

AVALIANDO O IMPACTO COGNITIVO DO USO DE UM SOFTWARE EDUCACIONAL 3D NO ENSINO DE CIÊNCIAS COM ALUNOS DO 8º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL¹

Maicon Sousa Mota Silvestre²
Roseclea Duarte Medina³

RESUMO

Este artigo visa investigar se a aprendizagem é potencializada pelo uso de um *software* educacional 3D nas aulas de ciências. Pois, de modo geral, os educadores se preocupam excessivamente com a utilização desses recursos tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem, contudo sua eficácia é pouco conhecida, podendo não apresentar os resultados esperados. O trabalho foi desenvolvido na Escola de Ensino Municipal Dr. Rafael Vieira da Cunha com alunos dos anos finais do ensino fundamental, situada na zona rural do município de Santana do Livramento, estado do Rio Grande do Sul. Consideraram-se dois grupos neste estudo, o controle e o experimental sob condições de avaliação quantitativa por meio de oito questões objetivas, bem como por uma avaliação qualitativa mediante a representação do conhecimento através da construção de mapas conceituais. Os resultados sugerem, ainda que de forma tímida, que o aluno aprende melhor quando o processo de ensino e aprendizagem está associado ao uso do *software* educacional.

PALAVRAS-CHAVE:

Avaliação da aprendizagem; *software* educacional 3D; ensino de ciências; mapas conceituais.

ABSTRACT

This article aims to investigate whether learning is enhanced by the use of a 3D educational software in science classes. Because, in general, educators worry excessively using these technological resources in the teaching and learning process, but its effectiveness is not well known and may not deliver the expected results. The work was developed in the School of Education Municipal Dr. Rafael Vieira da Cunha with students of final years of primary school, located in the rural municipality of Santana do Livramento, state of Rio Grande do Sul. Two groups were considered in this study, the control and the experimental conditions under quantitative assessment through eight objective questions, as well as qualitative evaluation by the knowledge representation through the construction of concept maps. The results suggest, albeit timidly, that the student learns best when the process of teaching and learning is associated with the use of educational software.

KEYWORDS:

Assessment of learning; 3D educational software; science education; concept maps.

¹ Artigo apresentado ao Curso de Mídias na Educação da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Mídias na Educação.

² Aluno do Curso de Mídias na Educação da Universidade Federal de Santa Maria.

³ Doutora em Informática na Educação, Professora Orientadora, UFSM.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Fonseca (1998, p. 43) a cognição pode ser definida como “[...] os processos pelos quais um indivíduo percebe (*input*), elabora e comunica (*output*) informação para se adaptar”, “[...] em termos de aprendizagem, de modificabilidade e plasticidade adaptativa, ela é inexoravelmente fruto da aprendizagem sócio-histórica, processos interativos e intencionais que são mediatizados por terceiros” (VYGOTSKY, 1972, p. 13 apud FONSECA, 1998, p. 83).

Segundo Passos (2011), “[...] as interfaces destinadas ao processo de ensino e aprendizagem influenciam como o usuário percebe o conteúdo, contribuindo ou não com as etapas de desenvolvimento cognitivo do aluno”. Este fato também foi percebido por Valente (2005, p. 2), quando destacou que “[...] diante de tantas possibilidades de uso das tecnologias na educação, o fato pode ou não contribuir com o processo de construção do conhecimento”, logo se faz necessário avaliá-lo. Para Martins (2002),

Na avaliação geral de um *software*, o professor deve verificar principalmente, sua pertinência educacional, ou seja, se o *software* proporciona situações que garantam a eficácia dos resultados na aprendizagem, certamente adotando critérios mais relacionados com seus estudos e prática profissional, além de características que os *softwares* possuem para favorecer o processo de construção do conhecimento (MARTINS, 2002, p. 9).

Para Azevedo (1995, p. 5), “[...] quando o professor é conquistado pelo computador e seus derivados, como o *software* educacional, ele adquire a capacidade de adaptar tudo à realidade da escola, assim como ao momento do aluno”. Mas, para tanto, “[...] o professor precisará adquirir algumas competências para lidar com as tecnologias em sala de aula” (CHAMPANGNATTE & NUNES, 2011, p. 34).

De acordo com Vieira (2000) o educador deve atribuir à tecnologia um caráter pedagógico, sendo este capaz de potencializar a prática docente e, com isso, dar mais significado ao uso da ferramenta, senão sua utilização não se justifica. Desse modo, surge a ideia de explorar as nuances das ferramentas de caráter motivacional advindas das tecnologias da informação e da comunicação (TIC's) para que de forma somática seja capaz de corroborar com o desenvolvimento de competências na disciplina de ciências a partir das novas e revolucionárias ações pedagógicas baseadas em *softwares* 3D “[...] que envolve uma geração

de imagens por computador num sistema de controle tridimensional altamente interativo” (HOUNSELL et al., 2006, p. 2). De acordo com Fialho e Matos (2010),

Neste cenário e com todos os recursos computacionais existentes, encontramos alguns *softwares* educacionais que podem ser utilizados como apoio ao trabalho docente enriquecendo sua prática pedagógica e proporcionando momentos de motivação e grande interesse dos alunos, uma vez que estes vêm desempenhando cada vez mais um papel relevante como ferramenta educativa, possibilitando reproduções de fenômenos do mundo real e permitindo ao aluno imprimir em seus trabalhos um realismo e qualidade superiores em seu aprendizado, algo difícil de conseguir nas formas conservadoras de ensino (FIALHO & MATOS, 2010, p. 122).

Para Cybis et al. (2007) nas aplicações educacionais, problemas de usabilidade podem criar barreiras capazes de dificultar que o usuário atinja os objetivos de aprendizagem pretendidos com a utilização do *software*. “[...] No entanto, além de avaliar este aspecto, faz-se necessário explorar a eficácia pedagógica do sistema em uso” (DE FRANÇA, 2013, p. 2). “[...] Cabe lembrar que os alunos, usuários dos *softwares* educacionais, também devem ser ouvidos para o estabelecimento de uma avaliação mais eficaz”, conforme descrito por Campos (1995, p. 3).

Conforme descrito por Arendt (2001), “[...] não podemos deixar as crianças entregues aos seus próprios recursos”, isto é, tem-se a responsabilidade de ensinar a melhor forma dos alunos utilizarem as tecnologias, levando em consideração “[...] a singularidade existente na experiência de Interação Humano-Computador (IHC)” mencionado por Cybis et al. (2007, p. 15). Além disso, faz-se necessário considerar que “[...] o desenvolvimento e a avaliação de *software* educacional é alvo de muitas pesquisas no ambiente acadêmico”, contudo “[...] não é dada a devida atenção à análise da aprendizagem que decorre do uso dessa ferramenta educacional” (GOMES et al., 2008, p. 11).

De acordo com o exposto, este trabalho propõe avaliar o impacto cognitivo que o *software* educacional 3D intitulado “Arco reflexo” pode trazer a estrutura cognitiva do aluno, nas aulas de ciências. Isto é, se o mesmo potencializa ou não a aprendizagem do Sistema Sensorial Humano.

2. SOFTWARE 3D NA EDUCAÇÃO

A evolução tecnológica vem transformando o mundo, os objetos e à maneira com a qual o homem se relaciona com ele mesmo. Assim como os organismos evoluem para se adaptar as novas condições do meio (DARWIN, 1859), o homem, bem como os procedimentos humanos também precisam se adaptar para perdurar. Para tanto, do ponto de vista epistemológico, o educador precisa transformar-se para garantir que a educação continue educando. Para Seára (2005), os *softwares* que apresentam cenários em 3D imprimem um alto grau de interatividade ao processo educacional, por proporcionar maior realismo, motivando os discentes no desenvolvimento de uma série de competências.

