

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DEBORAH TALITA RUPPEL

O USO DE MÍDIAS DIGITAIS NO PROCESSO DE ENSINO
APRENDIZAGEM: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE CÉLULA
3D INTERATIVA PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

CURITIBA
2014

DEBORAH TALITA RUPPEL

O USO DE MÍDIAS DIGITAIS NO PROCESSO DE ENSINO
APRENDIZAGEM: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE CÉLULA
3D INTERATIVA PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do grau de Licenciada do Curso
de Ciências Biológicas, Setor de Ciências
Biológicas da Universidade Federal do
Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Carlos E. Pilleggi de
Souza.

Coorientadoras: Prof.^a Dr.^a Ruth J. Guse
Schadeck.

Prof.^a Dr.^a Márcia Helena Mendonça.

CURITIBA
2014

Dedico o projeto a meus pais e familiares, grandes incentivadores e que sempre acreditaram que é possível realizar um sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meu orientador Prof. Carlos E. Pilleggi de Souza e a minhas coorientadoras Profa. Ruth J. Guse Schadeck e Profa. Márcia Helena Mendonça que me orientaram com profissionalismo, cuidado e atenção resultando em um projeto do qual me orgulho de ter realizado.

A todos que me ajudaram no decorrer do trabalho; a meu namorado Jussimir Saul Pasold, grande desenvolvedor da Célula Interativa 3D e companheiro de todas as horas, a meu irmão Marcos Paulo Ruppel, que deu o suporte técnico aos computadores do colégio.

À diretora do Colégio Estadual Benedicto João Cordeiro, Profa. Sônia Maria Garcia Lopes e a toda a equipe da escola, em especial à técnica do laboratório de informática Ozélia Maria Vicente dos Santos e aos professores de biologia Luiz Gonçalves da Silva e Jaqueline Xavier de Oliveira por aceitarem e colaborarem com a aplicação do projeto.

A todos meus amigos e familiares que me apoiaram desde o início do projeto.

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso apresenta o desenvolvimento e aplicação de uma mídia tecnológica interativa intitulada Célula Interativa 3D, para o ensino de biologia celular aos estudantes do Ensino Médio. Para tanto, além da produção do material em si, o trabalho apresenta o embasamento teórico referente à utilização de mídias tecnológicas no ensino e à forma como podem propiciar ao aluno uma aprendizagem significativa e gratificante. O desenvolvimento do projeto tomou como base o método ADDIE (análise, desenvolvimento, *design*, implementação e avaliação), que contempla cada etapa da criação do material, desde a concepção e idéia inicial, até a aplicação e análise dos dados coletados com o público alvo. O material foi aplicado em um colégio da rede estadual da região de Curitiba, em cinco turmas do Ensino Médio Regular, sendo quatro do 1º ano e uma do 3º ano e em uma turma do 3º ano do Ensino Médio Técnico Profissionalizante em Administração. Durante a atividade os estudantes puderam testar livremente o material produzido. A avaliação do material foi efetuada através da aplicação de dois questionários. O principal objetivo dos questionários foi categorizar o entendimento dos estudantes sobre o conceito de célula e a percepção de seu raciocínio abstrato, necessário à concretização deste conceito. Neste viés, o emprego do aplicativo Célula Interativa 3D trouxe resultados promissores na superação das dificuldades usualmente encontradas pelos aprendizes na identificação e elaboração da imagem mental de uma célula animal em três dimensões.

Palavras-Chaves: Interatividade no ensino. Mídias tecnológicas. Biologia celular. Célula Interativa 3D.

ABSTRACT

The present course conclusion paper presents the development and application of a technological interactive media entitled Interactive 3D Cell, aimed for teaching cellular biology for high school students. Considering this, beyond the development of the material per se, this paper presents the theoretical basement referring to the utilization of technological medias on teaching and the way they can present the student with a significant and grateful learning. The development of the project adopted as basis the ADDIE method (analysis, development, design, implementation and evaluation) which cover every step of the material creation, from conception and initial idea, to the application and analysis of the collected data with the target public. The material was applied on a school from the state of Curitiba region, with five classes from Regular High School, being four from the high school first year, one from the third year and another one from the technical professionalizing High School on administration. During the activity, the students could freely test the produced material. The evaluation of the material was performed through the application of two questionnaires. The main objective of the questionnaires was categorize the knowledge of the student about the concept of a Animal Cell and the perception of their abstract reasoning, necessary to the concretization of this concept. In this bias, the employment of the Interactive 3D Animal Cell bring promising results on the overcoming on the difficulties usually found by the students on the identification and formulation of a mental image of an animal cell on three dimensions.

Key words: Interactivity in teaching. Technological media. Cellular biology. Interactive 3D Cell.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – MÉTODO ADDIE	25
FIGURA 2 – ELEMENTOS QUE CONSTITUEM A CÉLULA INTERATIVA 3D.....	28
QUADRO 1 – DEFINIÇÃO DAS FUNÇÕES DOS ELEMENTOS DA CÉLULA 3D ...	29
FIGURA 3 – EXEMPLO DE CÉLULA EM TRÊS DIMENSÕES	30
FIGURA 4 – ILUSTRAÇÃO DE REFERÊNCIA - RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO RUGOSO E LISO.....	30
FIGURA 5 – ELETROMICROGRAFIAS DE RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO RUGOSO (MET E MEV).....	31
FIGURA 6 – DESENVOLVIMENTO DA CÉLULA INTERATIVA 3D.....	33
FIGURA 7 – TELA DE BOAS VINDAS.....	34
FIGURA 8 – VISÃO GERAL COM DESTAQUE PARA AS CORES E TEXTURAS DAS ORGANELAS.....	35
FIGURA 9 – BARRA DE MENU	35
FIGURA 10 – BOTÃO INDICATIVO SOBRE A ORGANELA	35
FIGURA 11 – CARD DOS RIBOSSOMOS.....	36
FIGURA 12 – DESTAQUE DO NÚCLEO	37
FIGURA 13 – QUESTIONÁRIO NA PLATAFORMA TYPEFORM	38
FIGURA 14 – A LINGUAGEM UTILIZADA NOS QUESTIONÁRIOS	39
FIGURA 15 – UM DOS <i>SLIDE SHOW</i> DA APRESENTAÇÃO.....	39
GRÁFICO 1 – PERCENTUAL DE ALUNOS QUE DECLARARAM TER TIDO O CONTEÚDO SOBRE CÉLULA NO ENSINO FUNDAMENTAL	43
GRÁFICO 2 – PERCENTUAL DE ALUNOS QUE DECLARARAM TER TIDO O CONTEÚDO SOBRE CÉLULA NO ENSINO MÉDIO	44
GRÁFICO 3 – NÚMERO DE RESPOSTAS E PERCENTUAL SOBRE O TEMA ABORDADO.....	45
GRÁFICO 4 – GRAU DE DIFICULDADE SOBRE BIOLOGIA CELULAR.....	46
GRÁFICO 5 – PRINCIPAIS DIFICULDADES ENCONTRADAS PELOS ESTUDANTES	47
GRÁFICO 6 – RECURSOS DIDÁTICOS UTILIZADOS PELO PROFESSOR	48
GRÁFICO 7 – RECURSOS DIDÁTICOS MAIS INTERESSANTES SEGUNDO OS ESTUDANTES	49
GRÁFICO 8 – RECURSOS DIDÁTICOS MENOS INTERESSANTES SEGUNDO OS ESTUDANTES.....	50
GRÁFICO 9 – UTILIZAÇÃO DO LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS	50
GRÁFICO 10 – UTILIZAÇÃO DO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA PARA ESTUDO SOBRE CÉLULAS	51

GRÁFICO 11 – UTILIZAÇÃO DE MODELO QUE SE REGULE CONFORME AVANCE NO CONTEÚDO	52
GRÁFICO 12 – PERCENTUAL E NÚMERO DE ACERTOS E ERROS REFERENTES AOS DESENHOS DE CÉLULA ANIMAL	52
GRÁFICO 13 – IMPORTÂNCIA DO TRABALHO DA ALUNA DA UFPR SEGUNDO OS ESTUDANTES	56
GRÁFICO 14 – NO QUE A APRESENTAÇÃO DA CÉLULA INTERATIVA 3D CONTRIBUIU SEGUNDO OS ESTUDANTES	56
GRÁFICO 15 – PONTUAÇÃO MÉDIA DAS PARTES CONSTITUINTES DA CÉLULA INTERATIVA 3D	58
GRÁFICO 16 – PERCENTUAL E NÚMERO PARA A COMPREENSÃO DE UMA CÉLULA ANIMAL.....	59
GRÁFICO 17 – PERCENTUAL E NÚMERO DE ACERTOS E ERROS REFERENTES AOS DESENHOS DE CÉLULA ANIMAL APÓS A APLICAÇÃO DO MODELO.....	60

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – TABELA DE FREQUÊNCIA DE RESPOSTAS E PORCENTAGEM REFERENTES À QUESTÃO 13	53
TABELA 2 – TABELA DE FREQUÊNCIA DE RESPOSTAS E PORCENTAGEM REFERENTES À QUESTÃO 14	61

