



TECNOLOGIA E ENSINO DE CIÊNCIAS: POSSIBILIDADES E DESAFIOS

Technology and Science Education: Possibilities and Challenges

Fernando Temporini Frederico¹
Dulcinéia Ester Pagani Gianotto²

Resumo: Este estudo é parte dos resultados de uma pesquisa qualitativa para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, da Universidade Estadual de Maringá – Brasil. Para isso, uma turma de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública foi dividida em dois grupos, sendo que um abordou conceitos de astronomia de forma convencional, enquanto o outro estudou os mesmos conceitos, utilizando dois *softwares* livres: *Celestia* e *Stellarium*. Após a análise dos dados, verificou-se que os *softwares* foram capazes de promover uma forma diferenciada de aprendizagem aos alunos envolvidos.

Palavras-chave: *softwares* livres – ensino de Ciências – recurso didático.

Abstract: This study is part of the results of a qualitative research to obtain the title of Master in a Post-Graduate Program of Education in Science and Mathematics, at State University of Maringá - Brazil. For this, a class of students in the 9th grade of elementary school to a public school was divided into two groups, one addressed concepts of astronomy in a conventional approach and the other group studied the same concepts using two free softwares: *Stellarium* and *Celestia*. After analyzing the data, it was found that software were able to promote a differentiated students learning involved.

Keywords: free *softwares* - teaching of Sciences - didactic resource.

Introdução

Desde tempos remotos, o homem buscou construir ferramentas e objetos que lhe proporcionassem melhores condições para transformar a natureza e facilitar ações de seu cotidiano.

A própria história, conforme comentam Altoé e Silva (2005) registra que, desde a época da Pedra Lascada, os homens já produziam instrumentos de pedra com o intuito de facilitar a realização de suas atividades diárias, como, coleta de alimentos,

¹ Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá. Professor de Física e Matemática da Rede Estadual Paranaense. Participante do Grupo de Pesquisa: Ensino de Ciências e Biologia, Tecnologia e Formação de Professores – UEM – PR Avenida Tuiuti, 2270 – Sobreloja – Apart.01 – CEP: 87.043-310 – Maringá – PR, telefone: (44) 9809-9626, e-mail: fer.fred@bol.com.br

² Doutorado em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Professora do Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática da Universidade Estadual de Maringá. Líder do Grupo de Pesquisa: Ensino de Ciências e Biologia, Tecnologia e Formação de Professores – UEM – PR - Av. Colombo, 5790, Jd. Universitário, Maringá, PR, CEP 87020-900, telefone: (44) 3011-4040; e-mail: depgianoto@uem.br

caça, pesca, etc. Havia, também, desde aquela época, a necessidade de se comunicar com indivíduos do seu grupo, bem como, de outros grupos.

Desde então, o homem não parou de produzir instrumentos que contribuíssem com a transformação das condições de vida e do meio que o cerca, além, de certa forma, de auxiliá-lo na realização de tarefas específicas. Dentre essas invenções, o computador parece ser um daqueles que mais tem contribuído com o surgimento de outras tecnologias.

Carneiro (2002) salienta que o meio social em que o homem vive está repleto de recursos informatizados e tecnológicos, sendo que alguns estão tão interiorizados que nem sequer são lembrados ou considerados como tais. Portanto, é muito difícil estudar o homem e suas relações sociais sem considerá-los. É na escola, também, que essas tecnologias vêm sendo inseridas, principalmente a informática.

Autores como Valente (1999, 2001), Freire (2001), Carneiro (2002), Mercado (2002), Moran (2000), Altoé e Silva (2005), Gianoto (2008) e Coll (2010) são alguns, entre muitos, que, em seu debate acerca de ensino e aprendizagem, levam em consideração a utilização de tecnologias.

Nessa perspectiva, o objetivo central desse trabalho foi verificar em que medida os *softwares*³ *Celestia* e *Stellarium* são capazes de contribuir com construção de conhecimentos relacionados à astronomia, estudo do qual participa um grupo de estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, de uma escola pública da rede estadual paranaense.

Embora a astronomia seja uma das *Ciências* mais antigas, que historicamente marcou grandes debates de natureza científica, é uma ciência ensinada não somente nas escolas, mas também, em espaços não-formais, com observações, utilização de telescópios, lunetas, etc. Por isso, a utilização de *softwares* como propõe este trabalho, não descarta tais metodologias, pelo contrário, representa apenas mais uma alternativa para professores que veem nas tecnologias um recurso capaz de contribuir para processos de ensino e aprendizagem.

Metodologia

Ao almejar desenvolver essa pesquisa, o local escolhido como ambiente de coleta de dados foi a própria escola, na qual, por meio de algumas ações, foram desenvolvidas atividades necessárias, não apenas para coletar dados, como também, para uma efetiva interpretação desses dados.

Este trabalho é resultado de uma pesquisa⁴ que se classifica como qualitativa e que, de acordo com Mazzoti e Gewandsznajder (1998), apresenta, como uma de suas características marcantes, a utilização do ambiente natural como fonte de dados, sendo o pesquisador aquele que desempenha o papel do principal instrumento. Procurou-se debater alguns aspectos relativos à mediação pedagógica com a

³ Os referidos *softwares* podem ser adquiridos gratuitamente em: <http://www.stellarium.org/pt/> e celestia.softonic.com.br/download

⁴ Essa pesquisa foi submetida ao Comitê permanente de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (COPEP) e aprovada sob nº 03014912.3.0000.010.

utilização de tecnologias, no caso – *softwares* – além disso, buscou-se discutir questões de semiótica, considerando principalmente os trabalhos de Joly (1996) e Aumont (1995).

É indiscutível a importância do professor quanto à sua contribuição para o ensino de Ciências, principalmente neste caso, quando o tema abordado é a astronomia. Há outros *softwares* e simuladores que também podem contribuir para o ensino de astronomia. Além disso, é importante frisar que a figura do professor é uma das mais importantes nos processos que envolvem ensino e aprendizagem. Entretanto, a proposta apresentada por este trabalho, é apenas uma experiência que apresentou resultados satisfatórios, considerando as muitas dificuldades enfrentadas pelos professores em dias de tantas informações e mudanças.