A Realidade Virtual é a forma mais avançada de interface, que, no âmbito computacional, permite visualizar, manipular e explorar as informações em tempo real possibilitando aproveitar o conhecimento intuitivo do usuário sobre a navegação no espaço tridimensional (QUEIROZ, 2008, p. 22).

Para Kirner e Siscoutto (2007), ambientes virtuais em 3D amplificam a observação de detalhes outrora impossíveis na medicina,

Ambientes de realidade virtual amplificam a capacidade das pessoas avaliarem informações tridimensionais, na medida em que flexibilizam a atuação no espaço 3D e permitem o uso de interações multimodais, possibilitando maior riqueza de detalhes, melhores técnicas de interação e mais desempenho (KIRNER & SISCOOTTO, 2007, p. 18).

Os ambientes tridimensionais atribuem um caráter tão realista aos fenômenos observáveis que, “[...] em certos momentos os discentes esquecem que estão interagindo com um computador” (SEÁRA, 2005, p. 83), diferenciando-o dos demais *softwares* por conferir situações de movimento e visualização análogos aos jogos 3D, os prediletos dos jovens. E, isso, abre grandes precedentes sobre sua função pedagógica, pois aporta elementos motivacionais intrínsecos ao objeto que estimula a interação.

3. MAPAS CONCEITUAIS

O conceito de mapa conceitual foi originalmente concebido pelo professor Joseph Novak, na Universidade de Cornell durante a década de 70, nos Estados Unidos, juntamente com seus colaboradores (NOVAK & GOWIN, 1984), sendo estes em sua maioria alunos de pós-graduação (MOREIRA, 2006 apud TOIGO, 2008). Segundo Moreira (2012, p. 5), “[...] trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre as relações significativas entre conceitos-chave de ensino segundo o ponto de vista do aluno”.

Os mapas conceituais são sistemas de representação gráfica estruturadas fundamentalmente nos pilares da aprendizagem significativa regida pelo processo de ensino e aprendizagem ancorado no construtivismo. Este sistema tem o propósito de explicar como o indivíduo articula a cognição para representar o conhecimento por meio dos processos de “[...] aquisição e retenção do conhecimento de forma não arbitrária” (AUSEBEL, 1963, p. 10 apud AUSEBEL, 2003, p. 2).

Esta técnica busca demonstrar no contexto educacional se de fato houve algum tipo de aprendizagem significativa ou representativa numa organização, estimulando o indivíduo a mapear cognitivamente conceitos e organizá-los de forma aceitável num sistema de hierarquização, partindo do princípio de que os mesmos já foram mediatizados pelo professor (op. cit.). Assim sendo, os mapas conceituais vêm sendo amplamente utilizados como instrumentos de avaliação.

Para Moreira (2006) a informação transita de forma singular no indivíduo quando,

“[...] as novas informações (novas idéias, conceitos, proposições) podem ser aprendidos significativamente (e retidos) quando outras idéias, conceitos, proposições relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito e funcione, interativamente, como ponto de ancoragem as primeiras” (MOREIRA, 2006, p. 14 apud TOIGO & MOREIRA, 2008, p. 8).

É notória a preocupação dos pesquisadores quanto ao uso de métodos que possam suscitar com mais precisão os resultados de uma pesquisa, principalmente quando esta se vincula a estudos associados à aprendizagem, pois o método tradicional unicamente quantitativo vem perdendo cada vez mais espaço na comunidade científica, ao passo que, os métodos qualitativos vêm despontando como os mais adequados para representar um fenômeno observado na educação. Desse modo, a avaliação por meio de mapas conceituais tem despontado nesse tipo de pesquisa por fazer jus à liberdade de expansão, organização e representação do conhecimento, pautado primordialmente na aprendizagem significativa.

4. TRABALHOS CORRELATOS

Conforme verificado por Gomes (2008, p. 13), “[...] Um *software* educativo é tão melhor para a aprendizagem de um usuário quanto maior for o número de propriedades e de conceitos que seu uso faz emergir nos usuários”, tendo sido inferido ao analisar o impacto cognitivo que decorre do uso de um *software* para o ensino de Geometria. Resultado

semelhante foi percebido por Alves et al. (2005) ao estudar o processo de ensino e aprendizagem em geometria com alunos do ensino médio, cuja finalidade foi verificar o desenvolvimento do raciocínio espacial através da utilização do *software* educacional “Calques 3D”, apresentando este uma gama de elementos pertinentes ao ensino do conteúdo de geometria espacial. Observou-se nesse estudo que, os discentes membros do grupo experimental, submetidos ao uso do *software* 3D “Calques” auferiram desempenho significativamente superior ao grupo que não fez uso dessa tecnologia, sugerindo que as unidades lógicas (*softwares*) uma vez inseridas no processo de sistematização do conhecimento favorecem a aprendizagem do conteúdo, fornecendo indícios de impacto cognitivo.

No sistema de avaliação da aprendizagem em dinâmicas com simuladores (SAADS) em 3D para administradores descrito por Gomes et al. (2008, p. 9), apontou que o SAADS “[...] preenche as necessidades anteriormente verificadas sobre treinamentos e que sua usabilidade e interface facilitam a aprendizagem e diminui custos”, apesar do *software* ainda ser uma versão *beta*, portanto ainda em teste.

Num estudo de caso com discentes de um curso técnico em química embasado na construção de modelos moleculares a partir do *software* 3D “ChemSketch 10.0” que, no ensino de isomeria Raupp et al. (2010) constatou a evolução causada pelo aplicativo no processo de representação de moléculas orgânicas num sistema de pós-teste com base na teoria de mediação cognitiva. Os discentes submetidos à avaliação foram capazes de produzir desenhos mais elaborados das moléculas estudadas no *software*.

No intuito de facilitar a compreensão da programação de microcontroladores na área de robótica, considerando o conteúdo abstrato e de complexo dimensionamento que Jucá et al. (2009) desenvolveu o *software* educacional “SanUSB”, a fim de avaliar como a ferramenta educacional contribui no processo de ensino e aprendizagem, tendo inferido que esse *software* serve como precursor da aprendizagem por mobilizar a cognição e permitir mais eficácia na simulação de situações reais, aquisição de conhecimento e estruturação do raciocínio lógico. Entretanto, o trabalho de pesquisa proposto destoa deste pelo fato de priorizar a compreensão do processo de apreensão e potencialização das estruturas cognitivas a partir do uso de um *software* educacional 3D no ensino de ciências, experimentando se a ferramenta educacional intervém nas diretivas de sistematização da cognição de forma relevante.

5. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido na Escola de Ensino Municipal Dr. Rafael Vieira da Cunha, situada na zona rural do município de Santana do Livramento, estado do Rio Grande do Sul. Para tanto, 14 discentes do 8º ano do ensino fundamental (extinta 7ª série) com idades entre 12 e 16 anos foram amostrados neste estudo. Estes discentes já manifestam certa experiência com computadores, porém não os utilizam com frequência na escola e, segundo consta em conversa informal, esta foi à primeira experiência deles com *software* educacional 3D no contexto escolar. Entretanto, os mesmos relatam que já detêm alguma experiência com recursos tecnológicos 3D oriundos de jogos computacionais, telefones móveis, assim como videogames.

