

A construção do Corpo Humano a partir de Elementos Químicos

Giancarlo Nascimento
MediaLab - UFF

Nicolle Robaina
IQ - UFF
Marcelo Zamith
MediaLab - UFF

Bruno Moreira
MediaLab - UFF
Esteban Clua
MediaLab - UFF

Pedro Thiago Mourão
MediaLab - UFF
Eluzir Chacon
IQ - UFF

Alexander Salgado
MediaLab - UFF

Abstract

This paper presents an educational tool to help teachers in the process of the construction of knowledge in the area of Chemistry. This game was built for the web platform and it is based on the project developed by the Ministry of Education of Brazil and the Law of Guidelines and Bases. This project shows the interdisciplinarity involving the themes: Pedagogy, Chemistry and Computer Science. This game was idealized by a team of students and teachers of both Computer Science and Chemistry Institutes, and was financially aided by the project named above.

The game is based on a Quiz which the learning focus is the Periodic Table of the Elements and its relations with the human body. The game supports four players in the same scenario, although it is not multiplayer, which means that each player has its turn.

The main goal of the creation of the game presented in this paper is that it should be simple, objective, quickly playable and fulfill its major purpose: teach the Periodic Table of the Elements through the interactivity and fun of computer games.

Keywords:: Educational Games, Flash, Web, Periodic Table, Human Body

Author's Contact:

{giancarlotaveira,brucostam}@gmail.com
{pedrothiago,nfrobaina}@hotmail.com
{alexsalgado,mzamith}@ic.uff.br
epchacon@vm.uff.br

1 Introdução

Apesar de hoje em dia vivermos em um mundo cheio de inovações tecnológicas como computadores, aparelhos celulares de última geração, jogos eletrônicos capazes de simular realidades virtuais impressionantes, as salas de aula da maioria das escolas brasileiras continuam as mesmas como aquelas de décadas atrás, o que causa uma enorme evasão escolar. Dados recentes do Ministério da Educação e Cultura (MEC), mostram que a metade das 3,6 milhões de pessoas que entram no Ensino Médio no país anualmente, não conclui os estudos em três anos (ou abandonam ou repetem); 18% dos jovens brasileiros com idades entre 15 e 17 anos estão fora da escola e 45,1% dos jovens relatam que não tem interesse pela escola [MEGAZINE 2008]. Isto é preocupante, pois é através do processo ensino-aprendizagem que o conhecimento é passado de geração em geração, impulsionando a descoberta de novos materiais ou tecnologias, que são absolutamente necessárias para a sobrevivência do ser humano. Este processo é muitas vezes complexo, o que torna necessário o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais dinâmicas e articuladas com os interesses dos educandos. No Ensino de Química este cenário não é diferente.

É notório que o ensino do conteúdo químico nas escolas brasileiras ainda prioriza as informações desligadas da realidade vivida pelos alunos, onde muitas vezes as informações são memorizadas de forma passiva sem que haja um real entendimento do conteúdo em questão. Um outro aspecto importante é a grande compartimentalização dos conteúdos, os quais muitas vezes, não são correlacionados até dentro da própria disciplina.

Estes fatos são apontados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino Médio [BRASIL 2002], os quais mostram que para a melhoria da qualidade do Ensino de Química nas

escolas brasileiras é necessário que os educadores adquiram uma nova postura e assim, despertem os interesses e aumentem a conscientização da relevância dessa Ciência na sociedade. Segundo os PCN's, esta nova abordagem do conteúdo químico, deve ser mais interativa e criativa e, através da utilização das experiências cotidianas dos educandos, da tradição escolar, da mídia e da vida escolar devem promover mudanças nas perspectivas de mundo dos aprendizes ao mesmo tempo em que se reconstrói os conceitos químicos [BRASIL 2002].