Deste modo, objetivou-se verificar se os *softwares* livres *Celestia* e *Stellarium* são capazes de produzir bons resultados de aprendizagem, quando usados para ensinar conceitos básicos de astronomia⁵. Esse trabalho contou com a participação de 27 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola estadual do Município de Barbosa Ferraz, Estado do Paraná, durante o período de julho a setembro de 2012. Durante a etapa de coleta de dados, foram utilizados questionários, entrevistas e documentos (registro de áudio). A coleta ocorreu durante o desenvolvimento das várias ações que envolveram a pesquisa, as quais consistiram na proposta de se trabalhar conceitos de astronomia com dois⁶ grupos de alunos – o grupo A, no qual foram aplicadas atividades mais convencionais, como, leitura de textos de livros e manuais didáticos, e o grupo B, cujos integrantes se utilizaram de *softwares* livres. Posteriormente, empregaram-se alguns instrumentos para coleta e análise dos dados, para, então, verificar os resultados das ações executadas.

Resultados

Como mencionado anteriormente, a proposta principal desse trabalho foi analisar como os referidos *softwares* podem contribuir para a aprendizagem de conceitos básicos de astronomia, comumente ensinados no Ensino Fundamental, principalmente, considerando os recursos gráficos (imagens e movimentos) que os referidos *softwares* dispõem. Por esse motivo, não serão discutidos sistematicamente neste trabalho, cada conceito de astronomia abordado nesta pesquisa e apresentados nas tabelas.

Neste sentido, com o intuito de verificar quais eram os conhecimentos que foram assimilados e construídos sobre astronomia ao longo das atividades desenvolvidas pelos alunos por meio da utilização dos *softwares*, foram aplicados 4 (quatro) questionários semiestruturados (as questões podem ser observadas nas tabelas - 1 a 4 -, a seguir), nos quais constavam questões voltadas aos conceitos básicos de

⁵ Os conceitos abordados podem ser mais bem analisados em Ivanissevich (2010), Daminieli (2010) e CIVITA (1995).

⁶ A divisão foi realizada levando em consideração as observações prévias do professor-pesquisador que, ao estruturar os dois grupos, buscou manter, dentro do possível, certo “equilíbrio” ao considerar o aproveitamento escolar de cada sujeito, observado antes da pesquisa.

astronomia. Tais conceitos são aqueles comumente ensinados no ensino fundamental.

Esses questionários, denominados I, II, III e IV (I - Forma da Terra e Coordenadas de Posição; II - Posição e Movimento de Corpos Celestes; III - Definições e Características Físicas Básicas dos Planetas de nosso Sistema Solar; IV - Definições, Algumas Características e Consequências de Movimentos da Terra e da Lua) foram aplicados aos alunos do grupo B, após seis⁷ aulas (de 50 minutos cada), nas quais foram realizadas as simulações por meio dos programas *Celestia* e *Stellarium*.

Os alunos do grupo A também responderam a esses mesmos questionários, logo após as seis aulas (de 50 minutos cada), nas quais estudaram conceitos de astronomia, mas sem se beneficiar da utilização dos *softwares*, ou seja, somente de forma convencional, lendo textos, discutindo e respondendo a questões. Além disso, realizou-se uma entrevista com os sujeitos do grupo B, logo após o período em que se utilizaram dos *softwares* para estudar astronomia. Entretanto, nesse artigo, serão apresentados e discutidos resultados parciais desta pesquisa, tomando apenas os questionários como objeto de análise. Mediante os dados, pode-se, a seguir, ilustrar os resultados.

Investigação dos Conceitos: Forma da Terra e Coordenadas de Posição

Neste primeiro questionário, buscou-se, basicamente, coletar informações acerca da forma do Planeta Terra, assim como de coordenadas de posição. A tabela 1 apresenta os resultados:

Tabela 1: Dados e Resultados - Questionário I

QUESTÃO	(%) Satisfação Grupo A	(%) Satisfação Grupo B
1. Qual é a forma predominante do Planeta Terra?	71%	100%
2. Quantas e quais são as estações do ano?	86%	100%
3. O sol <i>nasce</i> e se <i>põe</i> no mesmo horário durante todo o ano?	36%	85%
4. O que são Meridianos?	36%	62%
5. O que são Paralelos?	43%	54%

Os resultados da aplicação desse primeiro questionário evidenciam que os *softwares* foram capazes de promover melhores resultados no processo de ensino e aprendizagem, quando comparados com o *método convencional*. Para se chegar a esses resultados, foram utilizados os dois *softwares*. Embora se imagine que todos saibam que o planeta Terra tem a forma arredondada, apenas os conceitos discutidos convencionalmente não foram capazes de comprovar isso.

⁷ Por se tratar de uma pesquisa de mestrado, buscou-se desenvolver as ações inerentes à esta pesquisa em um tempo razoavelmente *normal*, ou seja, 6 aulas é um tempo normalmente utilizado pelos professores para se “trabalhar” os conceitos investigados nesta pesquisa.

O software *Celestia* é capaz de ilustrar corpos celestes em 3D (três dimensões), algo que facilita o reconhecimento de formas e características físicas dos objetos estudados. Aliado a essa característica, outro fator importante que pode ser destacado nesse primeiro questionário é o caso das linhas imaginárias - paralelos e meridianos -, que podem ser representadas graficamente, de modo a facilitar o entendimento dos alunos sobre elas, o que se pode observar na figura 1.

