



## CÉLULA 3D: UM RECURSO DIDÁTICO VIRTUAL INTERATIVO

Deborah Talita Ruppel<sup>1</sup> - UFPR  
Márcia Helena Mendonça<sup>2</sup> - UFPR  
Ruth Janice Guse Schadeck<sup>3</sup> - UFPR

Grupo de Trabalho – Comunicação e Tecnologia  
Agência Financiadora: CNPq, Fundação Araucária, CAPES, PIBID

### Resumo

A célula é um conceito-chave na construção do conhecimento científico biológico. Determina a estrutura e funcionamento de todo os seres vivos. É, contudo, um conhecimento complexo e abstrato para os estudantes. Dentre as dificuldades pode-se citar a sua dimensão microscópica e os entraves em construir uma imagem tridimensional. Esse cenário é agravado pelo uso de recursos didáticos que se restringem a figuras uni/bidimensionais estáticas ou ao simples uso da lousa. Essas abordagens não facilitam a representação mental tridimensional da estrutura celular. Visando contribuir para a melhoria deste quadro o presente trabalho foi o desenvolvimento de uma Célula Interativa 3D virtual e a realização de pesquisas preliminares sobre a sua funcionalidade. Para a modelagem foi utilizado o software Autodesk 3DS Max 2013 e as texturas foram produzidas no Adobe Photoshop CS6. Os objetos produzidos foram importados no Autodesk 3DS Max para a renderização, e após se fez a otimização poligonal dos modelos tridimensionais. Na sequência, os modelos tridimensionais foram exportados do Autodesk 3DS Max 2013 no formato “.FBX” para a importação na plataforma C13ver (<http://www.c13ver.com/>). A Célula Interativa 3D, além de trazer as informações científicas pertinentes, propicia uma experiência impactante de navegação e interatividade com a estrutura celular, em perfeita consonância com os mais avançados recursos tecnológicos. Antes disso, é um processo sujeito a mudanças para atender melhor ao público alvo. O material foi aplicado em um colégio da rede estadual da região de Curitiba, em seis turmas do Ensino Médio. Durante a atividade os estudantes puderam testar livremente o material produzido. A avaliação do material foi efetuada através da aplicação de questionários, com o objetivo de categorizar o entendimento dos estudantes sobre o conceito de célula e a percepção de seu raciocínio abstrato. Os resultados demonstraram que material atende aos requisitos de navegabilidade e despertou a curiosidade dos estudantes.

---

1 Designer e licenciada do Curso Ciências Biológicas, Bolsista voluntária PIBID, Subprojeto Biologia 3, UFPR, [deborahruppel@gmail.com](mailto:deborahruppel@gmail.com).

2 Doutora em Ciências (Bioquímica) pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Atualmente, professora associada no Departamento de Biologia Celular da mesma instituição. Coordenadora do grupo Biologia I do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). E-mail: [marmend@ufpr.br](mailto:marmend@ufpr.br).

3 Doutora em Ciências (Bioquímica) pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Atualmente, professora associada no Departamento de Biologia Celular da mesma instituição. Coordenadora do grupo biologia II do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). E-mail: [ruth.ufpr@gmail.com](mailto:ruth.ufpr@gmail.com).

**Palavras-chave:** Interatividade no ensino. Mídias tecnológicas. Estrutura celular. Célula Interativa 3D.

## **Introdução**

O ensino de biologia, quando apresentado de forma tradicional pautado em recursos didáticos memorizantes, não proporciona a aprendizagem sobre a estrutura e função celular. Conteúdos descontextualizados, falta de laboratórios de ciências e o pouco uso das Tecnologias de Comunicação e Informação (TICs) agravam ainda mais a precária situação do ensino de Ciências e Biologia no Brasil. No que concerne à aprendizagem sobre células, além das dificuldades inerentes à dimensão microscópica, a pouca aprendizagem é potencializada pela falta de microscópios e aulas práticas. Destaca-se que a visualização e o uso de imagens são recursos poderosos para a aprendizagem deste tema, que requer, para sua compreensão, a representação mental tridimensional. No entanto, o uso de recursos didáticos normalmente restringe-se a figuras uni/bidimensionais estáticas ou ao simples uso do quadro de giz. Essas abordagens, além de não serem as ideais para a aprendizagem sobre células, não levam em consideração que a atual geração de estudantes se desenvolveu com maior ou menor acessibilidade aos mais diferentes recursos em tecnologias de comunicação e informação (TICs). Portanto, é uma geração visualmente muito estimulada. Este contexto pode ser favorável a aprendizagem sobre células. Agrega-se a isso o fato de que as TICs levam a mudanças na forma de pensar e aprender, e tem profundas influências nas funções cognitivas (FRANCO et al., 2007). Os jovens da atualidade estão conectados e navegam interativamente nos mais diferentes ambientes virtuais. Considerando este quadro e visando contribuir para a melhoria da aprendizagem sobre células, neste trabalho foi desenvolvida uma célula virtual interativa 3D, que além de trazer as informações científicas pertinentes, constitui uma experiência de navegação em um ambiente virtual interativo afinado com os atuais recursos tecnológicos e com a dinâmica de interatividade da presente geração de estudantes.