De uma maneira geral, as pessoas interagem com o conhecimento químico diariamente por diferentes meios e saberes, apesar de muitas vezes não perceberem. Este é um aspecto que pode auxiliar muito no processo de ensino-aprendizagem da Química, pois de acordo com a teoria de David Paul Ausubel [AUSUBEL et al. 1980], para que se tenha uma aprendizagem significativa é necessário levar em consideração as experiências cotidianas dos educandos, pois a aprendizagem ocorre quando uma nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Deste modo, a aprendizagem significativa, pode ser entendida como um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se, de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo [MOREIRA 1983][MOREIRA 1982]. Assim, na sala de aula esta aprendizagem significativa pode ser estimulada através da utilização de um tema motivador, ou seja, um tema que desperte o interesse dos alunos e sirva como um ponto de apoio à aquisição de novos conceitos. Este processo mediador, mobiliza o interesse do educando, partindo-se de algo conhecido e conduzindo-se ao novo. De acordo com Vygotski:

"A regra psicológica geral de desenvolvimento do interesse é a seguinte. Por um lado, para que um assunto nos interesse, ele deve estar ligado a algo que nos interessa, a algo já conhecido e, ao mesmo tempo, sempre deve conter algumas novas formas de atividade; ... Tudo o que é completamente novo ou velho é incapaz de despertar nosso interesse, de promover o interesse por algum objeto ou fenômeno". [VYGOTSKI 2003]

Outro aspecto que se deve levar em conta é a questão da interdisciplinaridade, onde a troca de saberes e formação conjunta de aprendizado tornam o ensino mais sólido e contextualizado, promovendo uma visão mais articulada ao educando. Dentre os vários conteúdos da Química podemos observar que o estudo da Tabela Periódica é de primordial importância para o entendimento de diversos outros conteúdos como, por exemplo, ligação química, reações químicas e reatividade, propriedades físico-químicas de substâncias, dentre outros, e no entanto, a aprendizagem da Tabela Periódica exige certo grau de abstração dos alunos, o que traz dificuldades na aprendizagem significativa. Esse empecilho se deve a pouca correlação do tema com o mundo real do educando, principalmente num ensino restrito ao quadro negro.

Diante do exposto, nos perguntamos: qual o atrativo que a sala de aula oferece aos jovens? O que podemos fazer para motivá-los a aprender? Neste contexto, para servir de agente motivador à aprendizagem da Tabela Periódica alguns professores e alunos do Instituto de Química e do Instituto de Computação da Universidade Federal Fluminense, apoiados por um projeto do Ministério da Educação e Cultura e do Ministério de Ciências e Tecnologia, desenvolveram um jogo de computador, cuja finalidade é relacionar os elementos da Tabela Periódica com a composição do corpo humano, ou seja, articular a Química com a Biologia. Assim, o jogo desenvolvido tem como finalidades ajudar o educando a fixar os conteúdos aprendidos em sala de aula, colocar em prática seu conhecimento a respeito da Tabela Periódica e fazer uma

articulação com a Biologia.

2 O computador como mediador instrumental

Segundo [VYGOTSKI 1989], as funções psicológicas superiores se desenvolvem por meio da realização de atividades práticas e instrumentais em processos de interação e cooperação social. Neste contexto, são importantes os mediadores instrumentais - conteúdos, ferramentas e tecnologias, e principalmente, os mediadores sociais - os interagentes que participam do processo de ensino-aprendizagem, direta ou indiretamente, sejam professores, pais, colegas, meio-ambiente, etc. Como mediador instrumental, o computador é visto como um recurso didático por muitos estudiosos em educação, sendo uma poderosa ferramenta que pode suscitar transformações das práticas docentes e dos processos de aprendizagem [LEVY 1993]. Em textos especializados há a idéia de que o computador seria um facilitador do Ensino de Ciências, pois a imagem estática e bidimensional impressa nos livros ganharia movimento e uma nova dimensão [CHASSOT 1993], permitindo assim uma melhor representação dos conceitos científicos e favorecendo a aprendizagem significativa. Dentro desta perspectiva, os jogos digitais podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de conceitos, conteúdos e habilidades químicas devido ao fato de estimularem a auto-aprendizagem, despertarem a curiosidade e o interesse por parte dos educandos, além de desenvolverem a socialização e o respeito consigo mesmo e com o grupo. De acordo com [VYGOTSKI 1988], os jogos propiciam o desenvolvimento da linguagem, do pensamento e da concentração. O lúdico influencia no desenvolvimento do aluno, ensinando-o a agir corretamente em uma determinada situação e estimulando sua capacidade de discernimento.

