e concisão nas imagens apresentadas.
- Qualidade do som: Analisou-se os recursos de som e efeitos sonoros do *software*.
- Manipulação e compreensão dos comandos: Analisou-se a clareza dos comandos e ícones do *software*.
- Link de ajuda: Analisou-se a disponibilidade de auxílio ao usuário do *software* para compreender o conteúdo ou funcionamento da ferramenta.
- Vocabulário: Analisou-se o *software* com relação a adequabilidade de vocábulo a compreensão da clientela, no caso os alunos.

Tabela 1. Checklist de avaliação.

AVALIAÇÃO DE SOFTWARE			
CLASSIFICAÇÕES		SOFTWARE01	SOFTWARE02
1- Critérios didáticos	1.1 Conteúdo	2	3
	1.2 Programa curricular	3	3
	1.3 Didática do conteúdo	2	3
	1.4 Cognitivo	3	3
2- Critérios ergonômicos	2.1 Densidade visual	3	3
	2.2 Densidade informacional	3	3
	2.3 Legibilidade dos textos	3	2
	2.4 Legibilidade das imagens	3	3
	2.5 Qualidade do som	1	1
	2.6 Manipulação e compreensão dos comandos	3	3
	2.7 Link de ajuda	1	1
	2.8 Vocabulário	3	3
Legenda: (1)- Insuficiente; (2)-Parcialmente; (3)- Suficiente			

A classificação de parcialmente suficiente indicada na avaliação do conteúdo (item 1.1) para o *SOFTWARE01* deve-se a ausência da apresentação do conteúdo, que está presente apenas no *SOFTWARE02*. Ainda nos critérios didáticos o *software01* atingiu avaliação parcialmente suficiente no critério didática (item 1.3) , tal avaliação deve-se ao fato de a ferramenta não indicar ao usuário os erros cometidos, apenas indica o acerto.

Nos critérios ergonômicos o *SOFTWARE02* classifica-se como parcialmente

suficiente no requisito legibilidade dos textos (item 2.3) devido ao uso de cores que dificultam a leitura de alguns trechos durante a apresentação do conteúdo e também na mensagem que valida o acerto do balanceamento realizado. Já a análise da qualidade do som (item 2.5) e do link de ajuda (item 2.7) resultou em insuficiente para ambos os *softwares*, pois ambos não possuem os recursos analisados.

4. Considerações finais

Os educadores buscam utilizar diferentes metodologias para somar ao ensino-aprendizagem de seus educandos, com o crescente avanço das tecnologias, a escola passa a utilizar-se de instrumentos como computadores, que permitem aos professores novas ferramentas pedagógicas tanto para aulas, como para avaliações e experimentações. Há, neste caso, a necessidade de domínio do instrumento tanto por professores, como pelos alunos.

A utilização desses instrumentos permite, entre outras coisas, a exposição a situações que o professor não disponha de materiais para realiza-la fisicamente, como certas práticas que oferecem algum risco. Os *softwares* possibilitam essa problematização de situações de modo que não gere riscos e altos custos àqueles que dela participarão. No ensino de conteúdos abstratos, como é o caso da disciplina de química, a utilização de simuladores permite ao aluno visualizar com maior facilidade o mundo micro das partículas atômicas. No trato de conteúdos como o de balanceamento de reações químicas, aqui tratado, a utilização de tais instrumentos é uma forma de introduzir essas novas metodologias no auxílio do ensino.

Como primeira consideração coloca-se a relevância de que os *softwares*, no caso do trabalho aqui desenvolvido, simuladores, não podem ser avaliados por professores que não aqueles regentes da disciplina específica trabalhada. Isso deve-se ao fato de que é o docente quem identificará as dificuldades dos educandos e propor o melhor e mais adequado uso do software, criando ações favoráveis para a aprendizagem de conceitos.

No tocante ao método o *checklist* é adequado, este permitiu uma avaliação concisa e apresentou com clareza méritos e deméritos dos simuladores analisados. Considerando os resultados da avaliação é possível inferir que a ausência do som nos *softwares* não acarreta em prejuízo para a aprendizagem, porém verifica-se a necessidade dos links de ajuda em ambas as ferramentas, sendo esse um ponto fraco no caso de o educando tentar utilizar o simulador fora de sala de aula. Ressalta-se a importância de que a avaliação seja feita pelo educador para que este possa durante a aplicação em sala suprir os aspectos defasados dos *softwares* analisados. Em uma análise geral os *softwares* atendem de modo satisfatório as exigências para um produto educacional de qualidade.

5. Referências

- Bastien, J.M.C., Scapin, D. (1993) Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human-Computer interfaces. Institut National de recherche en informatique et en automatique, France.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry: logical or psicological?. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, vol. 1, num. 1, p. 9-15.
- Libâneo, J. C. (2013) *Didática*, Cortez, 2ª edição.

- Mortimer, E. F. (2011) *Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências*, UFMG, 1ª edição.
- Mortimer, E. F. e Miranda, L. C. (1995) Transformações – concepções de estudantes sobre reações químicas. *Química Nova na Escola*, vol. 2, num. 2, p. 23-26.
- Parnaíba, C. dos S. ; Gobbi, M. C. (2010) Os Jovens e as Tecnologias da Informação e da Comunicação: aprendizado na prática. *Revista Anagrama*, vol. 3, num. 4, p. 1-14.
- Parzianello, J. K.; Maman, D. (2010) “Tecnologias na sala de aula: o professor como mediador do processo de ensino e aprendizagem”, <http://cac.php.unioeste.br/eventos/iisimposioeducacao/anais/trabalhos/282.pdf>, Julho.
- Pereira, D. M.; Silva, G. S. (2010) As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) como aliadas para o desenvolvimento. *Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas*, ano 7, num. 8, . p. 151-174.
- Rocha, A.R. Campos, G.H.B. (1993) Avaliação da qualidade de software educacional. *Em Aberto*, ano 12, num. 57, p. 32-44.
- Rosa, M. I. de F. P.; S., Schnetzler, R. P. (1998) Sobre a importância do conceito de transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico, *Química Nova na Escola*, vol. 8, num.8, p. 31-35.
- Santos, D. O.; Wartha, E. J.; Silva Filho, J. C. (2010) Softwares educativos livres para o Ensino de Química: Análise e Categorização. In: *XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)*, <http://www.s bq.org.br/eneq/xv/resumos/R0981-1.pdf>, Julho.
- Santos. M. E. K. L.; Amaral. L. H. (2012) Avaliação de objetos virtuais de aprendizagem no Ensino de matemática. *REnCiMa*, vol. 3, num. 2, p. 83-93.
- Silva, C. R. O. e Vargas, V. L. S. (1999) Avaliação da qualidade de software educacional. In: *XVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção e V International Congress of Industrial Engineering*, Rio de Janeiro, 1999.
- Silva, C. R. de O. E. (1998) “Bases pedagógicas e ergonômicas para a concepção e avaliação de produtos educacionais informatizados” Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – PPGE/UFSC, Florianópolis.
- SOFTWARE01, “Balanceamento de Reações Químicas do site PhET”, https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations_pt_BR.htm, Julho.
- SOFTWARE02, “Balanceamento de Equações”, <http://www.quimica.net/emiliano/balanceamento-equacoes.html>, Julho.
- STAHL, M. M. (1998) “Avaliação da qualidade de software educacional: relatório técnico do Programa de Engenharia de Sistemas e Computação”. Rio de Janeiro: UFRJ, COPPE.