## **Referencial teórico**

A célula é um conceito-chave na conceituação e organização do conhecimento científico biológico. Determina a estrutura e funcionamento de todos os seres vivos, porém é um conhecimento complexo e abstrato para os estudantes (PALMERO; MOREIRA, 1999). Conforme estes autores, os alunos não têm assimilado a compreensão da célula de forma

significativa e há grandes dificuldades em se alcançar um aprendizado consistente neste tema. De fato, grande parte do saber científico trabalhado na escola é rapidamente esquecido, prevalecendo ideias alternativas ou de senso comum bastante estáveis e resistentes, identificadas, até mesmo, entre estudantes universitários (MORTIMER, 1996). Estudos tem demonstrado que os alunos, na maioria das vezes, memorizam os conceitos ou aprendem concepções alternativas que não correspondem às aceitas cientificamente a respeito do tema (CARRASCOSSA, 2005). De acordo com Manzke *et al.*, (2012), na maioria das vezes, isso ocorre por se tratar de um conteúdo que necessita grande abstração, sendo que os estudantes e até mesmo os professores apresentam dificuldade em transformar estes conceitos em material concreto. Na aprendizagem dos alunos, verifica-se uma ideia muito superficial sobre a composição celular, não há representação mental clara sobre a célula, além dos estudantes não correlacionarem as funções da célula com as dos organismos pluricelulares (DÍAZ; JIMÉNEZ, 1993). Carvalho (2003) e Rogado (2004), acreditam que o professor precisa compreender a forma como o estudante aprende e considerar que um conceito científico não é apenas aprender a definição, mas conhecer o contexto no qual está inserido e a relação com os demais conceitos.

A teoria da aprendizagem significativa, formulada pelo psicólogo David Joseph Ausubel, possui como conceito central o processo de aprendizagem pelo qual uma nova informação se relaciona com conhecimentos que o aluno já possui. Defende que esses conhecimentos preexistentes devem ser valorizados, para que se possa construir mapas conceituais onde o aluno descubra e redescubra conhecimentos novos de forma que a aprendizagem se torne eficaz e prazerosa (PELIZZARI *et al.*, 2002).

O cerne da aprendizagem significativa é a estrutura cognitiva, caracterizada como um conjunto de ideias totais de que um indivíduo possui sobre um determinado assunto. Nessa estrutura ocorrem os processos de organização e integração de um novo conhecimento (PELIZZARI *et al.*, 2002).

O princípio da aprendizagem significativa encontra dificuldades para o ensino de biologia celular. Percebe-se que há alunos que compreendem os conceitos mais gerais sobre os organismos vivos, tais como os sistemas do corpo, órgãos e tecidos, ou seja, existe conhecimento preexistente aos alunos sobre o tema, mas pouco sabem sobre a célula, a menor unidade estrutural e funcional do ser vivo. Esse lapso é resultante da ausência de aulas onde a microscopia poderia aproximá-los ao conteúdo de biologia celular (MONTANARI;

BORGES, 2012). Muitos estudantes não compreenderem o tamanho de uma célula, em especial por não haver clareza em relação às estruturas biológicas, confundindo células com moléculas ou átomos, ou então pelo fato das concepções cotidianas em relação à biologia da célula conflitarem com as concepções científicas (LEWIS *apud* NIGRO *et al.*, 2007, p. 4). O desenvolvimento do trabalho partiu da ideia da criação de um modelo de célula animal interativo, em três dimensões, embasada cientificamente, para aproximar os alunos ao conceito de célula. Utilizando-se de uma linguagem e visualização de fácil acesso, os estudantes poderão comparar o modelo desenvolvido com o que foi abordado em livros didáticos e vídeos apresentados pelos professores de biologia, tornando assim significativa a aprendizagem sobre o tema.

A aprendizagem da célula depende da representação mental de imagens de objetos tridimensionais, que estão em constante movimento e interagem constantemente entre si. Portanto, a visão, dos sentidos mais aguçados nos seres humanos, é fundamental na interação com o objeto de aprendizagem. A percepção visual permite a coleta de informações e sua relação com outras pré-existentes ao redor dos indivíduos para a tomada decisões ou formação (ou reforma) de conceitos sobre devida informação observada. O sentido da visão permite a compreensão de processos complexos, pois é por ela que ocorre a interpretação de um objeto abstrato a partir de um objeto visual específico e aprendido mentalmente, onde este pode ser mentalmente manipulado e assimilado com outros conceitos (MONTANARI; BORGES, 2012).