3 O jogo

Visando tornar o processo de ensino-aprendizagem da Tabela Periódica no Ensino Médio mais fácil e prazeroso foi desenvolvido um jogo digital educativo que relaciona as propriedades dos elementos químicos com o funcionamento do corpo humano. O jogo desenvolvido, estimula o raciocínio lógico do aluno, fazendo-o pôr em prática os conhecimentos adquiridos em classe e ainda, por exigir que sua resposta seja dada dentro de um intervalo limitado de tempo, desenvolve os reflexos, a coordenação motora e estimula o rápido processamento do raciocínio do educando.

Neste jogo avalia-se o conhecimento do aluno sobre a Tabela Periódica como a localização dos elementos químicos, suas características e as propriedades periódicas e também conhecimentos gerais sobre alguns desses elementos e suas respectivas funções no corpo humano.

Dos elementos que compõe a Tabela Periódica observa-se que apenas vinte e um (21) exercem papel vital no organismo humano. Os que aparecem em maior proporção são denominados elementos de constituição, pois formam substâncias presentes em grande quantidade no organismo como açúcares, proteínas, gorduras, etc. Esses elementos são o Carbono, o Oxigênio, o Nitrogênio e o Hidrogênio. No entanto, aqueles que aparecem em quantidades extremamente pequenas são os que fazem a diferença, pois participam das reações químicas que ocorrem em nosso organismo, regulando a nossa vida, são eles o Cálcio, o Cloro, o Cobalto, o Cobre, o Cromo, o Enxofre, o Ferro, o Flúor, o Fósforo, o Iodo, o Magnésio, o Manganês, o Molibdênio, o Potássio, o Selênio, o Sódio e o Zinco. Estes elementos aparecem de forma combinada nas mais variadas substâncias, desempenhando diferentes funções no nosso corpo. Para se manter o bom funcionamento do corpo, deve-se observar que a quantidade destes elementos deve ser equilibrada, ou seja, não deve haver falta e muito menos excesso de nenhum deles no organismo, o que a princípio deve ser conseguido através de uma dieta balanceada. [ALDRIDGE 1996] [VAITSMAN et al. 2001].



Figure 1: Tela Inicial

3.1 Interface

O desenvolvimento da interface foi dado a partir da definição do jogo: seria simulado no ambiente web um misto de jogo de tabuleiro e "quiz" televisivo sobre os elementos da tabela periódica e o corpo humano.

Mas para tal seria preciso ter, em uma mesma tela, todos os jogadores reunidos com seus respectivos pontos, uma tabela periódica visível e uma roleta - isso tudo em 800x600 pixels. O maior problema seria ainda lidar com o tema do jogo, que é sempre muito complicado em seu ensino, tendo uma proporção de adoradores e aversores quase igual. Seria necessário ganhar o aluno na jogabilidade e nos gráficos. Contudo havia também esse problema da resolução de vídeo bem limitada.

Foi nesse ponto que surgiu a idéia de criar o ambiente do jogo como uma viagem lúdica sobre a folha de caderno. Dentro desse ciberespaço e dessa nova lógica organizacional [LEVY 1999] foi possível criar uma estrutura que abarcasse a metáfora da estrutura visual de um jogo televisivo criado pelo próprio aluno se utilizando de lápis, caneta, papel e etc. Com traços de desenhos à mão, ilustrações de *stickers*, rabiscos e manchas de tinta, foi levado ao aluno um ambiente mais amigável - uma vez que o impacto causado pela televisão e o videogame no público *tween* e *teen* é notório [GEE 2005].

A interface do jogo deixa o aluno trabalhar e brincar, sem que o mesmo tenha que pensar sobre a tecnologia que está usando - algumas vezes até sem notar que o assunto que considerava aversivo vira prazeroso. Interessante também é notar que a intuição muitas vezes exerce um papel importante no jogo, e isto fica claro após algumas rodadas.

Vale lembrar que jogo eletrônico é uma forma de narrativa interativa que pode ser linear ou não, mas sempre apresenta começo e fim, utilizando intervenção do usuário/leitor para que funcione. Por ser eletrônico, necessariamente deve conter um ecrã - tela - tendo participação do usuário dada por meio de aparatos eletrônicos [ARSETH 1997]. Além de estimular a coordenação motora e a psique do jogador, o jogo eletrônico pode abarcar diversas temáticas, como as didáticas, estimulando assim o saber.