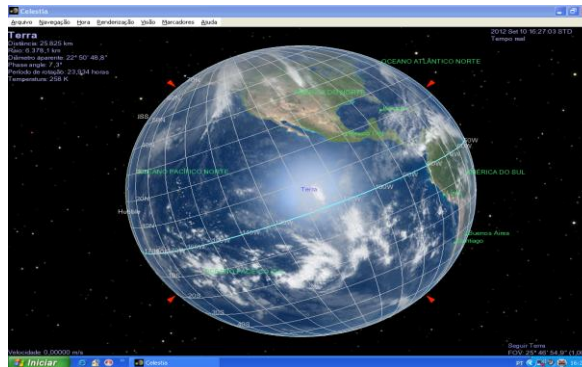


Figura 1: Forma da Terra e linhas imaginárias - *Celestia*

O software *Celestia* faz uso de recursos gráficos, contribuindo para que o aluno, na condição de espectador, perceba os tracejados da cor azul que são empregados pelo programa para ilustrar as linhas que representam os paralelos e meridianos. Essas linhas, de certa forma, funcionaram como signos que buscam representar um sistema de coordenadas geográficas, de modo a facilitar a localização de qualquer ponto no planeta Terra. Neste sentido, Aumont (1996) salienta que a percepção visual é um processo quase experimental, que implica em um conjunto de certas expectativas, em que são emitidas determinadas hipóteses que, em seguida, são verificadas ou anuladas, ou seja, a imagem age sobre o espectador, destacando três abordagens:

a) *Abordagem Cognitiva:* visa a esclarecer os processos intelectuais do conhecimento, entendido em um sentido amplo.

Aumont (1995, p. 91) salienta que toda percepção, todo julgamento, todo conhecimento “é uma construção, formada por meio da confrontação de hipóteses, fundada em esquemas mentais, alguns sendo inatos, outros são provenientes da experiência, com os dados fornecidos pelos órgãos de sentido”.

Nesse sentido, os alunos do grupo B lançaram mão das imagens, confrontaram os dados fornecidos pelos softwares e aqueles captados pelos olhos (órgão de sentido responsável pela visão), o que lhes permitiram enxergar as imagens e suas formas, relacionando-as com suas respectivas definições, construídas ao longo de suas experiências.

b) *Abordagem Pragmática:* refere-se principalmente às condições de recepção da imagem por parte do espectador e a todos os fatores, que podem ser semiológicos, sociológicos, capazes de influenciar na compreensão, na interpretação, inclusive, como argumenta Aumont (1995), na aceitação da imagem.

De acordo com tal abordagem, as imagens geradas pelos programas incluem certos sinais que, ao serem destinados aos espectadores (alunos), proporcionam-lhes uma leitura conveniente da mesma, por exemplo, a ilustração do formato do planeta Terra, emitida pelo *software Celestia*, permite que os alunos compreendam que sua forma é redonda, o que vem a corroborar com estudos do homem e entidades como a NASA, que mostram que nosso planeta possui tal formato.

C) *A Influência da Imagem*: aqui, o autor se refere à ação psicológica que a imagem exerce sobre o espectador, podendo ser positiva ou negativa. Desse modo, as imagens contribuem com a geração de reações que atuam na construção de significados que, por sua vez, podem provocar reações emocionais e intelectuais. No caso das imagens geradas pelos *softwares Celestia e Stellarium*, foram frequentes os momentos em que os alunos exclamavam: “*Nossa que lindo!*”; “*Que legal!*”; “*Olha só!*” – referindo-se às imagens ilustradas pelos programas.

Tanto esses fatores como aqueles citados nos itens anteriores não foram possíveis de se observar com os alunos do grupo A, uma vez que, para eles, não foram disponibilizados elementos gráficos como os que podem ser ilustrados por meio dos *softwares Celestia e Stellarium*.

Deve-se ainda considerar que tanto com relação à questão 1, como com as questões 4 e 5 (apresentadas na tabela 1), observa-se que a *interface* gráfica do programa contribuiu como uma melhor compreensão do objeto. Importante ressaltar que o *software*, ao fazer uso de imagens para representar objetos, utilizou-se de uma forma de linguagem. Desse modo, a imagem da figura 1, por exemplo, exerce o papel de um signo, que é *perceptível* (pois se veem cores, formas), *representando*, no caso, o planeta Terra, bem como, as linhas imaginárias que nela estão inseridas, o que, de certa forma, fornece um *significado* da mesma (corpo celeste formado por rochas, com atmosfera, composto por um sistema de coordenadas, etc.). Por outro lado, embora os livros didáticos contenham algumas imagens, os alunos do grupo A não tiveram acesso a esse recurso visual, composto por formas, cores e movimento, dos quais dispunham os *softwares Celestia e Stellarium*. Já com relação à questão três, a figura 2 mostra alguns campos que podem ser preenchidos com qualquer cidade do mundo e horários em que se pretendem simular/visualizar o *nascimento* e o *pôr* do sol.

Coll (2010) salienta que as ferramentas de representação visual, como é o caso de alguns *softwares*, formam um grande conjunto de tecnologias cuja complexidade técnica é bem diversa e que tem a interatividade como uma de suas características distintas. Ele também esclarece que essa interatividade se refere justamente às possibilidades que as tecnologias oferecem ao aprendiz de estabelecer uma relação contingente e imediata entre as informações e as próprias ações de processamento das mesmas.

Investigação dos Conceitos: Posição e Movimento de Corpos Celestes

Este questionário se concentrou, basicamente, em questões relacionadas à posição e ao movimento de corpos celestes.

Tabela 2: Dados e Resultados - Questionário II

QUESTÃO	(%) Satisfação Grupo A	(%) Satisfação Grupo B
1. A Terra se movimenta? E o Sol? E as estrelas?	21%	92%
2. Quais são os nomes dados aos dois principais movimentos da Terra?	79%	100%
3. Os dias e noites ocorrem em todo mundo ao mesmo tempo?	93%	100%
4. O que é, basicamente, latitude?	29%	46%
O que é, basicamente, longitude?	14%	38%
5. Se soltarmos um livro, porque ele cai no chão?	79%	100%
6. O que você entende por órbita do planeta Terra?	50%	62%

Considerando que os programas *Celestia* e *Stellarium* são capazes de simular movimentos de planetas, evidenciando suas órbitas, analisou-se a aprendizagem dos alunos com relação a alguns movimentos do planeta Terra, bem como de referências geográficas, como latitude e longitude. Dentre esses movimentos, pode-se associar a órbita da Terra, ilustrados na figura 2.