As representações gráficas são visualizações que agregam mais conteúdo do que as mídias impressas ou estáticas e possuem grande eficácia perante alunos que ainda não tenham tido contato ou conhecimentos anteriores sobre um determinado tema (McCLEAN *et al.*, 2005). São recursos particularmente indicados para o estudo da biologia celular e tecidual, podendo ilustrar os locais e formas como as estruturas interagem dentro de uma célula, tecido ou órgão, podem fornecer a observação espacial de uma molécula ou organela durante o processo que se pretende abordar, além de mostrar a transição desses objetos ao decorrer do período do processo (McCLEAN, 2005, HOFFLER; LEUTNER, 2007).

A retenção de um conteúdo através da memória visual ao longo prazo se dá por uma combinação de estímulos verbais e visuais, como por exemplo, um vídeo ou uma animação, onde o conteúdo apresentado é favorecido pela combinação de imagens em movimentos e sons, ao invés de imagens estáticas (McCLEAN *et al.*, 2005). Estudos apontam que mídias

interativas que apresentam sons, animações, textos, vídeos, entre outros, e que também possibilitam repetir um determinado processo ou animação, além de uma maior exploração por parte dos estudantes, faz com que a aprendizagem de processos complexos se torne mais efetiva (HEYDEN, 2004 *apud* MONTANARI *et al.*, 2012, p. 3). A aprendizagem de conceitos mais complexos ou que não são observados a olho nu na natureza, são facilitados por mídias interativas através de vídeos, animações e modelagens de estruturas em três dimensões.

### **Procedimentos metodológicos**

Para facilitar a compreensão do texto descritivo navegue na Célula Interativa 3D acessando: [http://www.nuepe.ufpr.br/blog/?page\\_id=663](http://www.nuepe.ufpr.br/blog/?page_id=663).

A produção do material interativo foi realizada com apoio técnico especializado de Jussimir S. Pasold, designer responsável pela modelagem digital das organelas em três dimensões e o estudo da plataforma interativa online onde o material foi hospedado.

### **Célula Interativa 3D: Capturas de telas**

Ao ser iniciada, a Célula Interativa 3D exibe uma tela de boas vindas, onde o estudante pode observar o nome do projeto e ao fundo a célula animal 3D. O objetivo desta tela é criar uma boa primeira impressão sobre o material multimídia e estimular o aluno a utilizá-lo. O usuário ao clicar na mesma entra em uma nova tela no qual visualiza a célula inteira, figura 1.

Nesta tela a célula é observada inteira e em profundidade. Através do *mouse* ou *touchpad* ela pode ser girada em qualquer sentido. Esse movimento é fundamental para que se compreenda a célula como um objeto tridimensional e se desconstrua a ideia da célula unidimensional. Destaca-se que as transparências na célula, bem como nas organelas, são essenciais para que o estudante tenha a noção de profundidade. Essa noção associada aos giros contribui para uma sensorial e lúdica, importantes no aprendizado (RIZZI; HAYDT, 1987 *apud* SANTOS; GUIMARÃES, 2010, p. 55). A percepção da tridimensionalidade é fundamental para entender as interações da célula com o meio que a rodeia, a distribuição das organelas no espaço citoplasmático, a trama da citoesqueleto, dentro outros aspectos. Estudos em desenvolvimento de ambientes virtuais de aprendizagem e realidade virtual tem demonstrado cada vez mais a importância da tridimensionalidade na aprendizagem

(KORAKAKISK *et al.*, 2012). Além disso é crítica para a apreensão da organização dos tecidos, que por sua vez se associam para formar os órgãos.

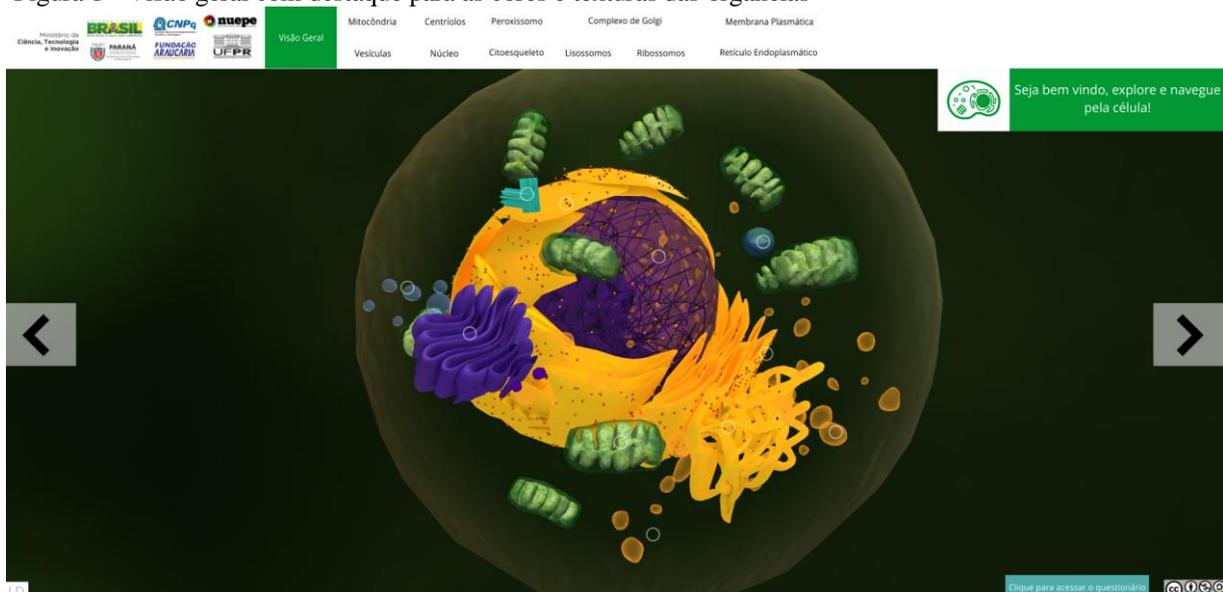
Houve um estudo prévio para que as organelas, as suas cores e texturas fossem agradáveis e intuitivas quanto a sua diferenciação, figura 1. Cores e texturas tem a capacidade de atrair a atenção e de relacionar informações, por isso foram pensadas e desenvolvidas para que reforçassem a proposta educacional, não se tornando uma distração para os estudantes (NASCIMENTO, 2005).