3.1.1 Ferramentas

Devido à escolha do Adobe Flash CS3 como programa para a produção dos jogos, a criação das imagens dentro desse programa estariam um pouco limitadas, com relação, principalmente, às suas ferramentas de desenho. Contudo, graças à grande interação do pacote CS3 as possibilidades para a criação de imagens e animações se expandiram.

O Adobe Illustrator CS3 foi utilizado como carro chefe para ilustrações vetoriais e alguns dos *loops* de animação foram criados no Adobe After Effects CS3 para depois serem compostos no

Adobe Flash CS3. Não poderia ser deixado de lado também o uso do Adobe Photoshop CS3, que foi de muita utilidade no processo de limpeza dos desenhos antes da vetorização.

Esse processo de criação foi constituído de quatro etapas básicas: criação, digitalização, manipulação e implementação.

Na etapa final a interface foi devidamente implementada na estrutura programada do jogo, dentro do Adobe Flash CS3 utilizando Action Script 3.0. E essa foi a parte mais gratificante para todos os participantes, que depois de horas a fio programando e quebrando a cabeça com os *layouts*, já era possível ver o jogo ganhando vida.

3.1.2 Criação

Nessa etapa foram produzidos croquis e esboços dos objetos. Foi possível pensar em várias possibilidades para o que se queria como produto final.

Feitos a mão livre, em papel, havia uma grande liberdade para mudar a maneira como se pega ao lápis, se porta o papel na mesa, sua angulação em relação à mão. Essa forma de produção artística foi bastante imediata e prática - uma vez que o desenho limpo no papel e finalizado com tinta preta seria facilmente convertido para vetor no Adobe Illustrator CS3.

Algumas das ilustrações foram criadas exclusivamente no Adobe Illustrator CS3, como a tela de abertura, onde a partir de fotos foram criadas as imagens vetoriais. Botões e seletores foram criados seguindo o estilo web 2.0, com efeitos *glass* e muitas camadas com efeitos de luz e degradês de cor.

3.1.3 Do papel para a tela

Aqui foram feitos o processo de digitalização das imagens, feito através do escaneamento dos desenhos em papel. Um processo relativamente simples, mas que demandava um equipamento de qualidade, visando a obtenção de imagens com resoluções mais altas, que pudessem ser trabalhadas com mais facilidade. Algumas imagens que seriam utilizadas como base indireta não passaram por esse processo via scanner, mas sim fotografadas.

3.1.4 Tratamento e manipulação de imagens

Todas as imagens foram tratadas através do pacote Adobe. Elas foram limpas no Adobe Photoshop CS3, vetorizadas e coloridas no Adobe Illustrator CS3.

Dentro do Adobe Photoshop CS3 níveis de cores foram ajustados e alguns dos desenhos foram limpos que, por urgência e tempo curto, não foram arte-finalizados. O branco foi corrigido digitalmente nele e os traços suavizados.

Os desenhos enfim eram importados no Adobe Illustrator CS3 e vetorizados - alguns utilizando a ferramenta *Live Trace* outros criados ponto a ponto com a *Pen Tool*. Os efeitos de vidro e luz foram criados com o tipo de transparência utilizado em sua amostragem e a utilização de máscaras de transparência, utilizando degradês de preto e branco para criar o esmaecimento. Os efeitos *Feather* e *Outer Glow* também foram muito explorados para dar ilusão de sombras.

3.1.5 Animações

As animações foram criadas parte no Adobe After Effects CS3, parte no Adobe Photoshop CS3 e diretamente dentro do Adobe Flash CS3 - nesse caso todas em que se podia criar animações *tween* e *shape*, como o botão da roleta sendo acionado.

O loop de sangue criado para o corpo do jogador, que aumenta conforme a pontuação adquirida, foi exclusivamente criado no Adobe After Effects CS3. Com um desenho de um argola 2D vetorial e utilizando o sistema de partículas do programa, foi feito com que a argola subisse pela tela de maneira randômica, onde o fundo vinho dá a ambientação do sangue.

A ilusão de movimento da roleta foi criada por uma animação "frame-by-frame" dentro do Adobe Photoshop CS3. No tamanho desejado para a figura, foi utilizado o efeito *Render-Clouds* para criar a imagem base. Depois foi aplicado o efeito *Posterize* e logo em seguida *Motion Blur*, sentido horizontal, nessa imagem. Foram criadas vários layers assim, sabendo que cada layer seria diferente - uma vez que a renderização é aleatória. Foi utilizado o painel de animação do próprio programa.