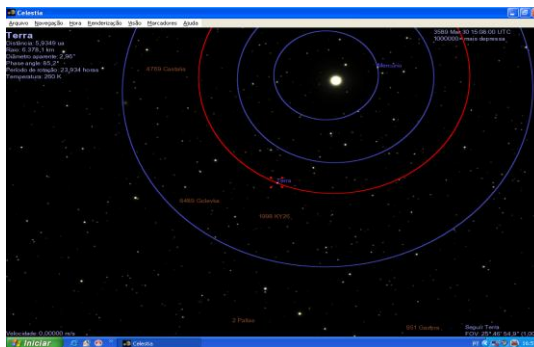


Figura 2: Órbita dos planetas, inclusive da Terra - *Celestia*

Além do fator gráfico, que fica evidente durante as simulações efetuadas nos softwares, pode-se evidenciar a mediação que o instrumento (*software*) exerce entre o sujeito (aluno) e o conhecimento. Mediação essa que pode ser destacada, por exemplo, quando os alunos (sujeitos) utilizaram o programa *Celestia* (instrumento) para visualizar, de forma conjunta (conhecimento), os movimentos do planeta Terra, ou seja, observar, de forma integrada, seus movimentos de rotação e translação, sendo ainda possível estabelecer relações entre esses movimentos e a formação dos dias e das noites.

Laluzza e Crespo (2010, p. 47) argumentam que toda a atividade humana é mediada pelo uso de instrumentos, de maneira que, como afirmava Vygotsky, o desenvolvimento se caracteriza pela apropriação dos instrumentos – materiais e simbólicos – no meio cultural onde a criança opera. Assim, os instrumentos não são

apenas complementos que se acrescentam à atividade humana, mas sim, que as transformam e, simultaneamente, definem caminhos que demarcam a evolução dos indivíduos cujas habilidades se adaptam aos instrumentos em uso, bem como, às práticas sociais por eles geradas.

Portanto, os *softwares* utilizados se configuraram como instrumentos que permitem estabelecer relações mediadoras entre as simulações (imagens e movimentos) e os conceitos discutidos e, conseqüentemente, assimilados.

De acordo com Oliveira (1993):

Vygotsky procura compreender as características do homem através do estudo da origem e desenvolvimento da espécie humana, tomando o surgimento do trabalho e a formação da sociedade humana, como base no trabalho, como sendo o processo básico que vai marcar o homem como espécie diferenciada. O trabalho, pela ação transformadora do homem sobre a natureza, une homem e natureza e cria a cultura e a história humanas. No trabalho desenvolvem-se, por um lado, a atividade coletiva e, portanto, as relações sociais e, por outro lado, a criação e utilização de instrumentos (OLIVEIRA, 1993, p.27).

A autora enfatiza que o instrumento é um elemento interposto entre o trabalhador e o objeto de seu trabalho, ampliando, portanto, as possibilidades de se transformar a natureza. É importante destacar que, nesse processo que envolve a mediação entre o instrumento (*software*) e o conhecimento, opera-se a constituição dos significados por meio de signos – imagens, formas e movimentos - representados pelo programa e captados pelos alunos por meio do sistema visual. Nessas condições, Camargo (2010) destaca que, de acordo com as perspectivas históricas e culturais, a mediação semiótica é muito importante para a explicação do processo de formação e constituição da consciência humana.

É o homem, portanto, que estabelece as relações entre os objetos e os signos que os representam, de maneira a lhes atribuir significados. Joly (1996, p. 33), reportando-se à teoria semiótica de Peirce, afirma que o signo “é algo que está no lugar de alguma coisa para alguém, em alguma relação ou alguma qualidade.” A cor cinzenta das nuvens, por exemplo, pode significar chuva, fumaça, fogo, etc. Depreende-se, portanto, que tudo pode ser signo, a partir do momento em que dele se podem deduzir significações que dependerão da cultura do sujeito, bem como, do contexto de surgimento do signo.

Uma vez que as imagens ilustradas pelos *softwares* apresentarem características que as tornam realistas, elas contribuem potencialmente para a constituição de elementos que acentuam a significação dos conceitos abordados.

Interação Professor x Aluno

As diversas simulações realizadas pelos *softwares Celestia* e *Stellarium* desempenham, de certa forma, o papel de signos que buscam fazer interligações entre as ilustrações gráficas e as imagens com os respectivos fenômenos, os quais podem representar, para os alunos, significados de acordo com o contexto de

surgimento do signo. Esse contexto contou também com a interação entre o aluno e o professor. Davis e Oliveira (1994) afirmam que:

É importante, pois, que o professor tenha a disposição para conhecer e interagir com os alunos. Ao lado das atitudes de autenticidade pessoal e de respeito aos alunos, a abertura para interagir colabora para que o comportamento do professor em sala de aula seja flexível e adequado. Afinal, é na interação de professor-alunos e aluno-aluno que o conhecimento e as formas de expressá-los se constroem e se transformam (DAVIS; OLIVEIRA, 1994, p.94)

As autoras ainda salientam que a visão interacionista de desenvolvimento traz contribuições importantes para a prática pedagógica. Ao se considerar que a criança constrói, progressivamente, novos conhecimentos, bem como, novas formas de pensar, a escola passa a enfatizar aos processos que envolvem a aprendizagem dos alunos. Sendo assim, na interação entre o professor e o aluno, supõe-se que o primeiro ajude inicialmente o segundo nas rotinas de aprender, pois essa ajuda pressupõe a construção do pensar com autonomia.

Na execução dos *softwares*, por exemplo, constatou-se que, ao dar algumas instruções para a realização de execuções e rotinas relacionadas aos programas, os alunos vão desenvolvendo certa autonomia quanto a inserir dados e realizar várias simulações que podem ser efetuadas por meio dos softwares, o que evidencia que eles se sentem mais confiantes para realizar outras simulações futuras de modo independente.