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO	12
1.2 JUSTIFICATIVA	12
1.3 OBJETIVOS	14
1.3.1 Objetivos Gerais	14
1.3.2 Objetivo Específicos	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 A INTERATIVIDADE NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM	16
2.2 MOTIVAÇÃO DO ALUNO NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM	17
2.3 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	19
2.4 O ALUNO NO CENTRO DA APRENDIZAGEM	21
2.5 VISUALIZAÇÃO E APRENDIZAGEM MORFOLÓGICA	22
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E RESULTADOS	25
3.1 ANÁLISE	26
3.2 <i>DESIGN</i>	26
3.3 DESENVOLVIMENTO	29
3.3.1 Características da Célula Interativa 3D	30
3.3.2 Instrumento de Avaliação	38
3.3.3 Apresentação da Célula Interativa 3D	39
3.4 FASE DE IMPLEMENTAÇÃO	40
3.4.1 Caracterização da Escola	40
3.4.2 Aplicação na Escola	41
3.5 AVALIAÇÃO	41
3.5.1 Resultados da Avaliação Diagnóstica aos Estudantes	42
3.5.2 Resultados pós Aplicação do Protótipo aos Estudantes	55
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
REFERÊNCIAS	65
GLOSSÁRIO	69
APÊNDICES	71
ANEXO	77

1 INTRODUÇÃO

O ensino de biologia, quando apresentado de forma tradicional, ou seja, partindo de pressupostos pedagógicos pautados apenas em recursos didáticos memorizantes e na transmissão de conhecimentos científicos tidos como verdadeiros e infalíveis, vem (ainda que lentamente) sendo motivo de preocupação por parte de educadores.

Atualmente, os alunos questionam-se sobre as razões dos professores usarem o quadro negro e ditarem um conteúdo específico, sendo que este já se encontra disponível na *internet* e de fácil acesso. Deve-se ressaltar que a atual geração de estudantes se desenvolveu, com maior ou menor acessibilidade aos mais diferentes recursos em tecnologias de comunicação e informação (TIC). Este contexto leva a mudanças na forma de pensar e aprender, e tem profundas influências nas funções cognitivas (FRANCO *et al.*, 2007). Nesse cenário, a ausência de interatividade, somada ao ensino de conteúdos descontextualizados e a falta de laboratórios de ciências agravam ainda mais a situação de um ensino memorizante e precário. Por outro lado, iniciativas vêm acontecendo no âmbito da educação no sentido de mudar estas práticas pedagógicas para tornar as aulas de Ciências e Biologia motivadoras e alicerçadas em materiais didáticos inovadores, voltados a atender a realidade do aluno e do cotidiano escolar no qual ele está inserido.

Neste trabalho pretendeu-se promover a interatividade através da utilização de mídias tecnológicas para o ensino, na expectativa de tornar uma aula de biologia celular para o 1º ano do Ensino Médio mais prazerosa e motivante para os alunos. O foco central foi o desenvolvimento de uma alternativa metodológica ao professor, que em muitos casos dispõe apenas como recursos de aulas expositivas ou material de apoio insuficiente e/ou não condizente com a realidade do estudante. A construção de um material didático interativo para utilização em computadores e *tablets* intitulado “Projeto Célula Interativa 3D” representou a parte inicial do trabalho, seguido de sua aplicação a alunos de uma escola da rede pública de ensino da região de Curitiba (PR), visando a avaliação de sua eficácia de aprendizagem enquanto material didático.

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

O processo educativo está sofrendo alterações progressivas no decorrer dos tempos, através da crescente incorporação e influência dos avanços tecnológicos na educação. Esta realidade tem gerado grandes questionamentos e inseguranças, em especial sobre o impacto das tecnologias no campo educacional. Em decorrência, os educadores vivem um dilema entre o compromisso com a aprendizagem dos conteúdos específicos de cada disciplina e a necessidade de incorporação das novas tecnologias. Neste viés, Santos e Guimarães (2010), defendem que as tecnologias podem ser estudadas e analisadas para que se tornem instrumentos de aprendizagem capazes de manter a atenção dos estudantes através de um ensino mais dinâmico, se comparado com uma aula expositiva.

O ensino de ciências ministrado exclusivamente através de aulas expositivas torna, em muitos casos, a disciplina entediante e a forma de apresentação dos conteúdos não corresponde ao cotidiano multi-interativo do aluno. Neste cenário, um dos grandes desafios atuais, é a incorporação criteriosa dos avanços tecnológicos na educação. Esse trabalho busca investigar o reflexo da interatividade no ensino assim como desenvolve e avalia um material didático interativo, disposto em uma mídia tecnológica.

1.2 JUSTIFICATIVA

A proposta de pesquisa tem por base dois pontos centrais: os conteúdos abordados em biologia celular e empregados para a elaboração da Célula Interativa 3D; e a aprendizagem significativa, entendida como o processo pela qual uma nova informação se relaciona com os conhecimentos prévios que o aluno detém (AUSUBEL *apud* PELIZZARI *et al.*, 2002). Nesta concepção, uma imagem em três dimensões proporciona a representação mental de formas no espaço, o aluno ao interagir com material produzido, poderá entender melhor os conceitos sobre células anteriormente estudados na apresentação clássica e uni/bidimensional, fornecida pelas ilustrações dos livros didáticos.

Partindo-se da premissa que tanto o ensino fundamental quanto médio no Brasil podem ser beneficiados com a inclusão digital, este trabalho procura fornecer uma alternativa para o ensino de conteúdos de biologia celular, como a proposição de uma mídia interativa. Alguns aspectos, no entanto, são limitantes. Os estudos na área ainda são raros e não acompanham as últimas inovações das áreas da tecnologia. O desenvolvimento desses materiais didáticos virtuais requer conhecimentos técnicos especializados. Os profissionais capacitados para o desenvolvimento desses materiais, como *designers* e programadores de *software*, tem dificuldade em encontrar uma fundamentação teórica específica, nas áreas de biologia, matemática, entre outras, para o posterior desenvolvimento de aplicações interativas em materiais didáticos (NASCIMENTO, 2005). Por outro lado, os professores frequentemente têm dificuldades com as tecnologias (MORAES; TERUYA, 2008). Este é, talvez, o maior obstáculo para a aplicação de materiais didáticos virtuais.

A biologia abordada no Ensino Médio deve ser mais instigante, oferecendo mais do que a simples memorização de conteúdo. Não obstante, as mídias interativas vêm-se mostrando cada vez mais viáveis para a aprendizagem de biologia, devido a sua interatividade e pela capacidade de aproximar o aluno do conteúdo ministrado (MANAP; SARDAN; RIAS, 2013). Diferentes das aulas unidirecionais, onde o professor transmite informações sem relacionar as diversas situações vividas no cotidiano do aluno (KRASILCHIK, 2004 *apud* CASTRO; COSTA, 2011), as atividades lúdicas, como em um artefato virtual interativo, podem auxiliar os alunos na apropriação de conteúdos e consequentemente gerar uma aprendizagem mais significativa (CASTRO; COSTA, 2011).

Considerando o grande potencial dos materiais didáticos virtuais para a aprendizagem de biologia e a carência destes materiais no Brasil, justifica-se a construção de uma Célula 3D Interativa e a investigação das suas implicações na aprendizagem.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivos Gerais

Os objetivos gerais desta proposta são:

- A análise de pesquisas e bases teóricas que discutam as contribuições de mídias tecnológicas como recursos didáticos eficazes no processo de aprendizagem de conceitos de biologia celular, abordados no 1º e 3º ano do Ensino Médio;
- Desenvolvimento de um material virtual interativo, uma célula em três dimensões;
- Aplicação da Célula Interativa 3D junto aos estudantes do ensino médio e a avaliação de sua eficácia na aprendizagem.

1.3.2 Objetivos Específicos

Realizar um trabalho de revisão bibliográfica, abordando livros e revistas científicas já publicados sobre o tema, que servirão como base teórica para o posterior desenvolvimento do trabalho.

Desenvolver o protótipo de material virtual interativo, uma Célula Interativa 3D.

Promover a adequação do tema para as séries em estudo.

Verificar a validade do uso de instrumentos didáticos interativos no ensino de biologia celular em sala de aula, para os assuntos abordados no 1º ano do Ensino Médio.

Aplicar o questionário aos estudantes, visando analisar comparativamente o conhecimento prévio sobre biologia celular e os novos conhecimentos promovidos com o emprego do material didático interativo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A primeira etapa do trabalho concentrou-se na pesquisa bibliográfica sobre o tema, norteadada pelo levantamento de dados de diversas fontes, que segundo Lakatos e Marconi (2001), possui como finalidade colocar a autora em contato direto com o que foi publicado sobre o assunto. A análise da revisão de literatura foi feita a partir do material reunido durante a pesquisa, na identificação dos pontos e informações chaves encontrados para posterior discussão dos dados obtidos, que formou uma base teórica sobre o qual o trabalho foi desenvolvido.

Os principais conceitos e referenciais teóricos para elaboração do presente trabalho abrangeram principalmente livros, periódicos especializados, *sites* e materiais produzidos que dissertam sobre o tema. Para tanto, foram pesquisadas a interatividade no processo de ensino-aprendizagem, a motivação do aluno no processo de ensino-aprendizagem, a aprendizagem significativa, o aluno no centro da aprendizagem, a importância da visualização e a aprendizagem morfológica. Igualmente buscou-se, para elaboração do trabalho, os conceitos e práticas adquiridos ao longo da formação acadêmica, com ênfase na pesquisa e na análise dos conteúdos.