Em ambos os casos as animações foram exportadas em FLV, devido a integração aprimorada para o Adobe Flash CS3 - onde os FLV foram transformados para frames embutidos no próprio SWF final.

3.2 Regras do Jogo

O jogo pode ser jogado por até 4 pessoas. Sendo que para o jogo de 2 ou mais jogadores, cada um deverá esperar a sua vez de jogar. O turno de cada jogador é definido a partir de cada giro da roleta, ou seja, a cada giro de roleta o jogador deve responder a uma ação correspondente e ao final desta são atribuídos os pontos ganhos e em seguida troca-se para o próximo jogador.

Na primeira fase serão sorteados elementos da tabela periódica, através do giro da roleta, que deverão ser arrastados até sua posição de origem, no menor tempo possível. É exibida na tela, uma tabela periódica com um determinado número de elementos faltando e, que após serem colocados em sua posição correta, serão mostrados para o aluno. É atribuída a cada jogador uma pontuação baseada no tempo de resposta, bonificando aqueles que responderem mais rápido. Se algum jogador responder errado ele perde sua vez sem lhe ser atribuída nenhuma pontuação. Esta primeira fase encerra quando a tabela periódica estiver completa, com todos elementos à mostra. Vale ressaltar que a cada execução do jogo, o conjunto desses elementos será diferente. São avaliados o conhecimento da tabela periódica, seus elementos e sua estrutura, bem como a capacidade de raciocínio e velocidade de resposta do aluno.

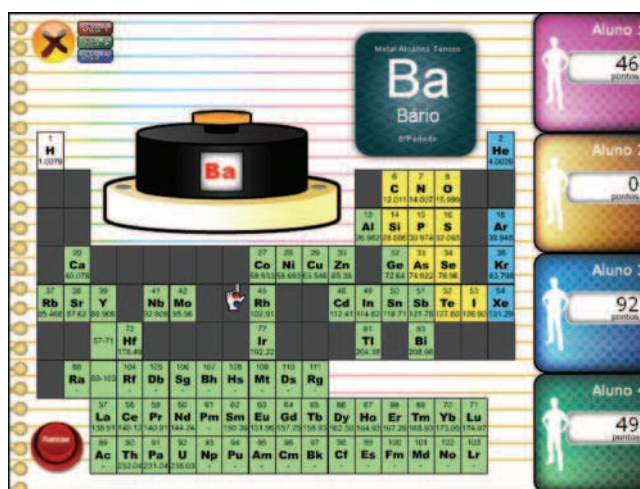


Figure 2: Fase 1

Na segunda fase do jogo é exibida a tabela periódica completa, destacando os 21 elementos que compõem o corpo humano. O objetivo do jogador é dar vida a um corpo humano a partir destes elementos químicos presentes na tabela periódica. O aluno deve girar a roleta para sortear um desses elementos em destaque, em seguida, será exibida uma pergunta correspondente. Ao acertar a pergunta, o corpo humano é parcialmente preenchido, imitando a circulação do sangue no corpo humano. Vence aquele que primeiro conseguir preencher o corpo humano com sangue em sua totalidade.

3.3 Arquitetura do Jogo

Como ambiente de desenvolvimento, foi utilizado o Adobe Flash CS3, que é uma reconhecida ferramenta quando o objetivo é desenvolver aplicações voltadas para a web. Para a execução do jogo necessita-se apenas de um navegador de internet e do



Figure 3: Fase 2

plugin correspondente. Hoje em dia, aproximadamente 98% dos usuários de internet possuem o *player* do Flash instalado em seus computadores [PEREIRA 2003]. Este *player* é necessário para a reprodução dos filmes criados com o Flash.

O Flash como ferramenta de desenvolvimento é robusta e estável, facilita o desenvolvimento do jogo em si e abstrai questões específicas do hardware, como por exemplo a frequência do processador. Assim o jogo funciona da mesma forma para diferentes processadores. Questões como captura de eventos também são abstraídas pela ferramenta. Assim o desenvolvedor fica concentrado na construção do jogo digital. Outra questão fundamental para o desenvolvimento de um jogo digital é trabalhar com uma base de dados e neste sentido o Flash trabalha de forma transparente com arquivos XML.