Foi desenvolvido um menu principal onde encontram-se indicadas por escrito todas as organelas presentes no modelo, figura 2. O menu fica localizado na parte superior da plataforma interativa, e cada item do menu pode ser clicado para levar o usuário até a tela da respectiva organela.

Uma outra forma de acessar as organelas, é através dos Botões Indicativos programados para aparecer, sobre as mesmas na tela visão geral, figura 3. Essa escolha de *design* de interface visou facilitar o uso da Célula 3D Interativa em dispositivos como *tablets* e celulares, que dispõem do recurso *touchscreen* como forma de controle mais utilizada.

O trabalho seguiu o princípio de que, para favorecer a navegação em uma plataforma interativa, é importante utilizar-se de múltiplas técnicas para indicar ao usuário onde se encontra e para guiá-lo da atual localização para o próximo local que deseja visitar (NASCIMENTO, 2005).

Figura 1 - Visão geral com destaque para as cores e texturas das organelas



Fonte: A autora (2014).

Figura 2 – Barra de menu



Fonte: A autora (2014).

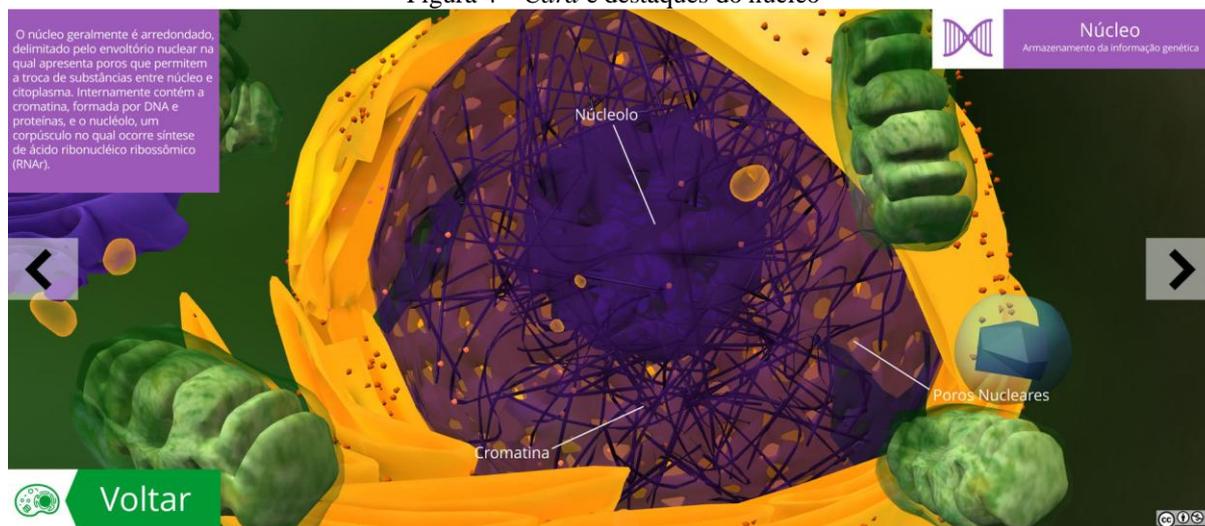
Figura 3 – Botão indicativo sobre a organela



Fonte: A autora (2014).

Blocos de texto nomeados *Cards*, figura 4, também foram desenvolvidos e programados para aparecer no topo da página, com informações específicas e ícones, representando a função de cada organela no momento em que ela é clicada. Cada bloco se relaciona com sua respectiva organela, empregando-se o mesmo esquema de cores. Estes são mais um dos elementos multimídia que a plataforma interativa oferece. Os textos são divididos em blocos para a facilitação da leitura e diminuição da fadiga visual (NASCIMENTO, 2005).

Figura 4 – Card e destaques do núcleo



Fonte: A autora (2014).