O trabalho caracteriza-se como uma pesquisa quali-quantitativa. Apresenta como principais características, no que diz respeito à pesquisa qualitativa: o estudo das relações complexas sem estudá-las isoladamente; o pesquisador como principal instrumento de coleta de informações; aspectos subjetivos e explanatórios, característicos da pesquisa livre sobre um tema, ou seja, a análise e coleta de dados produz um texto baseado em obras e materiais existentes assim como sua análise segue um processo quase que indutivo; o envolvimento emocional e valorativo por parte do pesquisador sobre o tema e a produção de entrevistas (ou questionários) voltadas para os estudantes e centradas em um problema, sendo as informações coletadas e posteriormente analisadas (DILTHEY *et al.*; 2000 *apud* GÜNTHER, 2006). Em adição, para o desenvolvimento de questionários semiestruturados, ou seja, mais curtos, segundo Bardin (2011), em sua proposta para a análise de conteúdo, utiliza-se de procedimentos avaliativos quantitativos e qualitativos, visto apresentarem tanto questões de múltipla escolha (fechadas) quanto discursivas

(abertas). O emprego desse instrumento implica em passos determinados, nas questões fechadas pode-se quantificar as opiniões descritas, e nas abertas, a visão individual de cada participante é considerada (GÜNTHER, 2006).

2.1 A INTERATIVIDADE NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

O processo educativo está em constante transformação, pois as partes envolvidas em tal prática se questionam do modo como se aborda o conteúdo em aula, ao levar em consideração a facilitação da aprendizagem. Para que a prática do ensino ocorra de forma facilitada, é preciso adequar-se os recursos educativos oferecidos aos alunos. Em uma sociedade onde a interatividade acontece de forma espontânea, ou seja, pela sua facilidade e disponibilidade de uso, e na qual exista uma grande velocidade das informações disponíveis, os alunos tem apresentado interesse por atividades dinâmicas nas quais a participação seja maior (SANTOS; GUIMARÃES, 2010).

As disciplinas em sua grande maioria, são pensadas de forma unidirecional, na qual o professor transmite informações aos alunos sem relacionar com algo que o estudante já saiba, com o que ele vivenciou em seu cotidiano, sem utilizar dos recursos tecnológicos que a escola dispõe ou que o aluno convive, ou sem ouvir suas dúvidas e argumentos sobre o conteúdo a ser explicado, sem que o conhecimento anterior ao apresentado pelo professor seja um instrumento para a aprendizagem (SANTOS; GUIMARÃES, 2010).

Muitas vezes durante o processo de aprendizagem de ciências o professor é considerado um transmissor de idéias, onde fala 90% do tempo durante as aulas esforçando-se em explanar o conteúdo para discentes, que em silêncio, devem internalizá-lo para serem expresso durante as avaliações (SCHNETZLER, 1992 *apud* SANTOS; GUIMARÃES, 2010 p. 55).

Para que o aluno internalize o conteúdo de biologia celular de forma ativa e lúdica, um dos métodos alternativos é o ensino com mídias interativas.

Esta metodologia traz benefícios tanto aos professores como aos alunos. No caso dos educadores, facilita na retomada do conteúdo, ao ser utilizada como

material de apoio às aulas teóricas e, para os aprendizes auxilia na apropriação da matéria, ao retomar os conteúdos expostos na teoria, e por consequência gera uma aprendizagem significativa (CASTRO; COSTA, 2011).

No entanto, para tornar os materiais didáticos virtuais instrumentos de ensino efetivos, estes precisam levar em conta fatores como adequação de conteúdos às séries, a faixa etária, o contexto e o local onde pretendem ser aplicados, assim como a linguagem a ser empregada e o nível das informações que trarão novidades ao aluno, para que não tornem-se inacessíveis ao indivíduo ou subestime sua capacidade. Outro aspecto a ser considerado é a interface a ser aplicada no material didático: leveza da navegação, interatividade, ambiente amigáveis, dentre outros, para que seja atrativo ao aluno e não aversivo (NASCIMENTO, 2005). Por exemplo, o estudante pode escolher opções de revisão de conteúdo, pode ir e vir, voltar e observar de ângulos diferentes, escolher caminhos de navegação. Desta forma, o material interativo permite que o aluno se coloque no centro do processo de aprendizagem, respeitando as suas necessidades e estilos cognitivos, bem como suas motivações e interesses. Outro subsídio para implantação de uma mídia interativa é a capacitação dos professores, de forma que possam aprimorar aulas e descobrir novas maneiras de trabalhar um conteúdo (ZUIN *et al.*, 2008).

É importante, porém, destacar que a *internet* e o uso de mídias interativas requerem uma pedagogia crítica e reflexiva, pois há conteúdos expostos nesses meios de comunicação que possuem erros quanto veracidade, além de conceitos muito superficiais e simplistas (MORAES; TERUYA, 2008). Portanto questionar essas informações e buscar fontes virtuais consistentes com embasamento teórico e científico é uma postura fundamental para educadores que pretendem desenvolver suas atividades com o auxílio de alguma mídia interativa, assim como conhecer as potencialidades e limitações dessa ferramenta no processo de ensino-aprendizado.

2.2 MOTIVAÇÃO DO ALUNO NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

A motivação no processo de ensino-aprendizagem é muitas vezes definido pelo significado do termo, como sendo o ato e efeito de motivar e algo que impulsiona o indivíduo a realizar algo, o que torna o conceito confuso e muito

abrangente. Segundo Carretero (2002), ouve-se muito por parte de educadores a expressão “o aluno não está motivado” ao desenvolver tal tarefa, referindo-se a uma situação final de um processo onde diversos fatores estão envolvidos, que pode ser de caráter interno ou externo. Contudo a motivação não deixa de ser uma característica interna de cada pessoa, existindo diferentes estilos de motivações.

Carretero (2002) afirma que existem dois tipos de motivação: a motivação intrínseca, onde o aluno acredita que seus resultados de aprendizagem se devem a causas internas e que dependem do seu próprio esforço e determinação; e a motivação extrínseca, onde o indivíduo pensa que seus resultados são devidos a fatores externos, que não são controláveis. Portanto, alunos com motivação intrínseca realizam tarefas com incentivos de caráter interno, já alunos com características de motivação extrínseca tendem a necessitar de maiores incentivos externos.

Ao serem identificados os dois tipos de motivação, percebe-se que o tipo de reforço torna-se diferente conforme o estilo motivacional do aluno. Vale destacar que, há diferença do conceito de meta por aprendizagem behaviorista, que parte do princípio que o indivíduo pode mudar seu comportamento pela simples existência de recompensa, com as teorias atuais dizem que o aluno busca uma determinada meta ao realizar alguma tarefa, ou seja, é determinante almejar algo nos objetivos que ele pretende alcançar. Nessa linha de raciocínio, percebe-se existirem dois tipos de metas. As metas dos indivíduos que têm motivação intrínseca, que buscam a melhoria a favor dos seus próprios interesses na forma de alcançar objetivos próprios e, por outro lado, as metas de indivíduos que possuem motivação extrínseca, que manifestam desejo de possuir aprovação externa de outras pessoas, assim como recompensas após a realização de alguma tarefa (CARRETERO, 2002).

É relevante realçar a importância do professor estar atento aos estilos motivacionais de seus alunos para que escolha a tarefa mais apropriada e que tipo de reforço que deve oferecer a uma classe onde há diferentes tipos motivacionais, e onde os alunos apresentam distintas expectativas e requerem diferentes recompensas, assim como deve perceber como estas podem favorecer a aprendizagem. O docente pode ofertar uma mescla de recompensas externas, junto

a mensagens dirigidas aos estudantes, sobre mudar ou seguir em frente no conteúdo. Em muitos casos os próprios professores criam uma expectativa ante de uma determinada tarefa, mas percebem que não surte efeitos em alguns dos alunos. Cabe ao educador perceber que o processo básico de motivação de seus alunos são similares aos presentes em qualquer indivíduo e o que varia é a intensidade da expectativa (CARRETERO, 2002).

As novas tecnologias contribuem para o aprendizado por despertar a curiosidade, o interesse e a motivação dos alunos. O modo de aprender não se limita às aulas convencionais. A utilização do laboratório de informática por meio da *internet*, com a utilização de jogos, simuladores, modelos ou uma simples pesquisa, possibilita a interação entre aluno e professor e, portanto, favorece o aprendizado (MORAES; TERUYA, 2008). Com esse entendimento, a aplicação de um modelo de Célula Interativa 3D pode tornar a aula mais motivante para os estudantes. O emprego de tal mídia tecnológica, possibilita a interação do estudante com o objeto de estudo e uma melhora na compreensão dos aspectos espaciais que as ilustrações dos livros didáticos não podem contemplar.

2.3 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

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 torne-se eficaz e prazerosa (PELIZZARI *et al.*, 2002).

O cerne da aprendizagem significativa é a estrutura cognitiva, caracterizada como um conjunto de idéias totais de que um indivíduo possui sobre um determinado assunto. Nessa estrutura ocorrem os processos de organização e integração de um novo conhecimento. Sendo assim, quando uma quantidade de

conhecimento é apresentado ao aluno, existe uma interação do que ele já sabe com o que pode aprender (conhecimento específico do aluno) (PELIZZARI *et al.*, 2002).