Mauri e Onrubia (2010) salientam que, nesta sociedade da informação, o papel mais importante do educador em ambientes virtuais é o de mediador, entendido como aquele indivíduo que proporciona suporte educacional ajustado às atividades construtivas do aluno que, por sua vez, utiliza-se das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) para realizar tais atividades. Sendo assim, o professor é aquele que estrutura todas as atividades, de tal modo que cria condições para que se promovam as trocas entre o professor e alunos, bem como, entre alunos e alunos.

Durante vários momentos em que os sujeitos envolvidos realizavam rotinas nos *softwares*, evidenciou-se a *troca* de elementos inerentes às imagens e as informações requeridas pelos programas, ou seja, os alunos auxiliavam uns aos outros durante as tarefas, especialmente durante a execução das simulações. Para tal, o professor desempenhou o papel da *mediação*, ou seja, deu suporte para que os alunos pudessem realizar as atividades, considerando não apenas o *resultado final*, mas sim, todo o processo que levava à obtenção de tal resultado. Nesse contexto, cada variável assumia um caráter muito importante, cabendo ao professor destacar a função de cada rotina e, principalmente, como a mesma poderia contribuir para a constituição de um conceito, bem como, da relação entre fenômenos. Pode-se destacar, por exemplo, como os movimentos do planeta Terra influenciam na formação de dias e noites e como os mesmos estão relacionados com sua órbita e com os movimentos da lua e sua respectiva órbita, como mostra a figura 3.

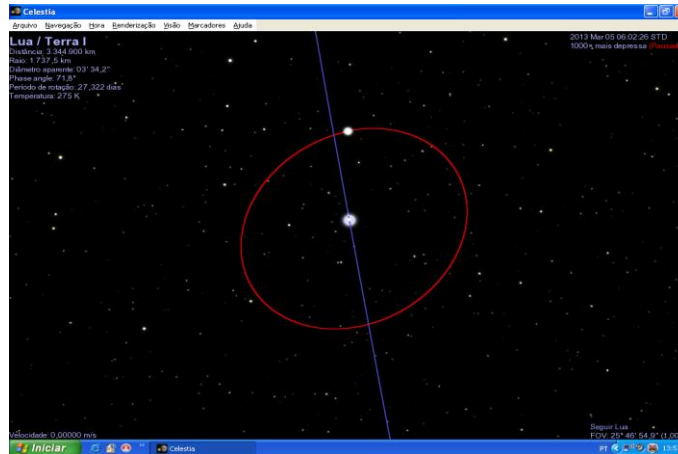


Figura 3: Órbita da Terra e Lua - *Celestia*

Já com os alunos do grupo A, em que os conceitos de astronomia foram contemplados sem a utilização dos *softwares*, ou seja, apenas por meio da utilização do livro didático, a interação do professor com o aluno se pautou principalmente em comentários e discussões de conceitos de astronomia que eram estudados no momento. Entretanto, com os alunos do grupo B, a interação ia além dessas citadas, pois o aluno passava a interagir também com o *software*. Nesse processo, evidenciou-se a reação um tanto empolgante dos alunos do grupo B ao visualizar corpos celestes, suas cores e seus movimentos, fato que não foi possível identificar com os alunos do grupo A.

Coll (2010) argumenta que as tecnologias da era atual são instrumentos que contribuem com o que ele define como aprendizagem baseada na representação visual do conhecimento, segundo a qual os vídeos, imagens, mapas conceituais, dentre outros, são importantes ferramentas que, de certo modo, vinculam a aprendizagem ao fator visual. Sendo assim, é indiscutível a gama de recursos visuais dos quais dispõem os *softwares* utilizados para fins desse trabalho.

Investigação dos Conceitos: Definições e Características Físicas Básicas dos Planetas do Sistema Solar

Esse questionário baseou-se em definições de planeta, satélite e estrela, bem como, de reconhecer quais são e como são os planetas conhecidos que fazem parte do sistema solar.

Tabela 3: Dados e Resultados – Questionário III

QUESTÃO	(%) Satisfação Grupo A	(%) Satisfação Grupo B
1. Na sua concepção, o que seria um planeta?	29%	100%
2. Você saberia dizer o que é um satélite natural (ou lua) de um planeta?	43%	50%
3. Quantos e quais são os planetas que fazem parte do <i>nosso</i> sistema solar?	57%	92%
4. Quais são os planetas rochosos do <i>nosso</i> sistema solar?	7%	69%
5. Quais são os planetas gasosos do <i>nosso</i> sistema solar?	21%	77%
6. Você sabe o que é uma estrela?	71%	77%
7. Qual estrela faz parte/pertence ao <i>nosso</i> sistema solar?	36%	100%

Os resultados mais significativos dessa etapa pautam, principalmente, as características básicas dos planetas que compõem o sistema solar, das quais, destaca-se a sua formação: gasosa ou rochosa.

O *software Celestia*, em específico, oferece uma gama de detalhes da superfície dos planetas, por exemplo, montanhas e crateras, recurso que proporciona mais condições de aprender a classificar e diferenciar os planetas rochosos dos gasosos.

Considerando os dados coletados sobre as características físicas dos planetas que compõem o sistema solar, pode-se dizer que apenas textos e algumas imagens que neles estão inseridas, como aqueles que foram utilizados com os alunos do grupo A (no caso específico dessa pesquisa), não puderam propiciar os mesmos resultados, quando comparados com as mesmas características contempladas por meio dos *softwares*.

Abaixo, a figura 4 apresenta a visualização do planeta Marte e suas características.