O *software* educacional 3D intitulado “Arco reflexo” desenvolvido por Santos et al. (2010), no Laboratório de Tecnologia Educacional (LTE), da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), foi testado nos sistemas operacionais *Windows* XP, Vista, *Seven* e 8, assim como nas versões do Linux educacional 3.0 e 4.0, tendo apresentado desempenho aceitável nos sistemas mencionados, desde que munidos com o *software* *Flash player*.

Os discentes foram fracionados em dois grupos homogêneos, intitulados experimental e de controle, quando então os sete primeiros discentes do diário de classe foram considerados pertencentes ao grupo controle e os sete restantes ao grupo experimental. Segundo GIL (2010, p. 175), “a análise dos dados nas pesquisas experimentais e nos levantamentos é essencialmente quantitativa [...]”. No entanto, também foi considerada nesta avaliação uma análise qualitativa em escores do grupo experimental, assim como do grupo controle por meio do sistema de elaboração de mapas conceituais (NOVAK & GOWIN, 1984). Nesse caso, o teste foi aplicado no grupo controle após as aulas teóricas, assim como no grupo experimental antes (pré-teste) e após o uso do *software* 3D (pós-teste), pois o método estritamente quantitativo não consegue abarcar sozinho toda realidade observada.

O sistema de avaliação de mapas conceituais fundamentado em escores de Novak e Gowin (1984), leva em consideração quatro elementos que são utilizados para categorizar as proposições apresentadas pelo educando no método de avaliação da aprendizagem. Nesse caso, são apreciados e classificados em escores os elementos: hierarquias (escore 5), ligações/proposições (escore 1), ligações cruzadas/conceitos cruzados (escore 10) e exemplos

(escore 1), somente quando válidos. Os escores demonstrados são atribuídos de acordo com o número de vezes que os elementos aparecem e são considerados válidos no mapa conceitual.

5.1 O GRUPO CONTROLE E O GRUPO EXPERIMENTAL

Segundo Vasconcellos (1995, p. 2), “[...] a teoria dialética do conhecimento aponta que a aprendizagem se dá em três momentos: na Síncrese (mobilização para o movimento), na Análise (construção do conhecimento) e na Síntese (elaboração do conhecimento)”.

Todos os discentes foram submetidos ao método convencional e conservador de ensino e aprendizagem com o respaldo das ferramentas tecnológicas computador e *data show* em sala de aula (síncrese e análise), assim como *slides (power point)* e linguagem verbal (síncrese e análise) para abordar o funcionamento do Sistema Sensorial Humano. O grupo controle e o grupo experimental foram avaliados por meio de oito questões objetivas sobre o Sistema Sensorial Humano (MOISÉS, 2012). Para cada questão foi apresentada quatro alternativas (síntese), possuindo apenas uma proposição correta. Os grupos também foram avaliados de forma qualitativa por meio da elaboração de mapas conceituais (síntese). Nesse momento foram ministradas duas aulas teórico-práticas com base em três modelos totalmente distintos àqueles analisados na pesquisa para explicar o processo de elaboração do mapa conceitual, sendo utilizados *slides* e lousa para apresentar o padrão de organização e hierarquização da família, da escola e do governo, sendo estes aparentemente suficientes para mostrá-los como proceder.

O grupo controle foi avaliado sob condições normais de construção do conhecimento. Neste caso, admitiu-se como procedimento três aulas teóricas com 45 minutos que versaram sobre o Sistema Sensorial Humano. Para tanto, utilizou-se computador, *data show* e, logo após, aplicou-se uma avaliação com oito questões objetivas. Em seguida, os discentes foram estimulados a representar o conhecimento através da elaboração de mapas conceituais.

O grupo experimental recebeu em dois momentos diferentes o mesmo tratamento com oito questões objetivas nos mesmos moldes do grupo controle, diferenciando-se deste apenas no que compete à utilização do *software* 3D “Arco reflexo” no processo de ensino e aprendizagem. Desse modo, como no grupo controle, admitiram-se três aulas teóricas com computador e *data show* para explicar o conteúdo e, logo após, aplicou-se uma avaliação com

oito questões objetivas, ocasião esta destinada ao pré-teste. Na etapa seguinte, concernente ao pós-teste, os alunos foram submetidos à utilização do *software* 3D “Arco reflexo” por 30 minutos, sendo este tempo também destinado a seção de dúvidas. Entretanto, para que isso fosse possível, os discentes tiveram uma orientação prévia sobre os procedimentos de funcionalidade e de navegabilidade na ferramenta educacional através de *slides* que mostravam telas do *software* para que assim fosse possível utilizá-lo com autonomia. Posteriormente, os discentes foram avaliados novamente, sendo este momento caracterizado como o pós-teste que, nesse caso, outrossim, foi regido pela aplicação de oito questões objetivas. Ademais, a fim de implementar e consolidar a avaliação da aprendizagem foi utilizado um sistema de pré-teste (antes) e pós-teste (depois) pautado na técnica de construção de mapas conceituais, em que o aluno do grupo experimental precisou representar um padrão de organização e hierarquização do conhecimento equivalente as estruturas estudadas.

Considerou-se na análise dos dados apenas gráficos de linha e percentagem (GUIMARÃES, 2008). Foi utilizado o *software* de planilhas eletrônicas *Excel* para operacionalizar os dados e construir gráficos.

6. RESULTADOS

O *software* educacional 3D “Arco reflexo” utilizado na pesquisa apresenta uma série de peculiaridades que o coloca num nível de pertinência quanto à abordagem do Sistema Sensorial Humano que, além das seis telas apresentadas, o *software* também reproduz o sistema de comunicação entre neurônios denominado sinapses e mostra o processo de liberação de neurotransmissores na ocasião da comunicação em tempo real. A tela 1 é o primeiro cenário apresentado pelo aplicativo antes do ingresso a animação onde o mesmo indica o objetivo e o conteúdo do *software*, apresentando o botão “iniciar programa” que confere acesso à tela 2. Na tela 2, observa-se o campo “introdução” que apresenta três parágrafos muito bem elaborados, explicativos, claros e compatíveis com o Sistema Sensorial Humano. A tela 2 também é a porta de acesso à animação, assim, os discentes do grupo experimental foram orientados a exercer uma leitura nesse item antes de ingressar na animação. A tela 3 apresenta um alfinete que quando tocado com o mouse promove a abertura deste que precisa ser arrastado em direção aos receptores táteis da mão (tela 4). A tela 5, mostra a condução do impulso nervoso ao longo do Sistema Sensorial Humano e a tela 6 mostra a chegada do impulso nervoso a medula espinhal (figura 1).