A palavra *subsunção*¹, definida por Ausubel, refere-se a um conceito, uma idéia que já exista na estrutura cognitiva de uma pessoa, que serve como base fundamental para uma nova informação a ser adquirida, conferindo-lhe um significado para o indivíduo (MOREIRA *apud* CASTRO; COSTA, 2011). Ao transpor-se tal conceito para sala de aula, a aprendizagem significativa torna-se efetiva quando o conhecimento construído pelo aluno, sob a regência do professor, consegue fixar-se a um conceito *subsunção* do aluno. Tal prática evidencia que o professor deve ter um conhecimento prévio de seus alunos, para que a internalização e reestruturação de conteúdos ocorra.

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). O desenvolvimento do trabalho partiu da idéia 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.

Na aprendizagem significativa o aluno não é um mero receptor de informações, uma vez que relaciona os significados que internalizou com aqueles

¹ Termo utilizado na psicologia, teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, para estrutura cognitiva existente, capaz de favorecer novas aprendizagens.

que ele já possuía. E esta relação não se faz de forma não arbitrária, mas sim com aquisição de significado. Desta forma, o aprendiz progressivamente muda a sua estrutura cognitiva ao reorganizar o conhecimento aprendido e reconciliando o mesmo ao identificar semelhanças e diferenças com o conhecimento prévio, ou seja, o aluno está construindo o seu próprio conhecimento (MOREIRA, 2000). Portanto não é apenas importante o professor conhecer a importância da representação que o aluno traz sobre o conteúdo, mas analisar a interação entre o conhecimento novo com aquele que já possui, ou seja, quanto mais próximo o conhecimento por descoberta mais significativo ele será. Outro aspecto importante é tornar o conteúdo aos alunos lógico e psicologicamente significativo, ou seja, não ser desconexo à realidade do aluno e fixar-se nas experiências que cada um tem. Desta forma o aluno irá fazer a filtragem dos conteúdos que possuem significados para ele ou não (PELIZZARI *et al.*, 2002).

A utilização de mídias interativas na educação é um método alternativo por possuir um valor informativo e formativo, atraindo o aluno de forma descontraída, pois é através das brincadeiras e conhecimentos lúdicos que a criança ou o adolescente produz esquemas mentais que poderão ser aplicados na realidade, de acordo com suas necessidades, tornando-se assim um meio que permite a aprendizagem significativa (RIZZI; HAYDT, 1987 *apud* SANTOS; GUIMARÃES, 2010).

2.4 O ALUNO NO CENTRO DA APRENDIZAGEM

A aprendizagem por mídias tecnológicas permitem uma maior participação por parte do aluno, quando comparadas às metodologias convencionais. Essa participação propicia ao educando a constatação de que ele mesmo pode buscar o seu conhecimento, dentro e fora do ambiente escolar. Para que o aluno busque caminhos para explorar algo, precisa ter a disposição para aprender e, como foi discutido no tópico anterior, o conteúdo a ser aprendido precisa possuir um significado.

Igualmente, cabe ressaltar que as novas tecnologias trazem à tona a importância dos alunos saberem pesquisar e também incentivam as diferentes

formas de fazê-lo. Para que o estudante torne-se mais proativo e tome decisões próprias, deve-se adotar uma metodologia de pesquisa, na qual o aprendiz se envolva em atividades onde tomadas de decisões são importantes, sinta-se desafiado e possa avaliar resultados com apoio de matérias consistentes presentes na *internet* (MORAN, 2014). O trabalho com desafios é complexo, pois os alunos possuem expectativas, motivações e atitudes perante algum problema ou tema a ser abordado. O professor precisa identificar quais são essas aspirações dos estudantes, de forma a utilizá-las na sua aprendizagem. Deve torná-las um recurso didático auxiliar, promovendo atividades grupais, onde a cooperação é relevante ou atividades mais autônomas, ambas com tecnologias presentes na vida dos estudantes (MORAN, 2014).

Paulo Freire (1996) refere-se ao indivíduo como inacabado, mas sempre em busca de conhecimento. E, para o autor, a consciência do inacabamento nos torna seres éticos e perante isso impõe-se a necessidade de respeito à autonomia de cada um. O professor, que também é um ser inacabado, deve respeitar a curiosidade e a inquietude do saber do aluno. Deve ter clareza que não há conceitos certos que devem ser aceitos, mas que a construção do conhecimento se dá pelo diálogo e discussão em grupo, ressaltando que a busca do conhecimento se deve ao aluno, que se torna o centro da sua aprendizagem, por mediação do professor e demais envolvidos.

A participação ativa do aluno na aquisição de conhecimento, assim como sua atividade de ligar os conceitos novos nos pré-existentes, não deve embasar-se na mera repetição daqueles enunciados pelo professor ou presentes em qualquer material de apoio. A construção do conhecimento é, antes, uma reelaboração de si próprio e, dessa forma consiste em um dos grandes desafios da aprendizagem (PELIZZARI *et al.*, 2002).

2.5 VISUALIZAÇÃO E APRENDIZAGEM MORFOLÓGICA

A visão é um dos sentidos mais aguçados nos seres humanos e, com tal, torna-se um instrumento poderoso para a 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).

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). 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.

As disciplinas das ciências morfológicas, em nível celular, possuem como escopo a observação de fenômenos e estruturas de dimensões diminutas, apenas visualizáveis com o auxílio das técnicas de microscopia (óptica ou eletrônica). E o processamento dos materiais biológicos para a observação microscópica geralmente resulta em células isoladas ou cortes de tecidos. Desta forma, a interpretação das imagem obtidas através desses equipamentos depende do conhecimento prévio da parte teórica do tema. Em outras palavras, o reconhecimento das estruturas celulares e suas classificações são fundamentais para a compreensão dos processos biológicos (MONTANARI; BORGES, 2012). Como a maioria das escolas, em especial as públicas, não dispõem de equipamentos de microscopia para a observação de cortes histológicos, estes são apresentados apenas em ilustrações nos livros didáticos. Em consequência criam-se situações muito propensas a erros conceituais, uma vez que a estrutura tridimensional usualmente não é entendida. Neste contexto, animações e vídeos dessas estruturas, oportunizados pelas mídias interativas, mostram-se como uma ferramenta útil para os estudantes compreenderem sobre esses conceitos.

As representações gráficas são visualizações que agregam mais conteúdo do que as mídias impressas ou estáticas (McCLEAN, 2005) e possuem grande eficácia perante alunos que ainda não tenham tido contato ou conhecimentos anteriores sobre um determinado tema (MAYER; GALLINI, 1990 *apud* McCLEAN, 2005). Nesse contexto, as animações são recursos didáticos atuais que promovem uma aprendizagem a longo prazo, pela combinação de sinais verbais e visuais, além da visualização de objetos complexos envolvidos. 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). O conjunto destas características permite a conclusão de que as animações são recursos valiosos na aprendizagem de disciplinas morfológicas. Portanto, a Célula Interativa 3D aqui construída apresenta grande potencial de aplicação para a aprendizagem sobre a estrutura e função celulares.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E RESULTADOS

Segundo Manap *et al.* (2013), metodologia é um sistema de orientação centrado na resolução de problemas, com etapas específicas bem definidas com fases, técnicas e ferramentas. A metodologia adotada no presente trabalho consiste, de forma resumida e adaptada, da abordagem metodológica desenvolvida no projeto ADDIE, abreviatura das palavras inglesas: *analysis, design, development, implementation* e *evaluation* BRANCH (2009).

O ADDIE se divide em cinco etapas definidas (FIGURA 1):



FIGURA 1 – MÉTODO ADDIE
FONTE: MANAP (2013, p. 34).

A metodologia do projeto consistiu em apresentar e delimitar os aspectos do *design* e da construção do protótipo, assim como definir as principais características desejáveis para o seu uso como um material didático interativo. Também foi desenvolvida uma coleta de dados com os estudantes por meio de questionários para posterior compilação e avaliação dos dados assim como considerar os aspectos educacionais de como a Célula Interativa 3D foi aplicado na escola.

As diferentes etapas da criação da Célula Interativa 3D foram detalhadas a seguir:

3.1 ANÁLISE

A primeira fase do ADDIE é a análise, onde ocorre a identificação do público alvo e seu ambiente de aprendizagem. É nessa fase que se define e compreende as necessidades e limitações do público na qual será aplicado o material didático, seu conhecimento preexistente assim como suas habilidades (MANAP *et al.*, 2013). O resultado da análise foi o ponto de partida da segunda etapa do trabalho.

Antes de produzir efetivamente qualquer material didático, é necessário identificar as principais características de alunos e professores que utilizarão o material, de forma a facilitar o seu uso pelo professor e a aprendizagem do aluno (NASCIMENTO, 2005).

Nascimento (2005, p. 1) elenca algumas questões para a definição dos usuários para a produção de materiais multimídias:

- Quais são as pessoas que irão utilizar a mídia (idade)?
- Qual o nível educacional (ensino fundamental, ensino médio ou superior)?
- Qual é a experiência anteriores dos indivíduos com computador e *internet*?
- Quais recursos tecnológicos eles mais utilizam no cotidiano?