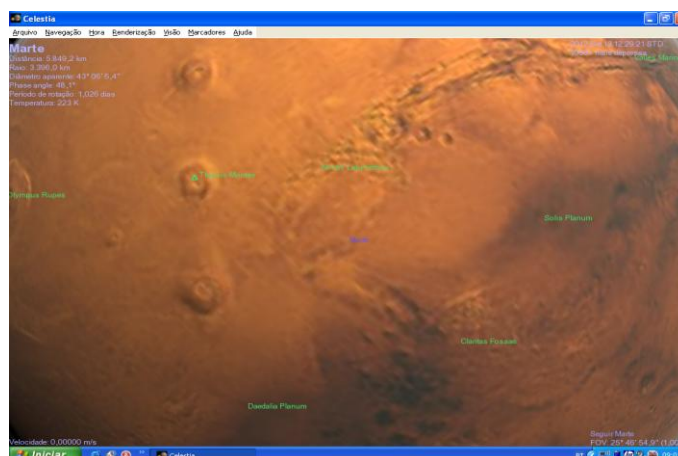


Figura 4: Características físicas de Marte - *Celestia*

Os programas acentuaram a forma dos corpos celestes. Aumont (1995) afirma que a noção de forma é antiga e se tornou complexa em virtude de sua grande utilização em contextos diferentes. Trata-se, portanto, da percepção da forma como unidade, como configuração que implica existência de um todo que estrutura suas partes de maneira racional. Desse modo, percebe-se que as imagens podem *produzir* mais detalhes do que simplesmente uma palavra. Por exemplo, quando se fala em planeta rochoso, embora mentalmente seja possível *formar uma imagem*, ela não contém nitidamente uma quantidade de detalhes que se interligam ao mesmo tempo, por exemplo, em uma imagem projetada pelo *software Celestia*, que tem, inclusive, a capacidade de ilustrar imagens em 3D. Depreende-se, portanto, que:

Em uma imagem figurativa, a percepção de forma é inseparável não só da percepção de bordas, mas da relativa aos objetos figurados: nessas imagens – em particular na grande maioria das imagens fotográficas e videográficas – o problema da percepção da forma é o da percepção dos objetos visuais. A percepção da forma só se torna mais difícil, ou menos habitual, quando a imagem se torna mais abstrata, mas simbólica, ou quando a profundidade é reproduzida de maneira incorreta (AUMONT, 1995, p.69).

Sendo assim, Aumont esclarece que os problemas de percepção quanto à forma se devem principalmente à percepção visual do objeto, ou seja, ocorre apenas se houver dificuldades de observá-lo, problema esse que não ocorre com o *software Celestia*, uma vez que suas imagens emanam uma gama de cores e características realistas.

Investigação dos Conceitos: Definições, Algumas Características e Consequências de Movimentos da Terra e da Lua

Este questionário objetivou verificar o entendimento, por parte dos alunos, de determinados conceitos e definições de alguns corpos celestes (questões de um a quatro), bem como, de conceitos ligados aos movimentos da lua e da Terra (questões cinco a sete).

Tabela 4: Dados e Resultados – Questionário IV

QUESTÃO	(%) Satisfação Grupo A	(%) Satisfação Grupo B
1. O que é uma Constelação?	64%	80%
2. O que são Nebulosas Planetárias?	21%	92%
3. O que são Asteróides?	57%	77%
4. O que são Meteoros?	14%	54%
5. Por que vemos sempre a mesma face da Lua?	14%	62%
6. O que, é <i>basicamente</i> , Solstício?	29%	38%
7. O que é, <i>basicamente</i> , Equinócio?	14%	69%

Mais uma vez, a imagem contribuiu com uma boa visualização dos objetos em questão, bem como, da devida assimilação dos conceitos. A figura 5 mostra a resolução gráfica das nebulosas e das constelações.



Figura 5: Visualização Nebulosa Laguna - *Stellarium*

Ao comparar os dados obtidos por meio dos questionários do grupo A e B, verifica-se que a imagem serviu de *instrumento* de mediação entre o fenômeno e o conceito. É o que Aumont (1995) afirma quando explica o porquê de se olhar uma imagem. Para ele:

A produção de imagens jamais é gratuita, e, desde sempre, as imagens foram fabricadas para determinados usos, individuais ou coletivos (...). Na questão do espectador, examinaremos apenas uma das razões essenciais da produção de imagens: a que provém da vinculação da imagem em geral com o domínio do simbólico, o que faz com que ela esteja em situação de mediação entre o espectador e a realidade (AUMONT, 1995, p.78).

Gianotto (2008, p. 56) reportando-se a Vygotsky, afirma que a presença de elementos mediadores acrescenta um elo nas possíveis relações entre o organismo e o meio, fazendo com que se tornem mais complexas. Ao longo do desenvolvimento dos sujeitos, as relações mediadas passam a ser predominantes sobre as relações diretas. Assim, o processo de mediação realizado, promovido por meio de instrumentos e signos, é fundamental para o desenvolvimento de funções psicológicas superiores, o que, por conseqüência, distingue o homem de outros animais. Portanto, “a mediação é um processo essencial para tornar possíveis atividades psicológicas, voluntárias, intencionais, controladas pelo próprio indivíduo”.

A figura 5 contempla uma gama de formas que produzem mais efeitos do que se simplesmente fossem descritas oralmente. Nessa perspectiva, Moran (2000) salienta que os olhos nunca conseguem captar toda informação. Assim, eles escolhem um nível que contemple ao menos o essencial, focando em alguns aspectos analógicos, como, nas figuras destacadas, nas que se movem, etc. Ele acrescenta:

A força da linguagem audiovisual está no fato de ela conseguir dizer muito mais do que captamos, de ela chegar simultaneamente por muitos mais caminhos do que conscientemente percebemos e de encontrar dentro de nós uma repercussão em imagens básicas, centrais, simbólicas, arquetípicas, com as quais nos identificamos ou que se relacionam conosco de alguma forma (MORAN, 2000, p. 34).

Constata-se, portanto, que as tecnologias, que no caso desse trabalho são representadas por *softwares* de simulação, formam um meio de comunicação que contempla alguns elementos, por exemplo, os visuais, que trazem consigo elementos sensoriais que, juntos, são capazes de promover inter-relações com o conhecimento que, especificamente nesse caso, são aqueles ligados a conceitos de astronomia.

Da Interação Aluno x Aluno e Aprendizagem Colaborativa

Além da interação do sujeito (aluno) com o objeto (*software*) – ao simular datas e horários para observar movimentos relacionados à posição de Sol, Terra, e Lua, percebeu-se também a interação entre os alunos.