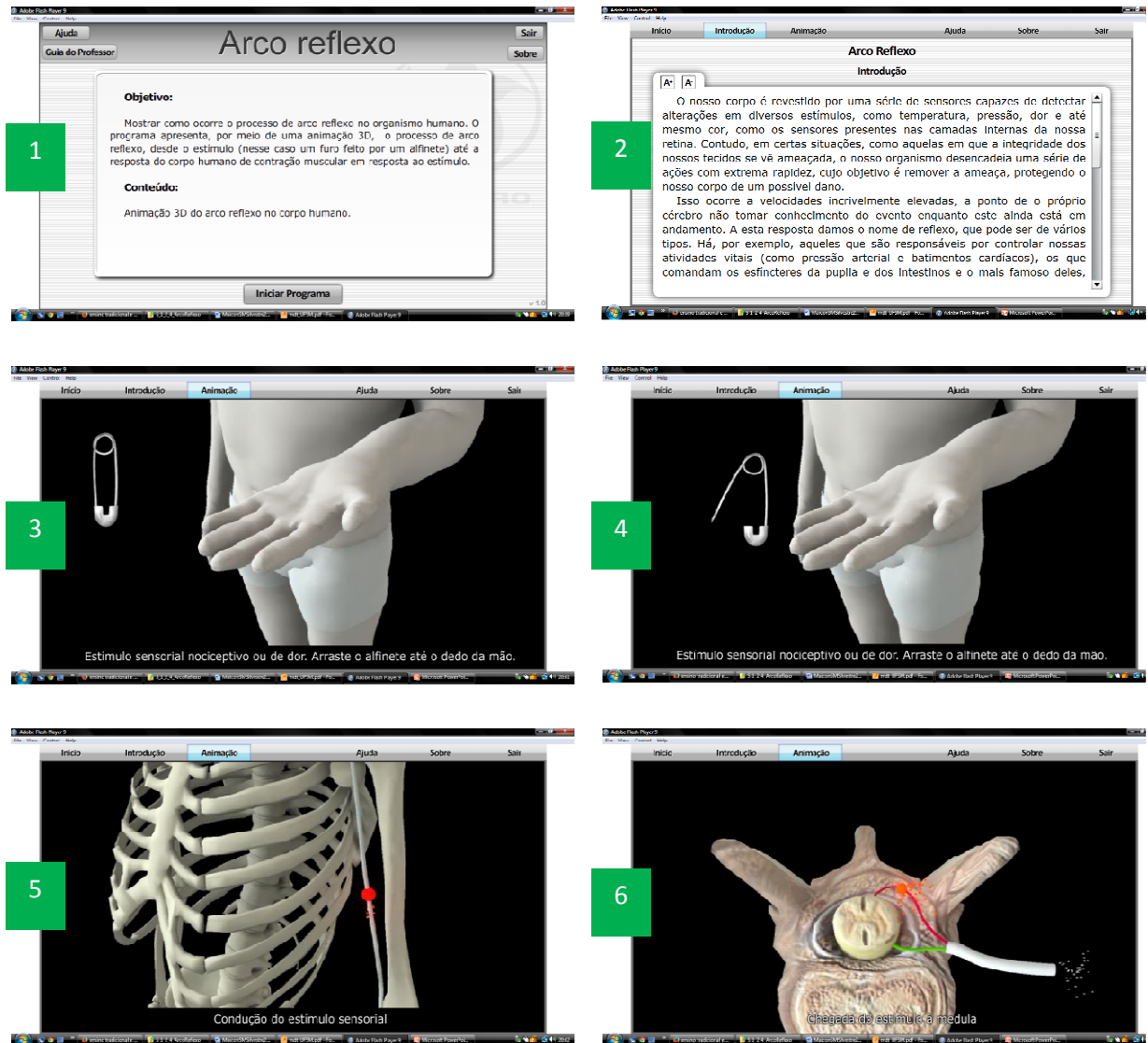


Figura 1 – Telas do *software* 3D “Arco reflexo” utilizado na pesquisa.

6.1 AVALIAÇÃO OBJETIVA

O grupo controle apresentou os seguintes resultados na avaliação objetiva, o aluno um não obteve assertivas ante as questões objetivas apresentadas, o aluno dois obteve 7 assertivas, o aluno três obteve 6 assertivas, o aluno quatro obteve 4 assertivas, o aluno cinco obteve 6 assertivas, o aluno seis obteve 4 assertivas e o aluno sete obteve 5 assertivas (tabela 1). Para o grupo experimental foi verificado os seguintes resultados, o aluno um obteve 5 assertivas, o aluno dois obteve 5 assertivas, o aluno três obteve 4 assertivas, o aluno quatro obteve 6 assertivas, o aluno cinco obteve 5 assertivas, o aluno seis obteve 4 assertivas e o aluno sete obteve 4 assertivas (tabela 1). Quatro alunos do grupo controle (57,14%)

apresentaram rendimento superior ao grupo experimental, tendo apenas um aluno (14,29%) com número de assertivas equivalentes aos obtidos por um representante do grupo experimental. Nesse caso, o grupo experimental apresentou apenas um rendimento superior ao grupo controle (14,29%) no comparado da avaliação objetiva (tabela 1).

Avaliação Objetiva		
Alunos	Grupo Controle	Grupo Experimental
1	0	5
2	7	5
3	6	4
4	4	6
5	6	5
6	4	4
7	5	4

Tabela 1 – Resultados do grupo controle e do grupo experimental na avaliação objetiva.

Os resultados apontaram que na avaliação objetiva o grupo controle auferiu rendimento consideravelmente superior ao grupo experimental quando submetidos às mesmas condições de ensino e aprendizagem com o auxílio dos recursos tecnológicos computador e *data show* em sala de aula, associada a uma sequência não numerosa de *slides* sobre o Sistema Sensorial Humano (figura 2). É possível que alguns membros do grupo controle tenham tido melhores condições de articular a cognição para assimilar e acomodar as informações que giram em torno das questões estudadas, diferentemente da maioria dos discentes amostrados no grupo experimental que apresentaram baixo desempenho perante o grupo controle (figura 2). Nesse caso, trata-se de uma avaliação da aprendizagem pautada exclusivamente no ensino dito tradicional, em que normalmente prepondera o método quantitativo (LIMA, 2003), oferecendo critérios relativamente frágeis de avaliação sobre aquilo que é realmente aprendido pelo aluno.

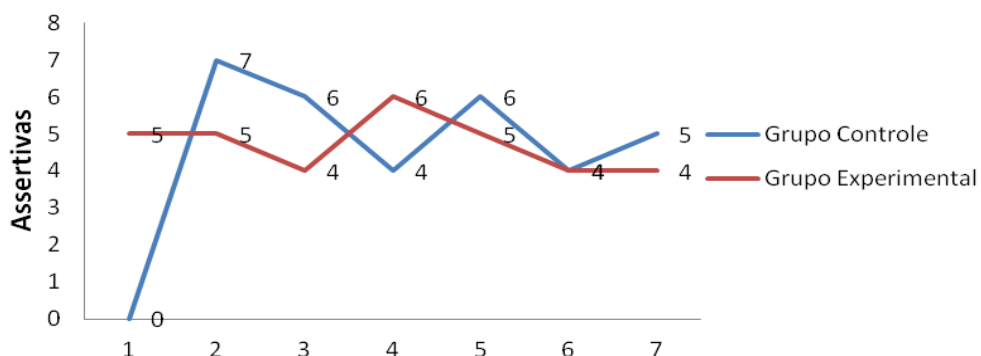


Figura 2 – Desempenho do grupo controle e do grupo experimental na avaliação objetiva.

6.2 AVALIAÇÃO OBJETIVA DO GRUPO EXPERIMENTAL

Na avaliação objetiva do grupo experimental, o aluno um obteve 3 assertivas no pré-teste e 5 no pós-teste, o aluno dois obteve 6 assertivas no pré-teste e 5 no pós-teste, o aluno três obteve 4 assertivas no pré-teste e 4 no pós-teste, o aluno quatro obteve 5 assertivas no pré-teste e 6 no pós-teste, o aluno cinco obteve 5 assertivas no pré-teste e 5 no pós-teste, o aluno seis obteve 2 assertivas no pré-teste e 4 no pós-teste e o aluno sete obteve 3 assertivas no pré-teste e 4 no pós-teste (tabela 2). Os alunos um, quatro, seis e sete apresentaram rendimento melhor no pós-teste (57,14%), os alunos três e cinco mantiveram o mesmo rendimento no pós-teste (28,57%) e apenas o aluno dois obteve rendimento inferior no pós-teste (14,29%).