Baseado em Nascimento (2005), para a produção da Célula Interativa 3D foi delimitado como público alvo alunos do 1º e 3º ano do Ensino Médio, com idade entre 15 a 18 anos de uma escola da região sul da cidade de Curitiba. Esses jovens possuem experiência, de maior a menor grau, com uso de computador e *internet*, assim como o uso de plataformas interativas *online* como as redes sociais. Possuem, em sua maioria, acesso a recursos tecnológicos como celulares, *tablets* e computadores. O ambiente escolar apresenta um laboratório de informática amplo e com computadores em uso. Em contrapartida, o laboratório de ciências encontra-se desativado.

3.2 DESIGN

A fase de *design* volta-se para a análise temática para a criação do material didático, ou seja, tudo aquilo que será produzido, assim como seu planejamento e a

seleção da mídia que será utilizada para o desenvolvimento, que é a próxima fase (BRANCH, 2009). É nessa etapa que ocorrerá a concepção da solução da aprendizagem, ou seja, discute-se os principais pontos necessários para que se cumpra o objetivo educacional definido na análise, para que o aluno possua uma aprendizagem efetiva. Nessa etapa se estabelece as soluções necessárias e cabíveis para o desenvolvimento do protótipo (MANAP *et al.*, 2013). É importante ressaltar que a fase de concepção deve relevar quais meios serão mais adequados para o desenvolvimento do projeto, identificando os conhecimentos e habilidades do público alvo assim como qual será a interação adequada para esse público, considerando os princípios de *design*, usabilidade da interface do usuário e conteúdo que este irá adquirir (MANAP *et al.*, 2013).

A partir dos dados reunidos na análise e na pesquisa teórica, definiu-se que a solução para o problema educacional proposto nesse trabalho seria o desenvolvimento de um material interativo digital *online*, voltado para o ensino de biologia celular. O recurso deveria explorar a morfologia tridimensional da célula animal e as principais organelas que a constituem, destinando-se, em especial, para alunos do Ensino Médio.

Nessa etapa definiu-se os elementos que fariam parte da Célula Interativa 3D. Para isso, foram realizadas reuniões com as coorientadoras do projeto, que permitiram a definição dos elementos que deveriam ser incluídos no modelo de célula animal (FIGURA 2), suas principais organelas, assim como suas formas e texturas. As escolhas foram feitas com base na literatura especializada sobre biologia celular e fotografias de microscopia óptica e eletromicrografias (microscopia eletrônica). Delineou-se, igualmente, a disposição e a apresentação desse modelo de célula animal, definida em cinco principais categorias de elementos (QUADRO 1) cada uma com diferentes funções dentro do material interativo.

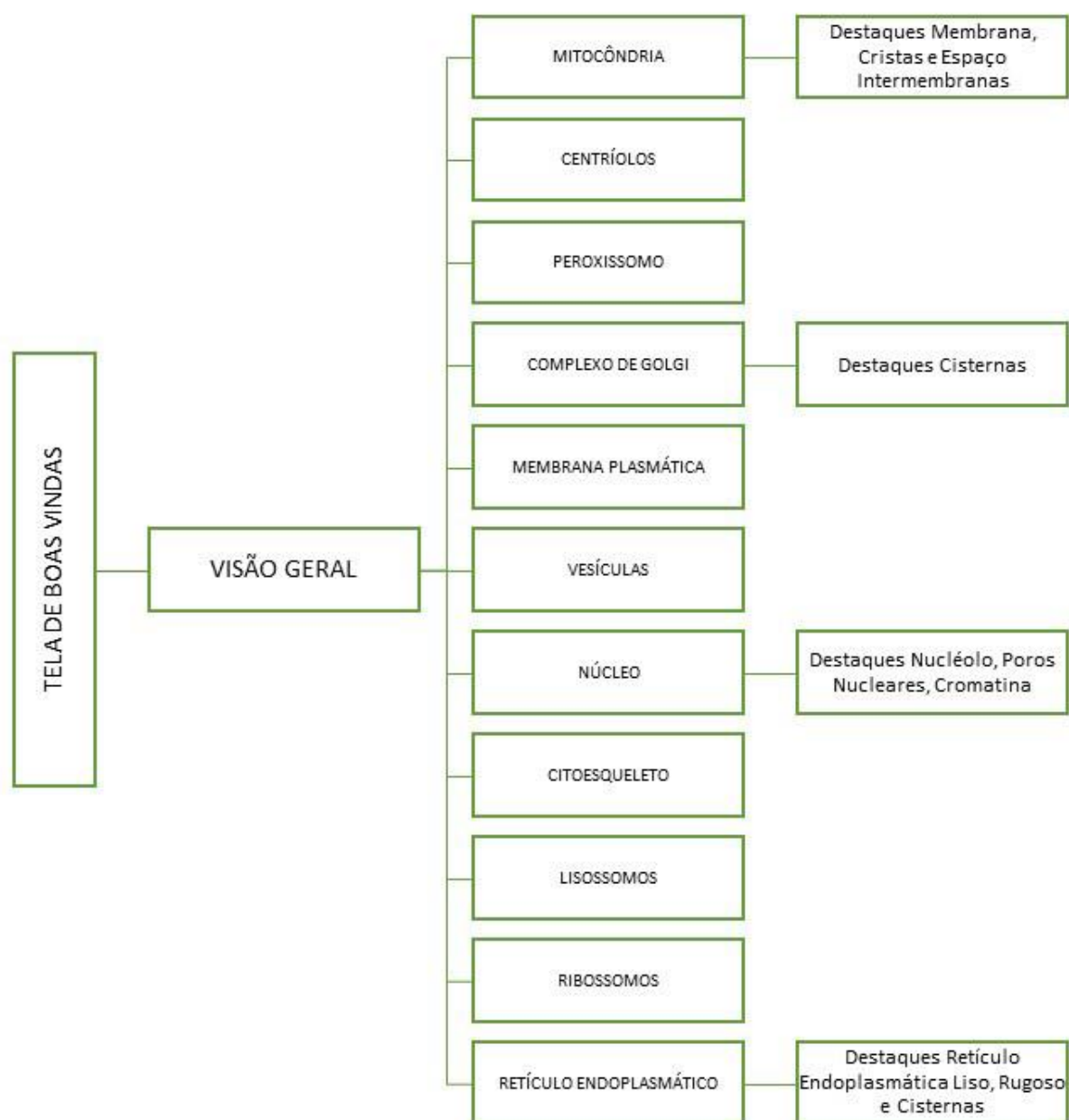


FIGURA 2 – ELEMENTOS QUE CONSTITUEM A CÉLULA INTERATIVA 3D
 FONTE: A AUTORA (2014).

Categoria do elemento	Função
Tela de boas vindas	Recepcionar o usuário na Célula Interativa 3D.
Visão Geral	Nesta tela o usuário poderá observar a célula como um todo. Apresentará círculos indicativos sobre cada organela, que ao ser clicado levará o usuário à tela respectiva dessa organela.
<i>Cards</i>	Na tela de cada organela, há blocos de textos localizados na região superior esquerda e direita, com descrição das organelas clicadas pelo usuário.
Organelas	Ao clicar em uma das organelas ou no item do menu referente a mesma, a plataforma permitirá aproximação, rotação e <i>zoom</i> na organela.
Destaques	Algumas organelas apresentam uma descrição mais detalhada de sua morfologia, dispostas por setas indicativas.

QUADRO 1 – DEFINIÇÃO DAS FUNÇÕES DOS ELEMENTOS DA CÉLULA 3D
 FONTE: A AUTORA (2014).

3.3 DESENVOLVIMENTO

A etapa de desenvolvimento possui como objetivo gerar e validar os recursos de aprendizagem selecionados na fase de *design* (BRANCH, 2009). Nessa etapa são criadas as mídias interativas e todos os materiais necessários para a execução da implementação. Desta forma, a etapa de desenvolvimento trata da produção real do projeto (MANAP *et al.*, 2013), incluindo conteúdos a serem entregues aos estudantes como ferramentas de avaliação, que nesse caso são os questionários ao e a apresentação da mídia que pretende-se aplicar.

Durante a fase de desenvolvimento da Célula Interativa 3D foram selecionadas algumas imagens e fotografias de microscopia que forneceram as bases para o desenvolvimento da mídia interativa. Igualmente foram: a) escolhidos os *softwares* para a criação do modelo de célula; b) definidos os princípios de *design* visando o cumprimento dos objetivos propostos ao material didático; c) elaborados os questionários de avaliação; d) desenvolvida a apresentação do modelo para os estudantes do Ensino Médio, destacando-se as características principais da Célula Interativa 3D.

3.3.1 Características da Célula Interativa 3D

Detalhando o já anteriormente destacado, a primeira parte do desenvolvimento consistiu nas indicações e sugestões das professoras coorientadoras assim como o estudo de algumas imagens de microscopia, como referência a formas e texturas para as organelas (FIGURA 3), (FIGURA 4) e (FIGURA 5).