A linguagem de programação oficial da plataforma Adobe Flash é o ActionScript 3.0. É uma linguagem orientada a objetos criada para o desenvolvimento de aplicações e scripts multimídia para execução em clientes Flash como o Flash Player [MOOCK 2007]. Esse paradigma de programação viabiliza a modularização dos elementos que compõem o jogo, agrupando-os em 3 camadas: interface, controle e dados (veja Figure 4). Esse tipo de separação tem por objetivo o isolamento entre camadas, onde uma pode ser alterada internamente sem que haja interferência imediata na outra, ou seja, cada estágio vê o adjacente como se fosse uma caixa preta dotada de métodos para manipulá-la, ignorando detalhes de sua implementação. Essa divisão aumenta o nível de produtividade da equipe, uma vez que os desenvolvedores não precisam esperar os designers terminarem para que possam começar a sua parte, ou seja, podem trabalhar paralelamente: enquanto os designers efetuam o trabalho artístico (que irão compor os itens de interface), os desenvolvedores realizam os trabalhos referentes às camadas de controle e de dados. Quando aqueles terminam a arte, estes fazem a integração (construção da camada de interface) com o que já fizeram.

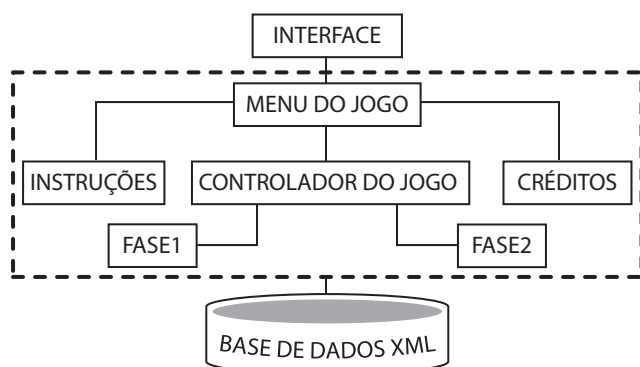


Figure 4: Camadas de controle e dados

3.3.1 Implementação da interface

Do ponto de vista implementacional, os elementos de interface beneficiam-se do sistema integrado Adobe, onde é possível que a parte gráfica seja feita no Adobe Illustrator, uma vez que esta ferramenta é ideal para a construção de gráficos vetorizados, e que pode ser importado pelo Flash. Uma vez importado, um recurso bastante interessante é a conversão do elemento em um *Movie clip*, o que permite a criação, sem dificuldades (fazendo apenas pequenas alterações, por exemplo, nas coordenadas de um elemento a cada *keyframe*), de animações em cima de um desenho que, até então, era estático. Ainda há o principal motivo que justifica a conversão para *Movie clip*: a opção "*Export for ActionScript*", que possibilita a manipulação dessa animação por código, sem, no entanto, excluir a possibilidade de edição pelas ferramentas que o Flash disponibiliza para tal fim. Ao exportar para ActionScript, é gerada uma classe que deriva da *MovieClip*, que por sua vez, por meio de herança, atua também como *container* de elementos visuais, permitindo um agrupamento de elementos logicamente afins (podendo agregar outros *MovieClips* também). Tal característica contribui para o aumento da modularização dos itens de interface da seguinte maneira: é usado um *MovieClip* gerenciador, o qual não possui elementos visuais próprios (todos itens que são exibidos são seus "filhos"), ficando somente com a responsabilidade de cuidar das interações existentes entre seus filhos e fornecer métodos que possam, externamente, manipulá-los como um todo.

3.3.2 Controle

Essa camada é responsável pelas regras de negócio. Compreende a "alma do jogo" ao contemplar todos seus objetivos e regras. Tudo o que é exibido na tela (Interface) é completamente alheio ao que acontece no jogo, assim como à base de dados. Cabe à camada de controle a colheita e o processamento dos dados (tanto da base, quanto dos comandos de entrada) de acordo com as regras que compõem o jogo, avisando à camada de interface o que deve ser exibido. Citando como exemplo o caso da tabela periódica, é necessário que se esclareça uma fonte potencial de dúvidas: embora exista o elemento de interface que represente a tabela, a tabela real não é visual, e sim lógica. Situando-se na camada de controle, ela possui de fato as informações inerentes a cada elemento químico que a compõe, que por sua vez são buscadas na base de dados.