Avaliação Objetiva Grupo Experimental		
Aluno	Pré-teste	Pós-teste
1	3	5
2	6	5
3	4	4
4	5	6
5	5	5
6	2	4
7	3	4

Tabela 2 – Resultado do grupo experimental no pré-teste e no pós-teste da avaliação objetiva.

Os resultados apontaram que na avaliação objetiva do grupo experimental o rendimento após o uso do *software* 3D (pós-teste) foi relativamente superior ao pré-teste em que o ensino foi regido por aulas com recursos tecnológicos tradicionais (computador, *data show* e *slides*). Este fato parece sugerir que de alguma forma o uso do *software* educacional 3D no processo de ensino e aprendizagem potencializou a estrutura cognitiva de alguns discentes, mesmo que de forma sutil, podendo ser mais um meio viável de estimulação da cognição e da aprendizagem significativa (figura 3).

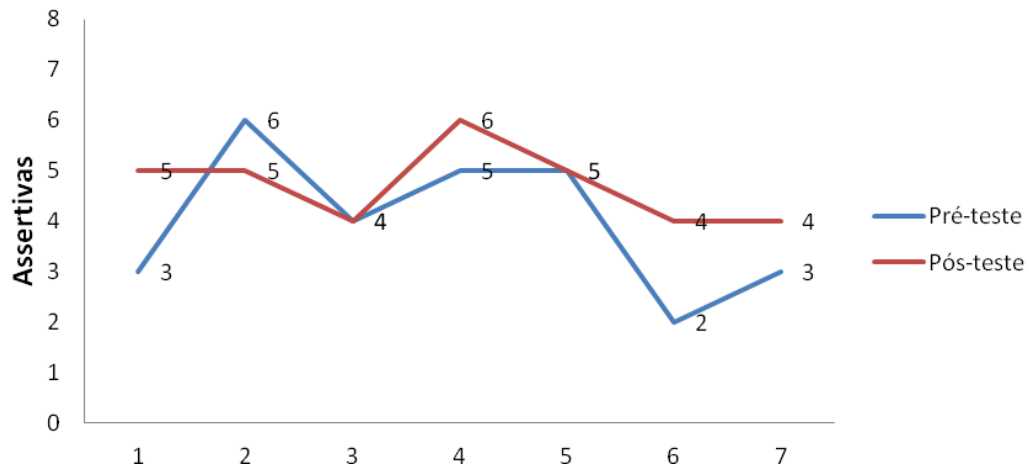


Figura 3 – Rendimento do grupo experimental mediante a avaliação objetiva num sistema de pré-teste (aula com recursos tradicionais) e pós-teste (após o uso do software 3D).

6.3 MAPA CONCEITUAL

Os resultados obtidos pelo grupo controle e pelo grupo experimental no processo de representação da aprendizagem por meio da construção de mapas conceituais foram avaliados em sistemas de escores (NOVAK & GOWIN, 1984). O aluno um do grupo controle apresentou 28 escores, o aluno dois 5 escores, o aluno três 11 escores, o aluno quatro 7 escores, o aluno cinco 23 escores, o aluno seis 3 escores e o aluno sete 16 escores (tabela 3). O aluno um do grupo experimental apresentou 11 escores, o aluno dois 4 escores, o aluno três 30 escores, o aluno quatro 12 escores, o aluno cinco 7 escores, o aluno seis escore 0 e o aluno sete 22 escores (tabela 3). Os alunos um, dois, cinco e seis do grupo controle (57,14%) apresentaram rendimento superior ao grupo experimental. Os alunos três, quatro e sete do grupo experimental (42,86%) apresentaram rendimento superior ao grupo controle (tabela 3).

Aluno	Mapa Conceitual	
	Grupo Controle	Grupo Experimental
1	28	11
2	5	4
3	11	30
4	7	12
5	23	7
6	3	0
7	16	22

Tabela 3 – Resultados em escores do grupo controle e do grupo experimental mediante análise dos mapas conceituais.

Os resultados apontaram que no processo de avaliação qualitativa ancorada no processo de representação do conhecimento por meio da construção de mapas conceituais a partir da mobilização das estruturas cognitivas, o grupo controle que não foi submetido às condições de uso do *software* 3D obteve rendimento ligeiramente superior ao grupo experimental que fez uso dessa tecnologia (figura 4).

Nesse caso, quando comparado os grupos, os dados parecem sugerir que o *software* 3D utilizado na pesquisa não interviu de forma significativa no processo de ensino e aprendizagem, logo não demonstrou o impacto cognitivo esperado, pois os resultados foram análogos. Entretanto, considera-se que o estudo abrangeu uma população (n) pouco expressiva e, isso, pode ter influenciado a compreensão real do fenômeno investigado. Porém cabe ressaltar que a amostragem não foi ampliada em razão do número tecnicamente baixo de alunos na turma, bem como pelo fato de possuir apenas uma turma do 8º ano na escola, a extinta 7ª série.

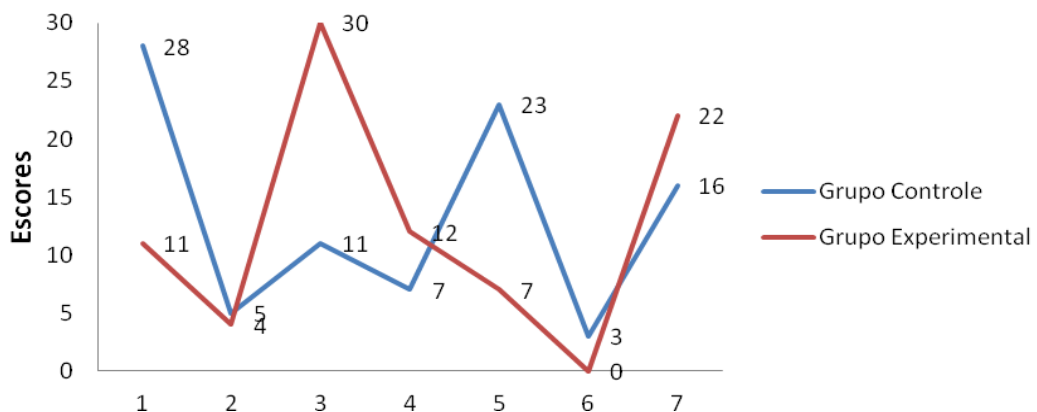


Figura 4 – Rendimento em escores do grupo controle e do grupo experimental no processo de elaboração de mapas conceituais.

6.4 MAPA CONCEITUAL DO GRUPO EXPERIMENTAL

O grupo experimental apresentou os seguintes resultados em escores no sistema de pré-teste regido pelo método tradicional em sala de aula com computador, *data show* e *slides* e pelo sistema de pós-teste regido única e exclusivamente pelo uso do *software* 3D sobre o Sistema Sensorial Humano. No pré-teste o grupo experimental obteve os seguintes resultados, o aluno um 12 escores, o aluno dois score 0, o aluno três 27 escores, o aluno quatro 11

escores, o aluno cinco 5 escores, o aluno seis escore 0 e o aluno sete 5 escores. No pós-teste do grupo experimental o aluno um obteve 11 escores, o aluno dois 4 escores, o aluno três 30 escores, o aluno quatro 12 escores, o aluno cinco 7 escores, o aluno seis escore 0 e o aluno sete 22 escores (tabela 4). Os alunos dois, três, quatro, cinco e sete (71,43%) apresentaram no pós-teste rendimentos ligeiramente superiores aos apresentados no pré-teste. Nesse caso, apenas o aluno um obteve escore inferior no pós-teste (14,29%) e o aluno seis não apresentou nenhum retardo ou avanço no rendimento (14,29%).