Outro elemento multimídia presente na Célula Interativa 3D são os Destaques, representados por setas indicativas, que foram adicionados a algumas organelas, figura 4. Tal

recurso foi adotado para as organelas que necessitam de uma maior evidência para a compreensão de sua morfologia.

A utilização de múltiplos elementos multimídia (nesse caso, blocos de textos, ícones, imagens e capacidade de rotacionamento), quando utilizados de forma adequada, desempenham um papel relevante na tomada de conhecimentos (MAYER; ANDERSON *apud* NASCIMENTO, 2005, p. 3). Da mesma forma, pesquisas evidenciaram que a aprendizagem pode ser facilitada pela visualização dinâmica, pela combinação de diferentes formatos de apresentações e pela adaptação entre as necessidades cognitivas internas e a apresentação do vídeo externo (CLARK; PAIVIO, 1991; MANN, 2008).

Os botões de avançar para a próxima organela e voltar à organela anterior estão representados por flechas centralizadas horizontalmente na tela. Quando se está na tela de qualquer organela, um botão voltar proeminente também é exibido no canto inferior esquerdo que, ao ser clicado, leva o usuário de volta a tela de Visão Geral, contribuindo para evitar que o usuário sintase perdido e sempre possa voltar para o início se desejar.

A plataforma interativa *online* em que foi adotada a Célula Interativa 3D por disponibilizar, entre outros recursos, a capacidade de aumentar (*zoom*), assim como rotacionar em 360° a célula animal. Essa função interativa ajuda o aluno a compreender a tridimensionalidade da célula animal, facilitando a construção da representação mental das estruturas biológicas no espaço. Da mesma forma, auxilia na compreensão das funções das diferentes organelas e como elas se relacionam entre si.

### **Avaliação e discussão**

A avaliação da apresentação da Célula Interativa 3D foi realizada por meio de dois questionários, um de avaliação diagnóstica aos alunos (apresentado minutos antes da apresentação da Célula Interativa 3D) e outro aplicado posteriormente a apresentação do material. O número de estudantes por ano, que efetivamente responderam os questionários, foram: 137 estudantes do 1º ano, 27 estudantes do 3º ano ambos do Ensino Médio Regular e 31 estudantes do 3º do Ensino Médio Técnico Profissionalizante em Administração, totalizando 195 alunos. Os dados foram transferidos da plataforma *online* Typeform (onde foi hospedada as questões), para o Microsoft Excel para que os gráficos de cada resposta fossem produzidos.

Quando os estudantes foram questionados sobre as dificuldades de compreender o conteúdo de biologia celular, tabela 1, onde mais de um item foi escolhido, 31,2% revelou o quanto é difícil compreender a célula em três dimensões, seguidas da difícil compreensão da linguagem empregada nos livros didáticos (28,7%), 24,1% afirmaram ser a célula uma estrutura de difícil compreensão por sua pequena dimensão, 21,5% afirmaram serem as funções das organelas de difícil entendimento e 20% dos alunos reportaram que as partes constituintes de uma célula são de difícil compreensão.

Os principais problemas elencados pelos estudantes e que refletem o atual ensino de biologia celular descontextualizado da realidade destes, podem ser identificados em algumas afirmações indicadas por eles: 12,8% acreditam que o estudo sobre célula não é interessante; 4,6% não a consideram importante. Em outros 5,1% que corresponde a 6 estudantes, afirmaram que não lembram do conteúdo, 2 afirmaram que não houve dificuldades maiores em entender o conteúdo sobre células e 1 aluno afirmou que a forma que o assunto é abordado atualmente não torna a aula interessante, sugerido que o mesmo poderia ser apresentado de forma mais dinâmica e prática.

Tabela 1 - Principais dificuldades encontradas pelos estudantes

<b>Qual é, na sua opinião, a principal dificuldade para entender os conteúdos sobre células?</b>	<b>Respostas</b>
É difícil imaginar uma célula em 3 dimensões	61 / 31.2%
É difícil entender a linguagem nos livros didáticos	56 / 28.7%
É difícil entender uma estrutura tão pequena	47 / 24.1%
É difícil entender as funções das organelas	42 / 21.5%
É difícil entender as partes constituintes de uma célula	39 / 20%
O estudo sobre células não é interessante	25 / 12.8%
Outros	10 / 5.1%
O estudo sobre as células não é importante	9 / 4.6%
<b>TOTAL</b>	<b>289</b>

Fonte : A autora (2014).

A análise da questão onde explora os recursos didáticos considerados mais interessantes pelos alunos e onde igualmente houve a escolha de mais de uma afirmativa (tabela 2), demonstrou que 76 dos estudantes (38,9%) acham mais interessantes aulas de biologia no laboratório de informática, e um número similar 75 alunos (38,4%), escolheram o uso do laboratório de ciências (onde encontrou-se desativado), seguido da utilização de vídeos (30,2%), do uso do livro didático (28,7%), utilização do quadro negro (26,1%), maquetes e modelos (17,4%), textos diversos somaram (12,3%). Entre os alunos, 8 estudantes (4,1%) preferem debates, aulas com microscópicos, aulas mais explicativas com exemplos fáceis de

entender, aulas práticas diversas. Houve os que não souberam ou não quiseram responder à questão.