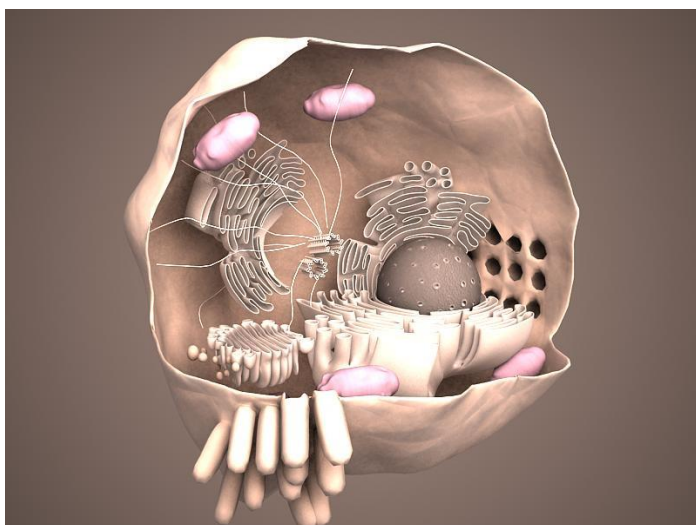


FIGURA 3 – EXEMPLO DE CÉLULA MODELADA DIGITALMENTE EM TRÊS DIMENSÕES
FONTE: LAVIPA UFPR (2014).

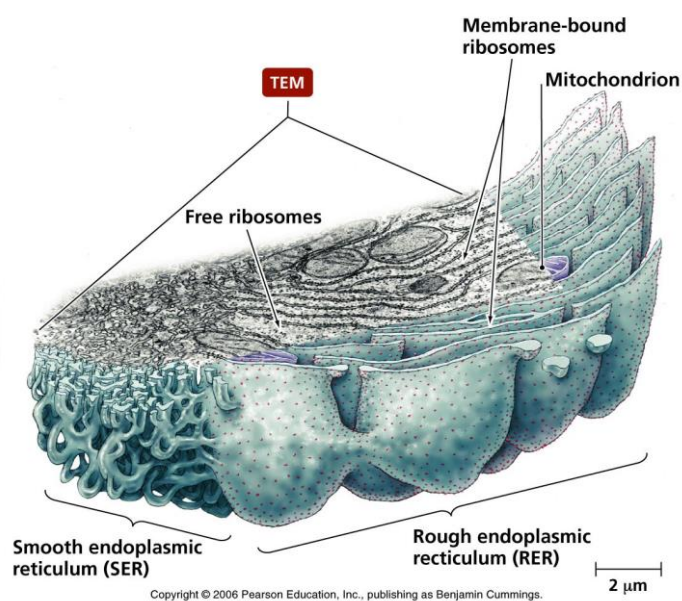


FIGURA 4 – ILUSTRAÇÃO DE REFERÊNCIA - RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO RUGOSO E LISO
FONTE: PERSON EDUCATION, PRINCE GEORGE'S COMMUNITY COLLEGE (2014).

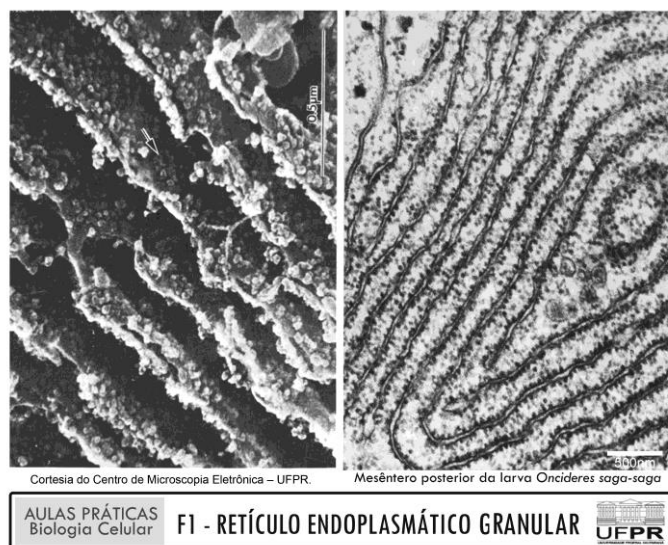


FIGURA 5 – ELETROMICROGRAFIAS DE RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO RUGOSO (MET E MEV)

FONTE: CENTRO DE MICROSCOPIA ELETRÔNICA DA UFPR (2014).

A produção do material interativo foi realizada com apoio técnico especializado de Jussimir Saul Pasold, *designer* responsável pela modelagem digital das organelas em três dimensões e o estudo da plataforma interativa *online* onde o material foi hospedado assim como os demais elementos da interface do usuário.

A maior parte do desenvolvimento da Célula Interativa 3D foi feito com o uso do *software* Autodesk 3DS Max 2013. A escolha deveu-se ao fato do *software*, dispor da maioria dos recursos necessários para o processo de modelagem digital de objetos em três dimensões, além de recursos de simulação e renderização de imagens e texturas (FIGURA 6).

As texturas das organelas foram produzidas no Adobe Photoshop CS6, um programa de edição de imagem, e posteriormente importados no Autodesk 3DS Max para a renderização, (processo de obtenção do produto final através de processamento digital).

Posteriormente se fez a otimização poligonal dos modelos tridimensionais. Neste trabalho, a otimização poligonal permitiu a redução da quantidade de vértices dos modelos tridimensionais em mais de 90%. Essa redução foi fundamental para que a Célula 3D pudesse ser reproduzida em tempo real na maioria dos dispositivos, desde computadores até *tablets* e *smartphones*.

Na sequência, os modelos tridimensionais foram exportados do Autodesk 3DS Max 2013 no formato “.FBX” para a importação na plataforma Cl3ver (<http://www.cl3ver.com/>). Após os modelos serem importados para a plataforma

interativa *online*, iniciou-se o desenvolvimento dos recursos interativos e dos elementos gráficos da interface do usuário. Grande parte do desenvolvimento gráfico da interface foi realizada através do programa gráfico de edição vetorial Corel Draw X7 e o Adobe Photoshop CS6. A interface inclui os itens tela de boas vindas, ícones, caixas de texto, destaques das organelas e o menu principal.

Foram desenvolvidas duas versões da plataforma interativa *online*, uma com alta definição (*high definition*) e outra otimizada, para abrir em computadores com menor desempenho (*low definition*), como os computadores disponíveis na escola em que foi aplicada a Célula Interativa 3D. As siglas LD (*low definition*), e HD (*high definition*) foram colocadas na parte inferior direita da tela, para que o usuário possa escolher a versão mais adequada à capacidade do dispositivo que estiver utilizando. Após a finalização da modelagem digital 3D do modelo de célula animal e da criação da sua versão interativa na plataforma *online*, ocorreu a distribuição do *link* no site do NUEPE (Núcleo de Ensino Pesquisa e Extensão do Departamento de Biologia Celular da UFPR). Disponível em: <http://www.nuepe.ufpr.br/blog/>.

A seguir o fluxograma seguido para o desenvolvimento da Célula Interativa 3D (FIGURA 6):