3.3.3 Dados

A fonte de dados é mantida em um arquivo no padrão XML (figura 5), o que proporciona flexibilidade na atualização do conteúdo informativo do jogo. Em um jogo de perguntas e respostas, faz-se necessário que o questionário seja mudado com frequência para abranger novos temas ou simplesmente diversificar as perguntas. Usando arquivos no padrão XML, isto pode ser feito com muita facilidade e rapidez, mesmo para aqueles que possuem pouca ou nenhuma intimidade com a ferramenta, como, por exemplo, os professores. Estes podem modificar o conteúdo do arquivo, e facilmente conseguirão, com o intuito de adequá-lo à região em que residem, abordando, por exemplo, questões relacionadas a um determinado tema da atualidade. Essa facilidade deve-se ao fato da própria estruturação do XML ser na forma de dados dispostos de forma hierárquica, permitindo um agrupamento intuitivo de dados logicamente relacionados, subordinados a um mesmo nível hierárquico.

3.3.4 Avaliação do Jogo

A avaliação do Jogo desenvolvido foi realizada tendo em mente duas vertentes: uma que buscou identificar o desempenho e o interesse dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem da Tabela Periódica, tendo o software como mediador instrumental (Avaliação Pedagógica) e outra que buscou observar a usabilidade do software pelos alunos e professores do Ensino Médio (Avaliação Ergonômica).

A avaliação ergonômica norteou todo o trabalho de desenvolvimento do software, funcionando como um guia,

```

<Elemento>
  <Nome>Lítio</Nome>
  <Simbolo>Li</Simbolo>
  <NumeroAtomico>3</NumeroAtomico>
  <MassaAtomica>6.941</MassaAtomica>
  <Distribuicao>1s2 2s1</Distribuicao>
  <Classificacao>Metal</Classificacao>
  <Familia>1</Familia>
  <Periodo>2</Periodo>
</Elemento>

<Elemento>
  <Nome>Berílio</Nome>
  <Simbolo>Be</Simbolo>
  <NumeroAtomico>4</NumeroAtomico>
  <MassaAtomica>9.0122</MassaAtomica>
  <Distribuicao>1s2 2s2</Distribuicao>
  <Classificacao>Ametal</Classificacao>
  <Familia>2</Familia>
  <Periodo>2</Periodo>
</Elemento>

```

Figure 5: Arquivo XML

onde a equipe de desenvolvimento tomou decisões para o seu ajuste, baseadas em cada uma das premissas usadas na avaliação como a navegação, a interação, os *feedbacks*, a cromática, a estética, a clareza, dentre outras. Quanto a avaliação pedagógica os principais parâmetros observados foram: o interesse demonstrado pelos educandos sobre o tema e sua capacidade de avançar no jogo à medida que as questões se tornavam mais complexas. Observou-se que através do lúdico, o educando buscou aprofundar seus conhecimentos, consultando as dicas existentes no software, ao mesmo tempo em que o professor pôde observar a evolução da aprendizagem e avaliar os educandos relação a aquisição de habilidade motora, afetiva e cognitiva.

O aplicativo foi testado dentro do Instituto de Química da Universidade Federal Fluminense, por diferentes grupos, totalizando 40 pessoas: professores de Química do Ensino Médio que cursam a Pós-graduação *Lato Sensu* em Ensino de Ciências, visando avaliar a viabilidade e importância da utilização deste jogo nas escolas de Ensino Médio da Rede Pública de Ensino; alunos do curso de pré-vestibular social, que ainda estão cursando ou terminaram recentemente o Ensino Médio; alunos que acabaram de ingressar (calouros) nos cursos de Química (Licenciatura e Bacharelado) e Química Industrial, onde a expectativa é que estes possuam um maior conhecimento do tema, uma vez que este faz parte da ciência por eles escolhida profissionalmente; alunos de Licenciatura em Química que estão aproximadamente na metade do curso, para que como futuros docentes pudessem fornecer seu ponto de vista sobre o software desenvolvido.