Tabela 2 - Recursos didáticos mais interessantes segundo os estudantes

<b>Dos recursos empregados, quais você acha mais interessantes (ou mais agradáveis)?</b>	<b>Respostas</b>
Laboratório de informática	76 / 38.9%
Laboratório de ciências	75 / 38.4%
Vídeos	59 / 30.2%
Livro didático	56 / 28.7%
Quadro	51 / 26.1%
Maquetes ou modelos	34 / 17.4%
Textos diversos	24 / 12.3%
Outros	8 / 4.1%
<b>TOTAL</b>	<b>383</b>

Fonte : A autora (2014).

A análise das respostas produzidas pelos alunos, mostra seus anseios para uma aula mais dinâmica com a utilização de espaços como o laboratório de informática e a maior utilização de recursos tecnológicos presentes no seu cotidiano. Desta forma, é importante que o ensino de biologia não se limite a apenas aulas convencionais com a utilização do quadro de giz (MORAES; TERUYA, 2008).

Após a aplicação do material interativo, um número significativo de alunos (47,5%) relatou que aprenderam coisas novas (tabela 3), 42,5% relembrou alguns conceitos estudados, seguido de 34,6% dos estudantes que afirmaram que tiveram algumas dúvidas da matéria esclarecidas, assim como 21,8% que garantiram que tiveram seu interesse pelo conteúdo de biologia celular aumentado. Em outros, 3,9% atestaram que o material foi de pouca importância, não lembram ou não souberam responder. A pergunta oportunizava a escolha de mais de uma alternativa.

A partir desses dados é possível concluir que na visão dos estudantes o projeto atendeu em grande parte os objetivos propostos e que a maioria absoluta dos estudantes aprova a iniciativa.

Tabela 3 - No que a apresentação da Célula Interativa 3D contribuiu, segundo os estudantes

<b>No que a apresentação da Célula Interativa 3D contribuiu?</b>	<b>Respostas</b>
Aprendi coisas novas	85 / 47.5%
Relembrei alguns conceitos estudados	76 / 42.5%
Esclareceu algumas dúvidas	62 / 34.6%
Aumentou meu interesse por biologia celular	39 / 21.8%
Outros	7 / 3.9%
<b>TOTAL</b>	<b>269</b>

Fonte : A autora (2014).

As questões seguintes visavam obter uma visão geral da opinião dos estudantes sobre as partes constituintes do modelo de Célula Interativa 3D. Os estudantes puderam escolher notas entre 1 a 5 para cada aspecto listado, e essas notas foram distribuídas por critério crescente de pontuação: 1 muito ruim, 2 ruim, 3 regular, 4 bom e 5 muito bom.

Os nove itens listados receberam pontuação médias acima de quatro pontos pelos estudantes (tabela 4), no item capacidade de diminuir e aumentar o *zoom* e rotacionar os elementos da célula foi de 4,41 pontos, seguido de cores e formatos das organelas com 4,39 pontos e capacidade de navegar entre as partes da célula, com pontuação média de 4,38. Seguindo a análise, a facilidade de uso da mídia interativa foi de 4,35 pontos, a disposição das flechas de voltar e avançar com médias de 4,31 pontos e a facilidade de leitura possuiu média de 4,27. Os itens Menus do modelo interativo, blocos de textos explicativos de cada organela e a compreensão da linguagem e assunto abordados possuíram médias de 4,12, 4,09 e 4,03 respectivamente.

Um dos principais itens críticos no planejamento de interface de um material interativo é de como organizar a quantidade de informação que aparece na tela do computador do usuário de forma adequada, para que estas não tornem distrações ou sobrecarreguem com informações desnecessárias o aluno (NASCIMENTO, 2005). Para contornar a situação o desenvolvedor da mídia interativa deve pensar em uma sequência lógica de informações, podendo separar um tópico do outro por um clique por exemplo (NASCIMENTO, 2005).

Tabela 4 – Pontuação média das partes constituintes da Célula Interativa 3D

<b>Partes constituintes do material produzido</b>	<b>Pontuação</b>
Capacidade de diminuir e aumentar o zoom e rotacionar elementos	4.41
Cores e formatos das organelas	4.39
Capacidade de navegar entre as organelas da célula	4.38
Que nota você dá pela facilidade de uso?	4.35
Disposição das flechas de voltar e avançar	4.31
Facilidade de leitura	4.27
Menus	4.12
Blocos com textos explicativos	4.09
Compreensão da linguagem e assunto	4.03
<b>TOTAL</b>	

Fonte : A autora (2014).