Em muitos momentos, durante as simulações, destacou-se a interação de um estudante com o outro, o que ficou mais evidente quando alguns alunos pediam a permissão do professor para se sentar em duplas, diante do computador, para realizar algumas simulações. Eles puderam, então, interagir com o colega de dupla para efetuar as simulações que eram solicitadas pelo professor. Percebeu-se ainda a interação, tanto entre os sujeitos das duplas, como entre colegas de outros grupos, ou entre aqueles que solicitavam ajuda ou manifestavam alguma dúvida quanto à determinada rotina que deveria ser executada por meio dos *softwares*, configurando, portanto, em alguns momentos, aspectos relacionados ao trabalho em grupo.

Davis e Oliveira (1994) argumentam que uma das atividades mais ricas das quais os adultos podem utilizar-se para orientar as novas gerações é o trabalho em grupo. Elas comentam ainda que no âmbito de trabalho em grupo os diferentes sujeitos interagem em busca de um objetivo comum, dividindo e compartilhando esforços, o que contribui para que eles se tornem mais conscientes de si mesmos, aprendendo a ouvir e a incorporar sugestões, a defender suas ideias.

Embora a maioria dos sujeitos envolvidos nessa pesquisa saiba lidar de forma confortável com o computador, além do fato de que o professor orientava as simulações (demonstrando as ações por meio de um projetor de imagens), em certos momentos, alguns alunos apresentavam dúvidas quanto à qual tecla deveria acionar, ou no que se refere à qual rotina executar. Nesses momentos, percebia-se que o colega ao lado apontava para a tela do computador e dava alguns direcionamentos ao aluno com dúvida, antes mesmo que o professor o fizesse. Percebe-se, portanto, a partilha e a colaboração entre os sujeitos.

Nessa perspectiva de trabalho em grupo, destaca-se a concepção de aprendizagem colaborativa. Gianotto (2008) afirma que:

Ao repensar sua prática pedagógica, o professor precisa conscientizar-se de que não pode absorver todo o universo de informações e passar essas informações para seus alunos como se fosse o dono da verdade. Deve, ao contrário, tornar-se um mediador da aprendizagem e, nesse papel, utilizar o patamar em que se encontra o aluno, como um ponto de partida para o questionamento, provocando desequilíbrios temporários que conduzam a novas descobertas, novos conhecimentos (GIANOTTO, 2008, p.52).

Os alunos realizaram atividades no laboratório de informática, onde o computador, muitas vezes, funcionou como objeto de mediação em atividades colaborativas, isso porque, em vários momentos, antes e após algumas simulações, os alunos trocavam experiências entre si, promovendo um intercâmbio de ideias.

Na visualização dos planetas rochosos, por exemplo, ao referir-se à natureza física do planeta, um aluno disse a outro: “*Você está vendo uns buracos nos planetas? São rochas!*”. Já com relação aos alunos do grupo A, em que as atividades foram direcionadas apenas por meio das leituras dos textos e resolução de questões, embora tenham sido propostas atividades de cunho colaborativo, como, discussões entre o professor x aluno, aluno x aluno, essa metodologia não propiciou resultados similares àqueles obtidos nos momentos em que foram utilizados os *softwares*.

Onrubia *et al.* (2010) salientam que o computador é uma ferramenta que facilita a comunicação face a face entre os pares de estudantes ou pequenos grupos. Nesse caso, a colaboração está centrada principalmente na exploração de simulações ou representações visuais, e a comunicação entre os alunos e o professor ocorre face a face, o que se evidenciou justamente entre os alunos e o professor-pesquisador.

Da Representação Visual do Conhecimento

Coll, Monero e cols. (2010), apoiados por pesquisadores, como, Martí (2003), Martí e Pozo (2000) e Mayer (1997, 2001) fazem uma série de discussões a respeito da psicologia da aprendizagem em ambientes virtuais de aprendizagem. Dentre essas discussões, algumas são fundamentais para o aprofundamento dos debates acerca das imagens e movimentos que os *softwares* (como os utilizados nessa pesquisa) são capazes de exibir e, principalmente, como eles podem contribuir nos processos de aprendizagem.

Os resultados obtidos por meio da aplicação dos quatro questionários (I, II, III e IV) retratam que os *softwares* se apresentaram como meios que podem contribuir para a efetivação dos processos de ensino e aprendizagem (quando comparados apenas à explanação oral dos conceitos, tal como foi realizado com os alunos do grupo A desse trabalho), podendo potencializar esses processos, especialmente como se refere Coll *et. al.* (2010) aos sistemas de representação visual do conhecimento, uma vez que podem ser construídos conhecimentos a partir do sistema visual. Eles argumentam que cada sistema (vídeo, imagens como as apresentadas pelos *softwares* de simulação) permite um modo peculiar de representar a realidade. Cada conjunto de elementos que compõe esses sistemas introduz certas restrições que determinam o que é e o que não é possível representar com ele, de tal modo que sua utilização potencializa determinados processos mentais envolvidos em sua elaboração e interpretação.

Diante disso e levando em consideração os resultados apresentados nas tabelas 1 a 4, verifica-se que os o sistema – representado nesse caso pelos *softwares Celestia e Stellarium* – foram capazes de potencializar as formas de interpretação dos sujeitos envolvidos, ou seja, o conjunto de imagens provenientes das simulações realizadas pelos *softwares* é acolhido pelos alunos, estabelecendo-se uma relação

entre essas imagens e as representações internas que os mesmos dispõem sobre o fenômeno visualizado.

Nesse sentido, Coll *et. al.* (2010) também sugerem que o interesse pelo estudo de representação visual do conhecimento nasce no marco da psicologia cognitiva, fundamentando-se na ideia de que as imagens externas podem afetar a representação interna do conhecimento. Salientam também que:

As diferentes formas de conceber as relações entre as imagens externas e as representações internas ou mentais têm orientado tanto as características das representações externas utilizadas para ensinar e comunicar o conhecimento quanto os usos pedagógicos e didáticos que se faz dessas representações (COLL *et. al.*, 2010, p. 228:229).