Mapa Conceitual Grupo Experimental		
Aluno	Pré-teste	Pós-teste
1	12	11
2	0	4
3	27	30
4	11	12
5	5	7
6	0	0
7	5	22

Tabela 4 – Resultados em escores do grupo experimental no pré-teste e no pós-teste mediante análise dos mapas conceituais.

O *software* educacional 3D “Arco reflexo” parece ter exercido de forma tímida algum impacto cognitivo nos discentes pertencentes ao grupo experimental, pois os dados mostram que, de modo geral, os rendimentos foram melhores após o uso do *software* 3D (pós-teste). Observou-se que diante do *software* 3D, os discentes do grupo experimental mostraram-se muito curiosos e interessados na ferramenta tecnológica utilizada em laboratório, pois o estado de concentração foi algo muito marcante, digno de ser ressaltado nos resultados deste estudo. Além disso, eles se mostraram incansáveis em razão do número de repetições do fenômeno observado, por consistir numa animação de curta duração e pelo tempo que os mesmos foram expostos a experiência com o *software* 3D. Durante a observação da animação que simula o funcionamento da porção involuntária de estímulo-ação do Sistema Sensorial Humano, o nível de identificação dos fenômenos observados foi surpreendente, bem como o nível de perguntas altamente pertinentes realizadas em condições de uso do *software*. Foi notória a autonomia apresentada pelos discentes do grupo experimental no que tange a navegabilidade no *software* 3D, pois o mesmo apresenta pelo menos três *menus* de suma relevância.

Cabe ressaltar que tanto no pré-teste quanto no pós-teste da avaliação que consistiu no processo de elaboração de mapas conceituais que os discentes assumiram a incumbência com muita naturalidade, embora tivesse sido a primeira experiência deles com este método de avaliação. Este fato parece sugerir que os alunos não apresentaram maiores dificuldades para arquitetar os mapas conceituais, concebendo que as aulas teóricas sobre a elaboração dos mapas conceituais foi satisfatória para que os discentes pudessem compreender a proposta. Entretanto, os escores obtidos sugerem que a dificuldade talvez estivesse concentrada na organização da cognição para representar o conhecimento adquirido ao longo do processo.

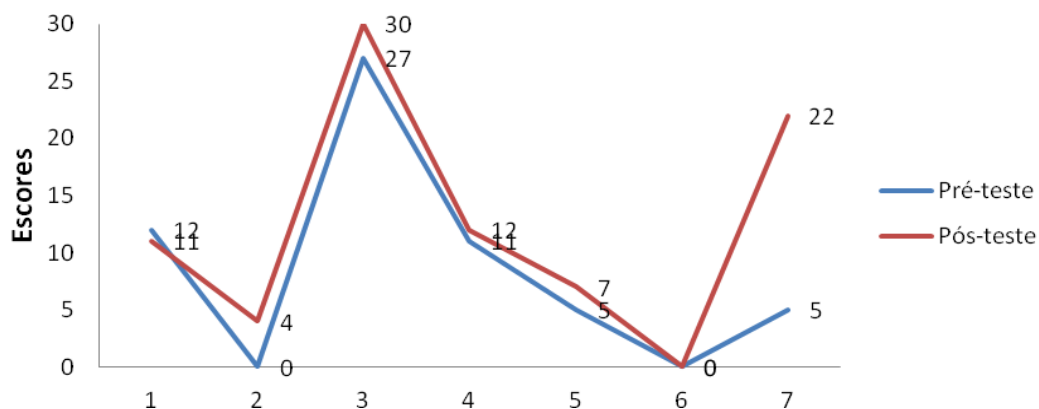
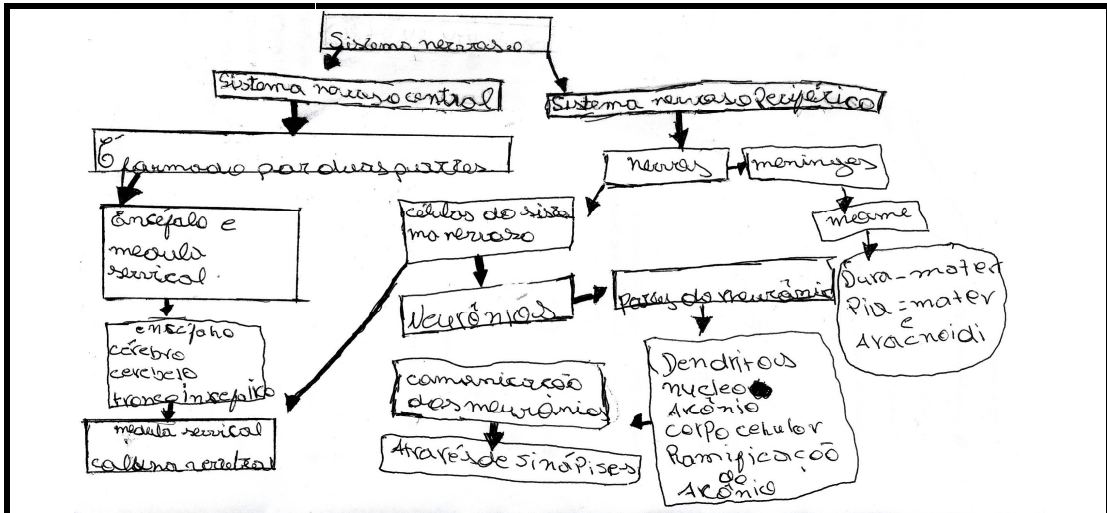


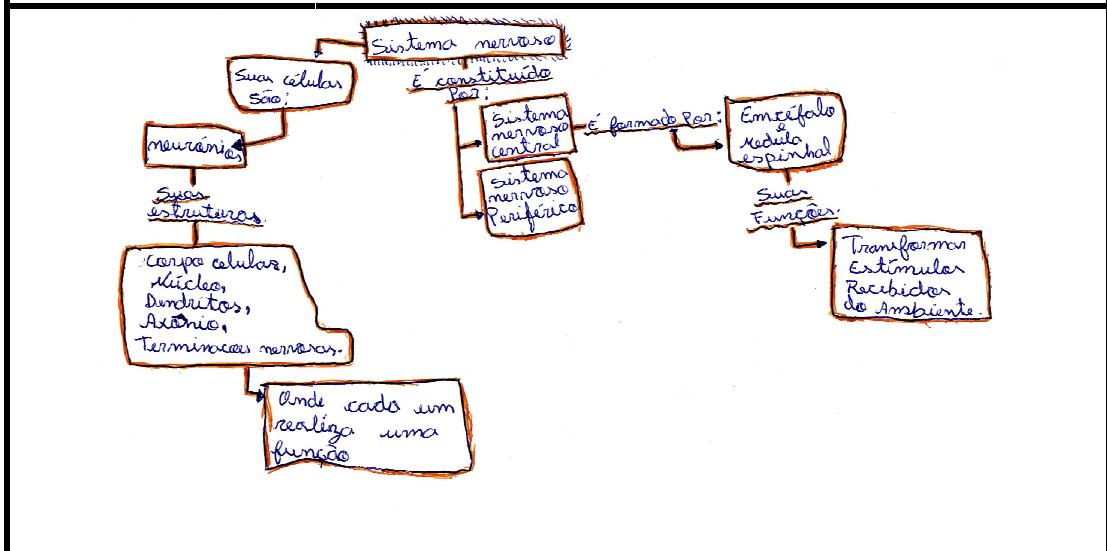
Figura 5 – Resultados em escores do grupo experimental no processo de elaboração dos mapas conceituais no sistema de pré-teste e pós-teste.