Quando os estudantes foram indagados sobre a Célula Interativa 3D atingir em grande parte seu objetivo de ajudar na compreensão de um modelo real de célula animal. Uma grande

parcela dos estudantes (74,3%) afirmou que o modelo interativo ajudou na compreensão de uma célula real, 19,6% afirmaram que ajudou pouco e apenas 6,1% responderam que o material interativo não ajudou no entendimento.

Observou-se que os aspectos de maior prevalência se referiram a lembrar conceitos estudados, aprender coisas novas e esclarecer dúvidas, três questões interrelacionadas e que aumentam a compreensão da célula animal. Estes resultados indicam que o protótipo se adequa a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel que preconiza que, para que ocorra a aprendizagem, uma nova informação deve se relacionar com conhecimentos que o aluno já possui (PELIZZARI *et al.*, 2002). Além disso os estudantes reportam que aumento o interesse pela biologia celular. Este aspecto adquire especial importância, pois a curiosidade é e mola propulsora que para que se proceda a aprendizagem.

Tabela 5 - Percentual e número para a compreensão de uma célula animal

A partir da Célula 3D, aumentou a sua compreensão de um modelo real de célula animal?	Respostas
Sim	74.3%
Pouco	19.6%
Não	6.1%
TOTAL	100%

Fonte : A autora (2014).

## Considerações Finais

O uso de mídias interativas para o ensino de biologia celular mostrou-se muito eficaz em atrair a atenção dos estudantes e efetivamente ampliar seus conhecimentos sobre o tema. O desenvolvimento de um material desse tipo ainda é um grande desafio, que depende de uma abordagem multidisciplinar reunindo conhecimentos de diversas áreas, desde biologia, *design* e as tecnologias da informação. No entanto, é promissora a constatação de que os recentes avanços tecnológicos estão pouco a pouco tornando o desenvolvimento dessas mídias educativas mais acessíveis aos professores assim como verifica-se o aumento da disponibilidade de espaços para sua aplicação, como os laboratórios de informática nas escolas.

O presente trabalho revelou grande interesse e uma demanda crescente dos alunos por este tipo de abordagem de ensino, que utiliza recursos presentes cada vez mais em seu cotidiano. Materiais tradicionais de ensino foram pautados como menos interessantes. Desta

forma, não mais correspondem à melhor solução para a construção do conhecimento dos alunos. Nesse viés, os alunos sugerem que seria eficaz agregar e se fazer uso de mais recursos nas aulas de biologia celular. Entre os exemplos indicados estão as aulas laboratoriais de microscopia, a apresentação de modelos, maquetes, vídeos, visitas a museus, entre outros. As possibilidades são muitas, mas elas levam a uma única conclusão: a utilização de múltiplos recursos e dos diversos espaços escolares podem fazer com que o estudante desperte a curiosidade pelo saber científico, tornando significativa a aprendizagem de biologia.

O desenvolvimento deste trabalho foi um grande desafio, mas todos os objetivos foram atingidos com maior ou menor grau de sucesso. Algumas ressalvas seriam a grande dificuldade de encontrar trabalhos similares nas bibliotecas acadêmicas bem como a constatação de que poucos projetos com escopo similar foram desenvolvidos - trabalhos que como esse, abordassem desde a fase de pesquisa até a aplicação em escolas e avaliação dos resultados.

Em acréscimo, algumas dificuldades técnicas foram encontradas para a aplicação do projeto. Poucas escolas públicas dispõem de laboratórios de informática capazes de comportar uma turma completa de estudantes de Ensino Médio. Outros fatores estruturais das escolas que comprometeram a aplicação do material didático virtual foram os muitos computadores desatualizados, não funcionais e a instabilidade da *internet*. Entretanto esses obstáculos não foram impeditivos ao êxito do trabalho, que de forma geral ocorreu conforme o previsto e as respostas relatadas pelos estudantes demonstraram que a aplicação da Célula Interativa 3D foi uma experiência majoritariamente satisfatória.

Para eventuais reaplicações do trabalho, pretende-se conjugar a utilização da Célula Interativa 3D com uma aula de microscopia óptica, pois a visualização de células reais possibilitaria uma vertente a mais para a concretização dos conceitos biológicos.

## REFERÊNCIAS

CARRASCOSA, Jaime Alís. El problema de las concepciones alternativas en la actualidad. (Parte II). El cambio de concepciones alternativas. **Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 2, n. 3, p. 388-402, 2005. Disponível em: <[http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/16260/Carrascosa\\_2005B.pdf?sequence=2](http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/16260/Carrascosa_2005B.pdf?sequence=2)> Acesso em: 8 jul. 2014.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa; PÉREZ, Daniel Gil-. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 3.ed. São Paulo: Cortez, 2003.

CLARK, James M.; PAIVIO, Allan. Dual coding theory and education. **Educational Psychology Review**, v. 3, n. 3, p. 149-210, 1991.

DÍAZ, Bustamante de; JIMENÉZ, Aleixandre M. P. 1993. ¿Ves lo que dibujas? Observando células con el microscopio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 2, p. 183-194, 1993.  
Disponível em: <<http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v14n2/02124521v14n2p183.pdf>>  
Acesso em: 13 jul. 2014.