Com a análise dos resultados obtidos na Avaliação Pedagógica, pôde-se verificar que grande parte dos educandos e dos professores avaliados não tinha conhecimentos acerca das funções dos elementos químicos presentes no corpo humano. Os avaliados relataram que o software aguçou a curiosidade e a vontade de aprender. Com isso, acreditamos que a "Constituição do Corpo Humano" consiste num ótimo tema motivador, pois traz o conteúdo da Tabela Periódica para a realidade do aluno através da compreensão da utilidade de cada elemento na realização das funções vitais do seu organismo, servindo assim como ponto de ancoragem a novos conceitos [AUSUBEL et al. 1980]. Quanto ao modelo pedagógico, tanto os alunos quanto professores consideraram de ótima qualidade, interativo, contextualizado, definindo o software como perfeitamente adequado às necessidades curriculares do estudante de Ensino Médio.

A Avaliação Ergonômica mostrou que na opinião dos pesquisados o software desenvolvido oferece interatividade, fácil navegação,

clareza, excelente estética e incentiva a observação de fenômenos no mundo real, sendo considerado um excelente recurso motivador.

4 Conclusão

O desenvolvimento dos jogos digitais educativos nasce da aproximação entre a multimídia, o computador e o ensino, objetivando obter recursos pedagógicos mais instigantes, interessantes e educativos para auxiliar na aprendizagem de conteúdos que o aluno apresenta maior dificuldade, geralmente pela necessidade de um maior grau de abstração. Com esse propósito surgiu esse jogo, objetivando motivar o ensino da Tabela Periódica através de um software interativo, de fácil manipulação e entendimento.

Este jogo digital deve ser utilizado como uma ferramenta na mediação da aprendizagem significativa sobre a Tabela Periódica, no entanto não deve ser entendido que este tipo de ferramenta seja redentora dos problemas relacionados à aprendizagem deste conteúdo tão relevante da Química. Busca-se com o jogo, fazer com que o educando envolva-se com este conteúdo ao mesmo tempo em que seja estimulado a aumentar sua capacidade de associação de idéias e com isso, favorecer uma visão mais contextualizada da Química.

Futuramente pretende-se disponibilizar o software desenvolvido, assim como um formulário em uma página na Internet para que professores e interessados possam utilizar o formulário para avaliar o jogo e contribuir com sugestões. Pretende-se ainda desenvolver uma nova versão deste software cujo agente motivador da aprendizagem será a relação da Tabela Periódica com a Metalurgia, onde buscar-se-á demonstrar a interação destes temas entre si.

References

- ALDRIDGE, S. E LUCÍRIO, I. D., 1996. A fórmula do corpo humano. Revista Superinteressante., Julho.
- ARSETH, E. J. 1997. *Cybertext - Perspectives on Ergodic Literature*. The Johns Hopkins University Press.
- AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., AND HANESIAN, H. 1980. *Psicologia educacional*, 2 ed. Interamericana.
- BRASIL, 2002. Parâmetros curriculares nacionais - ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Média e Tecnológica.
- CHASSOT, A. 1993. *Catalisando transformações na educação*. Unijuí.
- GEE, J. P. 2005. Video games, mind and learning. *The International Digital Media and Arts Association Journal*.
- LEVY, P. 1993. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. 34, Rio de Janeiro.
- LEVY, P. 1999. *Cibercultura*. Loyola.
- MEGAZINE. 2008. O globo, 11 de Novembro.
- MOOCK, C. 2007. *Essential ActionScript 3.0*. O'Reilly.
- MOREIRA, M. A. E MASINI, E. F. S. 1982. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. Moraes, São Paulo.
- MOREIRA, M. A. 1983. *Ensino e Aprendizagem. Enfoques Teóricos*. Editora Moraes, Porto Alegre.
- PEREIRA, MARCELO GINO; REHDER, W. D. S. 2003. *Flash 5: Guia Prático*, 2 ed. Viena, Santa Cruz do Rio Pardo, SP.
- VAITSMAN, D. S., AFONSO, J. C., AND DUTRA, P. B. 2001. *Para que servem os elementos químicos*. Interciência.
- YOGOTSKI, L. S. 1988. *Linguagem desenvolvimento e aprendizagem*. Ícone, São Paulo.

- VYGOTSKI, L. S. 1989. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*, 6 ed. Martins Fontes, São Paulo.
- VYGOTSKI, L. S. 2003. *Psicologia Pedagógica - Edição Comentada*. Artmed, Porto Alegre.