Percebe-se, portanto, que as imagens externas, ou seja, aquelas que são captadas pelo sistema visual (olhos) estabelecem relações e influência na forma de representação interna. Diante disso, acredita-se que as imagens dos fenômenos apresentadas pelos *softwares Celestia e Stellarium* geraram nos alunos o que os autores descrevem como *representações internas ou modelos mentais em consonância com as representações externas apresentadas*. Em outras palavras, as imagens apresentadas pelos *softwares* – externas – funcionaram como meio que estabelece relações com representações internas – senso comum e conhecimento internalizado pelo aluno – de tal modo que o mesmo pode estabelecer relações e reorganizar esse conhecimento.

De acordo com as pesquisas de Mayer (1997, 2001 *apud* Coll, 2010), os seres humanos processam, separadamente, por meio de dois canais diferentes, a informação visual e a informação verbal, existindo uma capacidade limitada de processamento simultâneo entre esses canais, e que a aprendizagem significativa e ativa supõe selecionar a informação relevante, organizando-a por meio de uma representação mental, de forma a integrá-la aos conhecimentos prévios.

Considerações Finais

Com base nos dados apresentados, verifica-se que a tecnologia – representada neste trabalho por *softwares* – proporcionou o desenvolvimento de uma metodologia diferenciada, capaz de promover, além dos índices de aprendizagem apresentados, a relação entre aluno x aluno, aluno x professor e aluno x computador.

Além disso, percebeu-se que as imagens e os movimentos ilustrados pelos *softwares* são recursos capazes de estabelecer relações de aprendizagem em ambientes virtuais que são considerados relevantes para esta sociedade, marcados por meios de comunicação e tecnologias, bem como, atuou como uma importante ferramenta didática na efetivação do Ensino de Ciências.

Vale ressaltar ainda que, os estudos das tecnologias na educação e seus efeitos na aprendizagem são de grande relevância. Contudo, embora o número de pesquisas neste campo venha crescendo, ainda são necessárias maiores pesquisas, principalmente àquelas voltadas à formação de professores, sobre o tempo

necessário para efetiva implantação e organização de experiências semelhantes e também, sobre os obstáculos que podem estar ligados a essas práticas.

Espera-se, portanto, que os resultados desse trabalho contribuam de alguma forma com a prática de outros educadores e que os mesmos, na medida do possível, possam utilizar-se de algum(ns) tipo(s) de tecnologia(s) da comunicação e informação em sua prática pedagógica, a fim de obter melhorias significativas nos processos que envolvem ensino e aprendizagem.

Referências

- ALTOÉ, A.; SILVA, H. da. O Desenvolvimento Histórico das Novas Tecnologias e seu Emprego na Educação. In: ALTOÉ, A.; COSTA, M. L. F.; TERUYA, T. K. **Educação e Novas Tecnologias**. Maringá: Eduem, 2005, p 13-25.
- AUMONT, J. **A imagem**. 2. ed. Campinas: Papyrus, 1995.
- CAMARGO, J. S. A psicologia histórico-cultural de Vygotsky. In: CAMARGO, J. S.; ROSIN, S. M (org). **Psicologia da Educação para curso de história**. Maringá: Eduem, 2010.
- CARNEIRO, R. **Informática na Educação – representações sociais no cotidiano**. São Paulo: Cortez, 2002.
- CIVITA, R.; RICO, G.; STEWERS, K. **Espaço e Planetas**. São Paulo: Editora Abril, 1995.
- COLL, C.; MONEREO, C. et al. **Psicologia da Educação Virtual – aprender e ensinar com as tecnologias da educação e comunicação**. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- DAMINELI, A.; STEINER, J. **O fascínio do universo**. São Paulo: Odysseus Editora, 2010.
- DAVIS, C.; OLIVEIRA, Z. M. R. de. **Psicologia na educação**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1994.
- FREIRE, M. P.; VALENTE, J. A. (orgs). **Aprendendo para a Vida: os computadores em sala de aula**. São Paulo: Cortez, 2001.
- GIANOTTO, D. E. P. **Formação inicial de professores de biologia**: análise de uma proposta de prática colaborativa com o uso de computadores. 2008. 289 p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru.
- IVANISSEVICH, A.; WUENSCHÉ, C. A.; ROCHA, V. J. F. (orgs). **Astronomia hoje**. Rio de Janeiro: Ciência Hoje, 2010.
- JOLY, M. **Introdução à análise de imagens**. Campinas: Papyrus, 1996.
- LALUEZA, J. L.; CRESPO, I.; CAMPS, S. As tecnologias da informação e da comunicação e os processos de desenvolvimento e socialização. In: COLL, C., MONEREO, C. e colaboradores. **Psicologia da Educação Virtual – aprender e ensinar com as tecnologias da educação e da comunicação**. Porto Alegre: Artmed. cap. 2, p. 47-65, 2010.

MAURI, T.; ONRUBIA, J. O professor em ambientes virtuais: perfil, condições e competências. In: COLL, C.; MONEREO, C. e colaboradores. **Psicologia da Educação Virtual** – aprender e ensinar com as tecnologias da educação e da comunicação. Porto Alegre: Artmed. cap. 5, p. 118-135, 2010.

MAZZOTTI, A. J. A.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais** – pesquisa quantitativa e qualitativa. São Paulo: Pioneira, 1998.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas. In: MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 14. ed. Campinas: Papirus, 2000.

OLIVEIRA, M. K. de. **Vygotsky**: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione, 1993.

ONRUBIA, J.; COLOMINA, R.; ENGEL, A. Os ambientes virtuais de aprendizagem baseados no trabalho em grupo e na aprendizagem colaborativa. In: COLL, C., MONEREO, C. e colaboradores. **Psicologia da Educação Virtual** – aprender e ensinar com as tecnologias da educação e da comunicação. Porto Alegre: Artmed. cap. 10, p. 208-225, 2010.

VALENTE, J. A. (org). **O Computador na Sociedade do Conhecimento**. Campinas: NIED, 1999.