6.5 MAPA CONCEITUAL DO GRUPO CONTROLE E DO GRUPO EXPERIMENTAL

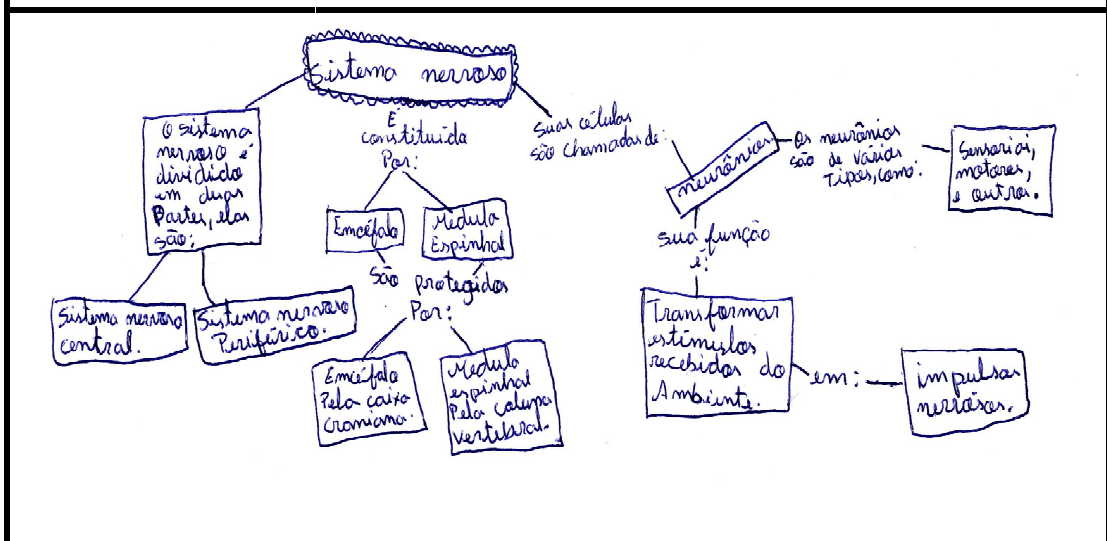
Percebe-se que no mapa conceitual do aluno três no pós-teste (c) há um maior número de proposições válidas, assim como um padrão de organização e hierarquização do conhecimento mais apurado dirigido ao Sistema Sensorial Humano, apresentando dois níveis hierárquicos, exemplos e ligações cruzadas (figura 6c). Enquanto que no pré-teste (b) estas informações embora presentes não estejam no mesmo nível de compreensão e de conexão entre as proposições consideradas válidas para o fenômeno analisado (figura 6b). São indícios da ocorrência de algum nível de impacto cognitivo potencializado pela utilização do *software* educacional 3D “Arco reflexo”, ainda que irrelevante. Conquanto que o aluno um do grupo controle (a) mesmo não tendo sido submetido ao uso do *software* educacional 3D “Arco reflexo” apresentou escore (28) congênere ao obtido pelo aluno 3 do grupo experimental no pós-teste (30), isto é, após a utilização do *software* 3D (c).



Aluno 1 (Grupo Controle): escore 28 (a)



Aluno 3 (Grupo Experimental): escore 27 no pré-teste (b)



Aluno 3 (Grupo Experimental): escore 30 no pós-teste (c)

Figura 6 – Mapa conceitual elaborado pelo aluno 1 do grupo controle (a) e o aluno 3 do grupo experimental no pré-teste (b) e no pós-teste (c).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de *softwares* 3D no processo educacional não é garantia de sucesso na aprendizagem, pois o sistema de mobilização do conhecimento que se chama de cognição não se aplica da mesma forma em todos os indivíduos. Entretanto, os resultados observados nesse trabalho não podem facultar o princípio de ratificar que a cognição é fruto de um processo árduo que está associado ao conjunto de estímulos que o ser humano recebe ao longo de uma escala temporal crescente. Logo se pode inferir que, quão maior for o número e a qualidade de estímulos recebidos ao longo da vida, mais apto estará o indivíduo para mobilizar a cognição e assim satisfazer suas necessidades educacionais, profissionais e/ou comportamentais, indo ao encontro do pensamento de Cybis et al. (2007). Os resultados qualitativos sugerem que o aluno aprende melhor quando o processo educacional está entrelaçado a um ou a vários elos que propõe apresentar a informação de forma diferente. Nesse caso, o processo de ensino e aprendizagem mediatizado pelo uso do *software* 3D “Arco reflexo” parece ter potencializado em parte a aprendizagem de alguns alunos através da mobilidade cognitiva que este *software* promoveu em suas estruturas mentais. O termo “mobilidade cognitiva” é amplamente abordado por Fonseca (1998).

A decisão de permitir que o conhecimento fosse representado em lauda a partir da técnica de construção de mapas conceituais desenhados, ao invés da forma digital por meio do uso de algum *software*, parece ter conferido maior avidez aos procedimentos atitudinais dos alunos, pois a cognição nessas situações tende a ser mobilizada única e exclusivamente rumo ao movimento de construção do conhecimento de forma não-arbitrária (AUSEBEL, 2003), tendendo para manifestações mais espontâneas. Diferentemente se o processo tivesse sido conduzido com o auxílio de algum *software* que tivesse a proposta de construir e organizar mapas conceituais com discentes nessa etapa de desenvolvimento curricular. Além disso, o uso desse tipo de *software* demandaria tempo demais para o pleno domínio da ferramenta, sendo inicialmente inviável dada à maneira com a qual se dá as rotinas escolares. Nesse caso, a falta de acesso à internet na escola não foi considerado um empecilho para a não utilização desse tipo de *software*, pois o mesmo poderia ser facilmente adquirido em outros espaços e, posteriormente, instalado nos computadores.

O uso do *software* 3D “Arco reflexo” demonstrou ser uma excelente ferramenta tecnológica para o estudo do Sistema Sensorial Humano no 8º ano do ensino fundamental, extinta 7ª série, por alterar cognitivamente a maneira com a qual o indivíduo observa e

descreve o fenômeno estudado, principalmente em razão da sua complexidade de observação que em outra situação provavelmente não fosse possível explorar. Isso porque o mesmo reproduz com muita propriedade e qualidade o padrão de organização anatômico e neurofisiológico do Sistema Sensorial Humano (sistema nervoso), principalmente quando aborda os princípios de estímulo-ação da porção involuntária desse sistema que se denomina “Arco reflexo”.

Do ponto de vista comportamental foi evidente a forma com a qual os discentes encararam a experiência de uso do *software* 3D no processo educacional, pois se mostraram literalmente interessados e comprometidos com a proposta. Além disso, o mais impressionante foi o alto nível de concentração e, por conseguinte, baixo nível de dispersão que eles apresentaram durante o uso do *software* e na ocasião das avaliações objetivas, assim como no processo de elaboração dos mapas conceituais.

É preconizado que este estudo seja ampliado de forma veemente no meio educacional incluindo uma população maior de discentes nessa etapa de desenvolvimento curricular para que seja possível adquirir mais experiência com a utilização de *softwares* 3D em processos de ensino e aprendizagem, bem como verificar com mais propriedade o impacto cognitivo que decorre do uso dessa tecnologia no contexto escolar.

8. REFERÊNCIAS

ALVES, G. de S.; SOARES, A. B.; LIMA, C. Um estudo sobre o desenvolvimento do raciocínio espacial no ensino médio através da utilização do software Calques 3D. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. 2005.