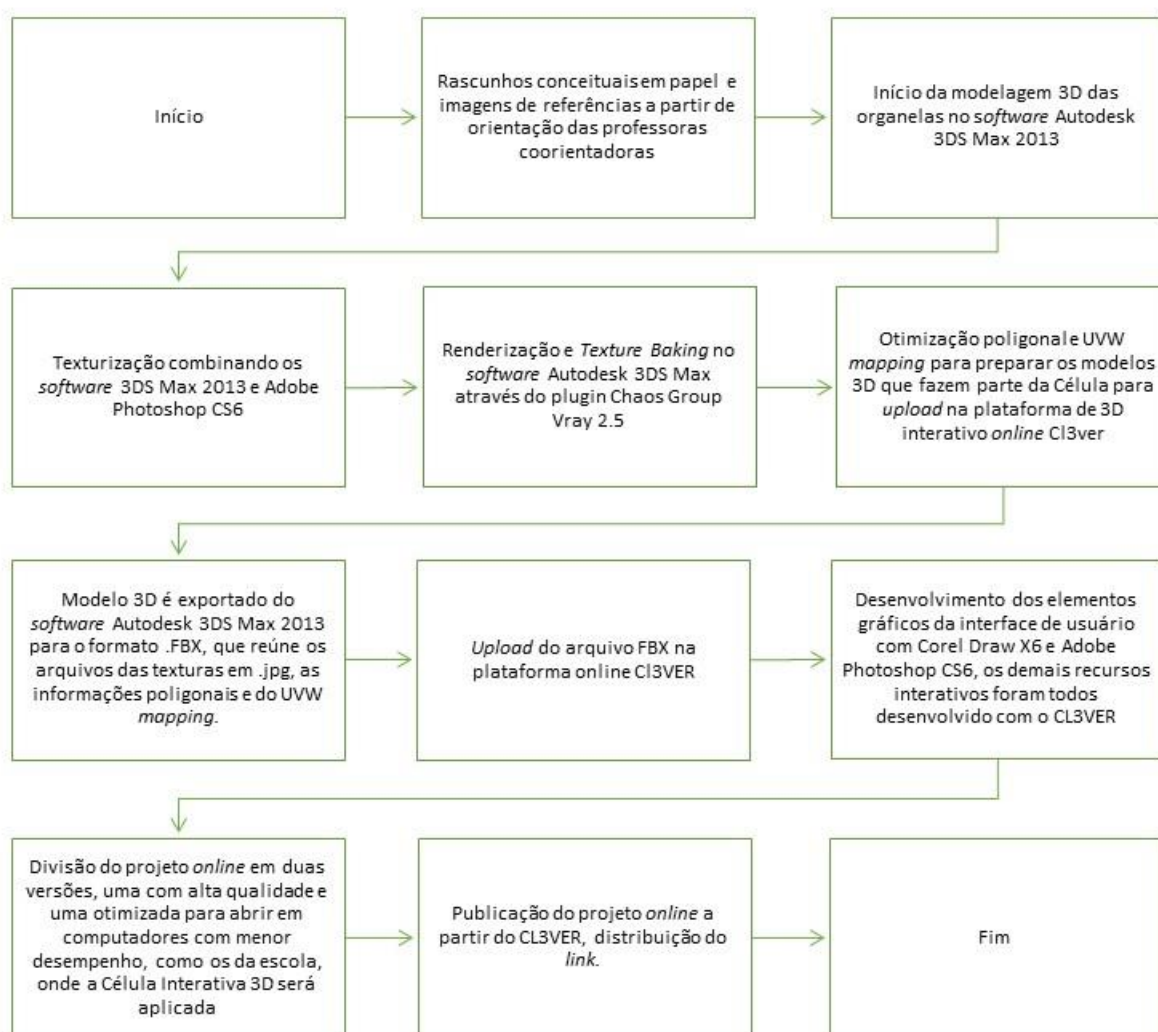


FIGURA 6 – DESENVOLVIMENTO DA CÉLULA INTERATIVA 3D
 FONTE: A AUTORA (2014).

O *design* de interface deve ser agravável ao usuário, do ponto de vista estético, para capturar a atenção e orientar o aluno que o utiliza, sendo que as primeiras impressões sobre o material multimídia ditarão se o estudante continuará na plataforma *online*, com a curiosidade estimulada e se engajará de fato nas atividades e conceitos propostos pelo material (NASCIMENTO, 2005).

Ao ser iniciada, a Célula Interativa 3D exibe uma tela de boas vindas (FIGURA 7), 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.



FIGURA 7 – TELA DE BOAS VINDAS
FONTE: A AUTORA (2014).

Houve um estudo prévio para que as organelas, as suas cores e texturas fossem agradáveis e intuitivas quanto a sua diferenciação (FIGURA 8). 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).

O usuário interpreta que as cores possuem importância e se relacionam umas com as outras (NASCIMENTO, 2005). Na Célula Interativa 3D, as cores das organelas se relacionam com os outros elementos da interface de usuário, como os *Cards* e os Botões Indicativos, visando criar uma hierarquia visual intuitiva que relaciona e facilita o entendimento do conteúdo.

Foi desenvolvido um menu principal onde encontram-se indicadas por escrito todas as organelas presentes no modelo. 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. Visando fornecer um *feedback* visual intuitivo de que esse menu superior é de fato composto por botões clicáveis, quando o *mouse* passa por cima de cada um dos itens o mesmo é iluminado por uma marcação verde. Quando algum dos itens é clicado, essa marcação verde sobre o item do menu permanece ativa para indicar ao usuário qual organela ele está visualizando no momento (FIGURA 9).

Uma outra forma de acessar as organelas, é através dos Botões Indicativos programados para aparecer, sobre as mesmas na tela visão geral (FIGURA 10).

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).

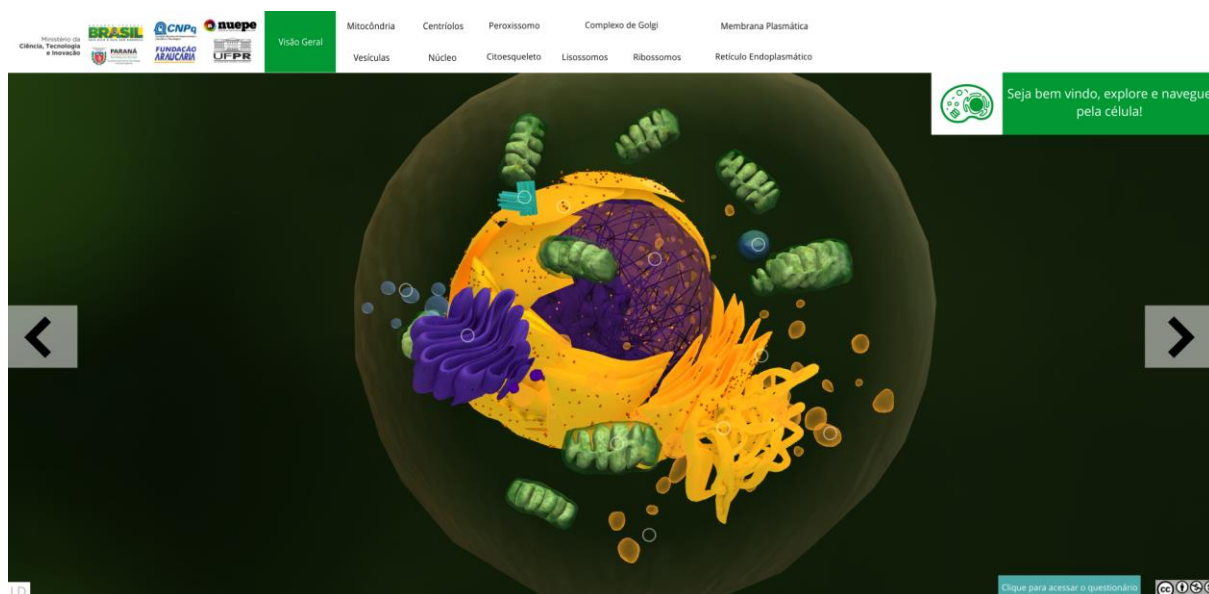


FIGURA 8 – VISÃO GERAL COM DESTAQUE PARA AS CORES E TEXTURAS DAS ORGANELAS
FONTE: A AUTORA (2014).



FIGURA 9 – BARRA DE MENU
FONTE: A AUTORA (2014).



FIGURA 10 – BOTÃO INDICATIVO SOBRE A ORGANELA
FONTE: A AUTORA (2014).

Blocos de texto nomeados *Cards* (FIGURA 11) 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).

Outro elemento multimídia presente na Célula Interativa 3D são os Destaques, representados por setas indicativas, que foram adicionados a algumas organelas (FIGURA 12). 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 rotação), quando utilizados de forma adequada, desempenham um papel relevante na tomada de conhecimentos (MAYER *apud* NASCIMENTO, 2005).



FIGURA 11 – CARD DOS RIBOSSOMOS
FONTE: A AUTORA (2014).

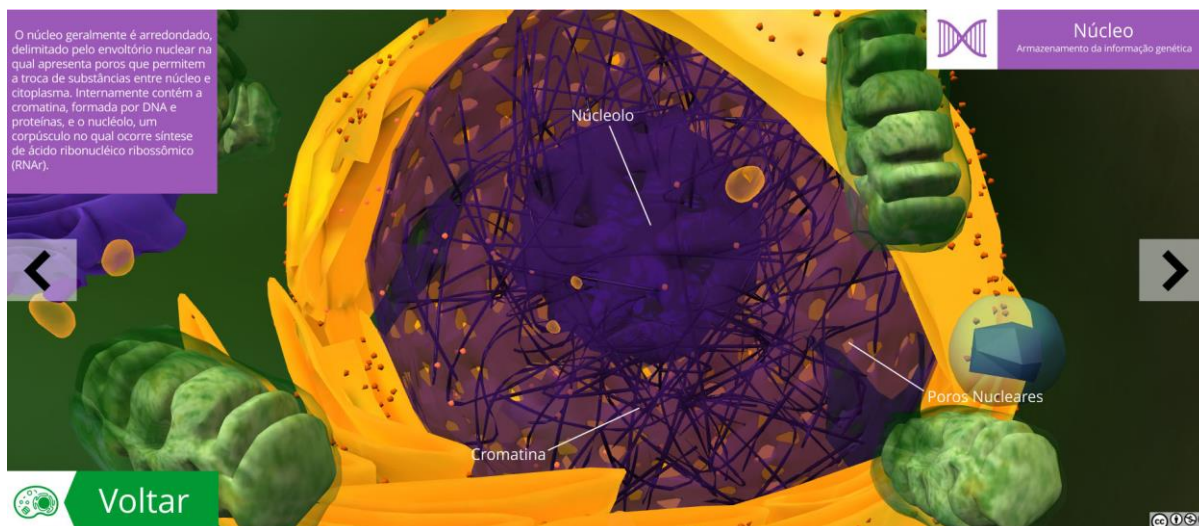


FIGURA 12 – DESTAQUES DO NÚCLEO
FONTE: A AUTORA (2014).

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 sintasse perdido e sempre possa voltar para o início se desejar.

A disponibilização de múltiplos meios para executar a mesma função permite ao usuário escolher ou utilizar o que for mais conveniente para as suas necessidades naquele momento (NASCIMENTO, 2005).

A plataforma interativa *online* 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.

Outro recurso que motivou a adoção da plataforma *online* foi a capacidade de disponibilizar o projeto para diferentes dispositivos com acesso a *internet*. A Célula Interativa 3D pode ser acessada pelos alunos em computadores, *smartphones* e *tablets*, facilitando assim o uso do material didático para a retomada e revisão de conteúdo.