FRANCO Jorge Ferreira; FRANCO, Nilton Ferreira; CRUZ, Sandra Regina Rodrigues da; LOPES, Roseli de Deus. Experiências de uso de mídias interativas como suporte para autoria e construção colaborativa do conhecimento. **Novas tecnologias na educação CINTED-UFRGS**, v. 5, n 1, p. 1-11, jul. 2007.

HEYDEN, Robin J. Approaches to cell biology: developing education multimedia. **Cell Biology Education**, v.3, p.93-98, 2004.

HOFFLER, Tim N.; LEUTNER, Detlev. Instructional animation versus static pictures: a meta-analysis. **Learning and Instruction**, v.17, p. 722-738, 2007.  
doi:10.1016/j.learninstruc.2007.09.013

KORAKAKIS, George; BOUDOUVIS, Andreas; PALYVOS, John; PAVLATOU, Evangelia A. The impact of 3D visualization types in instructional multimedia applications for teaching Science. **Procedia- Social and behavioral Sciences**, v. 31, p.145-149, 2012.  
doi:10.1016/j.sbspro.2011.12.032.

LEWIS, Jenny. Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationships? **International Journal of Science**, v. 22, n. 2, p.177-195, 2000.

MANN, Bruce L. The evolution of multimedia sound. **Computers & Education**, v.50, n. 4, p. 1157-1173, 2008.

MANZKE, G. R.; VARGAS, R. P.; MANZKE, V. H. B. Concepção de célula por alunos egressos do ensino fundamental: exercício 03 – indivíduos unicelulares. In: ENCONTRO NACIONAL DO ENSINO DE BIOLOGIA, 4. ENCONTRO REGIONAL DE BIOLOGIA DA REGIONAL 2; Goiânia. **Anais**. Goiânia: SBenBio. 2012.

MAYER Richard E.; ANDERSON Richard B. Animations need narrations: an experimental test of a dual-coding hypothesis. **Journal of Education Psychology**, v.83, n.4, p.484-490, 1991.

McCLEAN, Phillip; JOHNSON, Christina; ROGERS, Roxanne; DANIELS, Lisa; REBER, John; SLATOR, Brian M.; TERPSTRA, Jeff; WHITE, Alan. Molecular and cellular biology animations: development and impact on student learning. **Cell biology education**, v.4, p. 169-179, 2005. Disponível em: <<http://www.lifescied.org/content/4/2/169.short>>. Acesso em: 8 jul. 2014.

MONTANARI, Tatiana; BORGES, Elaine de Oliveira. Museu virtual do corpo humano: ambiente virtual de aprendizagem para o ensino de ciências morfológicas. **Novas tecnologias na educação CINTED-UFRGS**, v. 10, n 3, p. 1-11, dez. 2012.

MORAES, Sonia Augusta; TERUYA, Tereza Kazuko. **Paulo Freire e a formação do professor na sociedade tecnológica**, 2008. Disponível em: <[http://www.nead.ufpr.br/conteudo/artigos/paulo\\_freire.pdf](http://www.nead.ufpr.br/conteudo/artigos/paulo_freire.pdf)>. Acesso em: 13 jul. 2014.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos? **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v.1, n.1, p. 20-39, 1996.

NASCIMENTO, Anna Christina de Azevedo. **Princípios de design na elaboração de material multimídia para a Web**, p.1-7, 2005. Disponível em: <<http://rived.proinfo.mec.gov.br/artigos/multimidia.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2014.

NIGRO, Rogério G.; CAMPOS Maria C. C.; DESSEN Eliana M. B. A célula vai até a escola. Universidade de São Paulo, SP, **Revista Genética na escola**; SBG; v. 2, p.4-10, fev. 2007.

PALMERO, Maria Luz Rodrigues; MOREIRA, Marco Antonio. Modelos mentales de la estructura y el funcionamiento de la célula: dos estudios de casos. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v.4, n.2, p.121-160, 1999.

PELIZZARI, Adriana; KRIEGL, Maria de Lurdes; BARON, Maria Pirih; FINCK, Nelcy Teresinha Lubi; DOROCINSKI, Solange Inês. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, Paraná, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

RIZZI, Leonor; HAYDT Regina Célia. **Atividades lúdicas na educação da criança**. 2 ed. São Paulo: Ática, 1987.

ROGADO, James. A grandeza quantidade de matéria e a sua unidade, o mol: algumas considerações sobre dificuldades de ensino e aprendizagem. **Ciências & Educação**, v.10, n.1, p. 3-73, 2004.

SANTOS, Aline Borba dos; GUIMARÃES, Carmen Regina Parissoto. A utilização de jogos como recurso didático no ensino de zoologia. Universidade Federal de Sergipe, SE. **Revista Eletrônica de Investigación em Educación em Ciencias**, v.5, n. 2, p. 52-57, dez. 2010.