ARENDDT, H. **Entre o passado e o futuro**. Trad. Mauro W. Barbosa de Almeida. 5ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2001.

AUSEBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

AZEVEDO, G. R. de. **O Professor e o Software Educacional: Apropriação ou Namoro?**, 1995. Disponível em: <<http://www.cciencia.ufrj.br/Publicacoes/Artigos/EduBytes95/AprNomoro.htm>>. Acesso em: 07 Set. 2013.

CAMPOS, G. H. B. de. **Qualidade em Software Educacional**. 1995. Disponível em: <<http://www.cciencia.ufrj.br/Publicacoes/Artigos/EduBytes95/QualidadeSE.htm>>. Acesso em: 07 Set. 2013.

CHAMPANGNATTE, D. M. de O.; NUNES, L. C. **A inserção das mídias audiovisuais no contexto escolar.** *Educ. rev.* [online]. 2011, vol.27, n.3, pp. 15-38. ISSN 0102-4698.

CYBIS, W.; BETIOL, A.; FAUST, R. **Ergonomia e Usabilidade: Conhecimento, Métodos e Aplicações.** Novatec, 2007.

DARWIN, C. **On the Origin of Species.** 1859.

DE FRANÇA, R. S. et al. Avaliação de Interfaces por Usuários Finais: Mensurando a Qualidade Afetiva e o Impacto na Aprendizagem de Conteúdos. **RENOTE**, v. 11, n. 1, 2013.

FIALHO, N. N.; MATOS, E. L. M. **A arte de envolver o aluno na aprendizagem de ciências utilizando softwares educacionais.** *The art of involving students in sciences' learning using educational.* **Educar em Revista**, n. 2, p. 121-136, 2010.

FONSECA, V. da. **Aprender a aprender: A educabilidade cognitiva.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 2010.

GOMES, A. S. et al. SAADS (Sistema de avaliação do aprendizado em dinâmicas com simuladores): Uma proposta para melhorar o feedback dos participantes. In: XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), 2008, Fortaleza. **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE).** Fortaleza: SBC, 2008. v. 1.

GOMES, A. S. Referencial teórico construtivista para Avaliação de Software Educativo. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 16, p. 9-21, 2008.

GOMES, A. S.; QUEIROZ, A. E. M.; BRAGA, M. da M. *Design de Software Educacional Baseado na Teoria dos Campos Conceituais.* In: XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), 2008, Fortaleza. **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE).** Fortaleza : SBC, 2008. v. 1.

GUIMARÃES, P. R. B. **Métodos Quantitativos Estatísticos.** 1. ed. Curitiba: IESDE, 2008.

HOUNSELL, M. da S. et al. Ambiente Virtual 3D de Aprendizagem Sobre a Doença da Dengue. **XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, p. 477-486, 2006.

JUCÁ, S. C. S.; CARVALHO, P. C. M. de; BRITO, F. T. SANUSB: software educacional para o ensino da tecnologia de microcontroladores. **Ciências e Cognição / Science and Cognition**, [S.l.], v. 14, n. 3, p. 134-144, Nov. 2009. ISSN 1806-5821. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/254/137>>. Acesso em: 19 nov. 2013.

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. **Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações.** Porto Alegre, 2007.

LIMA, V. V.; KOMATSU, R. S.; PADILHA, R. Q. Desafios ao desenvolvimento de um currículo. **Interface-Comunic, Saúde, Educ**, v. 7, n. 12, p. 175-84, 2003.

MARTINS, K. L. Teorias de aprendizagem e avaliação de software educativo. **Teorias de aprendizagem e avaliação de software educativo**, 2002.

MOISÉS, H. N. **O corpo humano: nossa vida na terra**. 3. ed. São Paulo: IBEP, 2012.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**, 2012. Disponível em:<<http://moreira.if.ufrgs.br/mapasport.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2013.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Learning how to learn**. New York: Cambridge University Press, 1984. Disponível em:<http://books.google.com.br/books?id=8jkBcSDQPXcC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 22 out. 2013.

PASSOS, P. C. S. J. **Interad: uma metodologia para design de interface de materiais educacionais digitais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Educação, 2011, 182p. Dissertação de Mestrado.

QUEIROZ, A. E. M. **Agentes de interface de software educativo**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) - Universidade Federal de Pernambuco, 2006.

RAUPP, D. et al. Uso de um software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica: um estudo de caso baseado na teoria de mediação cognitiva. **REEC: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, p. 18-34, 2010.

SANTOS, G. et al. **Arco reflexo Biblioteca Digital de Ciências**. 2010. Disponível em:<<http://www.ib.unicamp.br/lte/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=1112>>. Acesso em: 04 set. 2013.

SEÁRA, E.; BENITTI, F.; RAABI, A. A. Construção de um Museu Virtual 3D para o Ensino Fundamental. **INFOCOMP Journal of Computer Science**, 2005, vol. 4, n. 1, pp. 78-83.c

TOIGO, A. M.; MOREIRA, M. A. Relatos de experiência sobre o uso de mapas conceituais como instrumento de avaliação em três disciplinas do curso de Educação Física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 3, n. 2, p. 7-20, 2008.

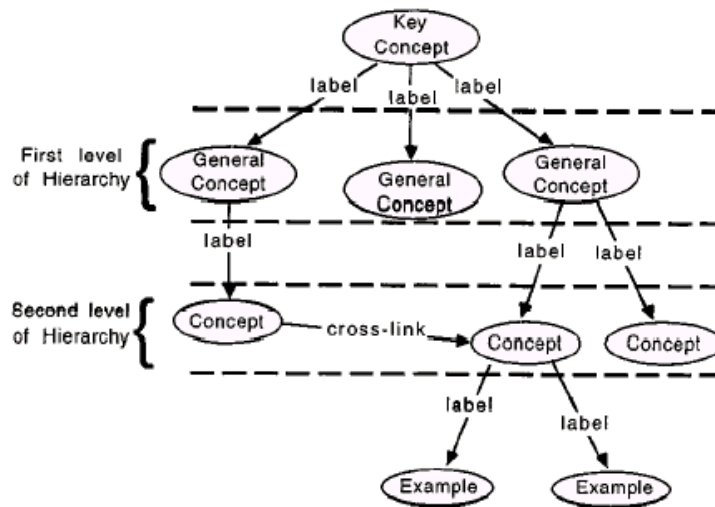
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, **Estrutura e apresentação de monografias, dissertações e teses: MDT / 6**. ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2006, 67 p.

VALENTE, J. A. Pesquisa, comunicação e aprendizagem com o computador. **O papel**, 2005.

VASCONCELLOS, C. dos S. Metodologia dialética em sala de aula. **Revista AEC**, v. 21, n. 83, p. 28-55, 1995.

VIEIRA, F. M. S. et al. Informática na Educação: Relato de uma Experiência. 2000. **Universidade Estadual de Montes Claros.** Disponível em: <<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.claudemir.pro.br%2FINFOEDUCACAO%2Finformatica%2520relato%2520experiencia.dot&ei=9PKDUp6HOomfkQe9vYHYCA&usg=AFQjCNHd8ozdMu9Q3IU0U7uktSGYZo545g&bvm=bv.56343320,d.eW0&cad=rja>>. Acesso em: 02 set. 2013.

ANEXO I



Propositions (if valid)	Score = 1 x 8 = 8
Hierarchies (if valid)	Score = 5 x 2 = 10
Cross-links (if valid)	Score = 10 x 1 = 10
Examples (if valid)	Score = 1 x 2 = 2
total	= 30

Figura 7 – Método de avaliação de mapa conceitual em sistema de escores (NOVAK & GOWIN, 1984).