3.3.2 Instrumento de Avaliação

Para avaliação do material produzido e verificação da consecução dos objetivos propostos, foram desenvolvidos dois questionários semiestruturados, com questões de múltipla escolha juntamente com perguntas discursivas, de acordo com o preconizado por Bardin (2011).

O primeiro questionário (APÊNDICE A) foi elaborado para aferir se os alunos possuíam conhecimento sobre biologia celular e quais foram os recursos utilizados em aula. Já o segundo (APÊNDICE B), serviu para coletar a opinião dos alunos sobre a Célula Interativa 3D e para verificar se esse material auxiliou na visualização da célula em três dimensões.

Após as questões terem sido estabelecidas, os questionários foram importados para o Typeform (<http://www.typeform.com/>), uma plataforma de criação de questionários *online*, onde os alunos puderam responder às questões diretamente no computador da escola ao mesmo tempo em que trabalhavam com a Célula Interativa 3D (FIGURA 13). É importante ressaltar que os questionários foram redigidos em uma linguagem mais informal, conforme recomendado por Lüdke e André (1986), e com um tom mais descontraído, tornando-se assim mais envolventes para esse público alvo. (FIGURA 14).

2. QUANTO AOS RECURSOS DIDÁTICOS:

Continuar

8 → Que tipo de recursos o seu professor utiliza nas aulas de biologia/ciências?⁸

☐ Quadro	☐ Textos diversos
☐ Livro didático	☐ Videos
☐ Laboratório de informática	☐ Laboratório de ciências
☐ Maquetes ou modelos	☐ Outro

9 → Dos recursos empregados, quais você acha mais interessantes (ou mais agradáveis)?⁹

FIGURA 13 – QUESTIONÁRIO NA PLATAFORMA TYPEFORM
FONTE: A AUTORA (2014).

Olá! Responda o questionário e não esqueça de clicar em enviar quando responder todas as perguntas

#partiu começar

pressionar ENTER

FIGURA 14 – A LINGUAGEM UTILIZADA NOS QUESTIONÁRIOS
FONTE: A AUTORA (2014).

3.3.3 Apresentação da Célula Interativa 3D

Para auxiliar a autora do trabalho na aplicação da Célula Interativa 3D na escola, uma apresentação introdutória de *slide show* no *software* Microsoft Powerpoint também foi criada (FIGURA 15) para ser apresentada a cada turma. Esse material foi desenvolvido com o intuito de complementar as informações dispostas na Célula Interativa 3D e ajudar os alunos na retomada dos conteúdos sobre biologia celular. Nessa apresentação constava informações sobre o tamanho das células, diferenciação dos principais grupos celulares (células procarióticas e eucarióticas) além de imagens de microscopia celular.



FIGURA 15 – UM DOS SLIDE SHOW DA APRESENTAÇÃO
FONTE: A AUTORA (2014).

3.4 FASE DE IMPLEMENTAÇÃO

A fase de Implementação consiste em conhecer e preparar o ambiente de aprendizagem para que ocorra a aplicação do programa educacional para seus usuários (BRANCH, 2009). Após a conclusão dessa fase, o desenvolvedor do aplicativo deverá conhecer o ambiente de aprendizagem onde os alunos se inserem e de que forma o programa educacional desenvolvido poderá auxiliar na construção do novo conhecimento (BRANCH, 2009). É também nessa fase que são detectados tanto os pequenos erros quanto a aplicação e observar quais os aspectos estão funcionando corretamente. Qualquer erro deve ser anotado para eventuais alterações (MANAP *et al.*, 2013).

No caso presente, a implementação consistiu em traçar o perfil da escola onde seria aplicada a plataforma interativa, localizar seus espaços pedagógicos e identificar em quais turmas do Ensino Médio seria aplicado o material didático.

A fase de implementação indica a conclusão das atividades de desenvolvimeto e o começo da fase de avaliação (BRANCH, 2009).

3.4.1 Caracterização da Escola

O estabelecimento de ensino de escolha para a aplicação da Célula Interativa 3D foi o Colégio Estadual Benedicto João Cordeiro, localizado na região sul da cidade de Curitiba, na Rua Eurico Zykievitz, número 143, no Bairro Sítio Cercado. Tendo sido inaugurado no dia 3 de agosto de 1982, o colégio tem o seu funcionamento de segunda-feira a sábado, com turnos nos período da manhã, tarde e noite. Inclui, além do ensino regular, estudantes no turno de reforço escolar da matéria de português e matemática, projeto de esportes e o projeto Mais Educação.

O colégio conta com 24 turmas do Ensino Fundamental Regular II (de 6º ano a 9º ano) no período da tarde; 19 turmas do Ensino Médio Regular (de 1º a 3º ano) distribuídas entre os períodos da manhã e noite; 20 turmas de Ensino Médio Técnico Profissionalizante em Administração, Recursos Humanos e Formação Docente para Educação Infantil nos períodos da manhã e noite; 4 turmas de Língua Estrangeira

Espanhol pelo período da tarde e noite; 2 turmas de Aulas Desportivas e Treinos, pelo período da manhã e tarde além de 6 turmas realizando Atividades Complementares, totalizando 2259 estudantes matriculados no Colégio. O espaço pedagógico possui cerca de 163 funcionários, incluindo professores, equipe pedagógica, auxiliares de serviço gerais e técnicos administrativos.

O Colégio é equipado com salas de aulas, sistema de alarme e câmeras de monitoramento, sinal sonoro com música, biblioteca, laboratório de ciências, laboratório de informática, cantina, cozinha, pátio coberto, banheiros femininos e masculinos, bebedouros, quadra de esporte coberta e ao ar livre, sala dos professores, sala dos pedagogos, sala da diretoria, secretaria, estacionamento para funcionários, jardins e *hall* de entrada.

3.4.2 Aplicação na Escola

A aplicação da Célula Interativa 3D foi realizada, pela autora do presente trabalho, em cinco turmas de 1º ano e uma turma de 3º ano do Ensino Médio Regular, além de uma turma do Ensino Médio Técnico Profissionalizante em Administração, todas do período matutino. A turma do ensino profissionalizante possui a matéria de biologia nos 3º e no 4º anos do curso ministrado.

A apresentação da plataforma interativa foi realizada no laboratório de informática do colégio, em uma aula de 50 minutos para cada turma.

3.5 AVALIAÇÃO

A última fase do ADDIE compreende a avaliação, que consiste em comparar os resultados planejados com os obtidos e a verificação se a plataforma interativa é eficaz e segue os objetivos para ela planejados (MANAP *et al.*, 2013). Também é nessa fase que se obtêm o *feedback* dos usuários para que se adeque qualquer incongruência quanto ao material apresentado. Ao final dessa fase o desenvolvedor será capaz de identificar os pontos positivos do material e recomendar melhorias

para o projeto, identificando o que deve continuar semelhante ao protótipo e quais alterações devem ser feitas (BRANCH, 2009).

A fase de avaliação deve resultar na produção de um resumo descrevendo o cumprimento ou não dos objetivos do projeto, como se deu a coleta de dados assim como quais foram as suas principais ferramentas, o tempo e os responsáveis pela aplicação do material interativo (BRANCH, 2009).

Para avaliar as respostas produzidas pelos estudantes e identificar a necessidade de aprendizagem das questões discursivas, desenvolveu-se a categorização da opinião do estudante sobre o conteúdo de biologia celular, no que diz respeito às dificuldades encontradas de identificar e formular uma imagem mental de uma célula em três dimensões.

A categorização foi semântica, como descrito em análise de conteúdo por Bardin (2011), e possui como principal instrumento o questionário aplicado aos estudantes. Ainda segundo Bardin (2011), a categorização é uma classificação de elementos por analogia, onde estas são agrupadas por um título ou tema com critérios previamente definidos pela pessoa que irá coletar esses dados e posterior reagrupamento por analogia.

A avaliação da Célula Interativa 3D incluiu os resultados dos questionários aplicados às sete turmas de Ensino Médio, concentrando as informações sobre o ensino de biologia celular, a opinião dos estudantes sobre os materiais desenvolvidos, ressaltando tanto os pontos positivos quanto aqueles que devem ser melhorados no material interativo para a promoção de uma aprendizagem mais efetiva.

3.5.1 Resultados da Avaliação Diagnóstica aos Estudantes

A avaliação da apresentação da Célula Interativa 3D foi realizada, conforme visto anteriormente, por meio de um questionário de avaliação diagnóstica aos alunos, apresentado minutos antes da apresentação da Célula Interativa 3D (APÊNDICE A). Este instrumento consistiu de treze questões, divididos em duas categorias: quanto ao domínio de conteúdo (questão 1 à 5) e quanto aos recursos

didáticos (6 à 13). Nesse questionário o número de estudantes por ano, que efetivamente responderam, foi: 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 Typeform para o Microsoft Excel para que os gráficos de cada resposta fossem produzidos.

A análise dos resultados obtidos da questão 1 (GRÁFICO 1) permitiu verificar que uma grande parcela (89%) dos estudantes já estudaram o conteúdo sobre a célula ministrada ao 7º ano do Ensino Fundamental, pois este tema é abordado no ano descrito. Um valor semelhante se verifica quando os estudantes declaram na questão 2 (GRÁFICO 2) que já possuíam o conteúdo sobre biologia celular no Ensino Médio (86,6%).

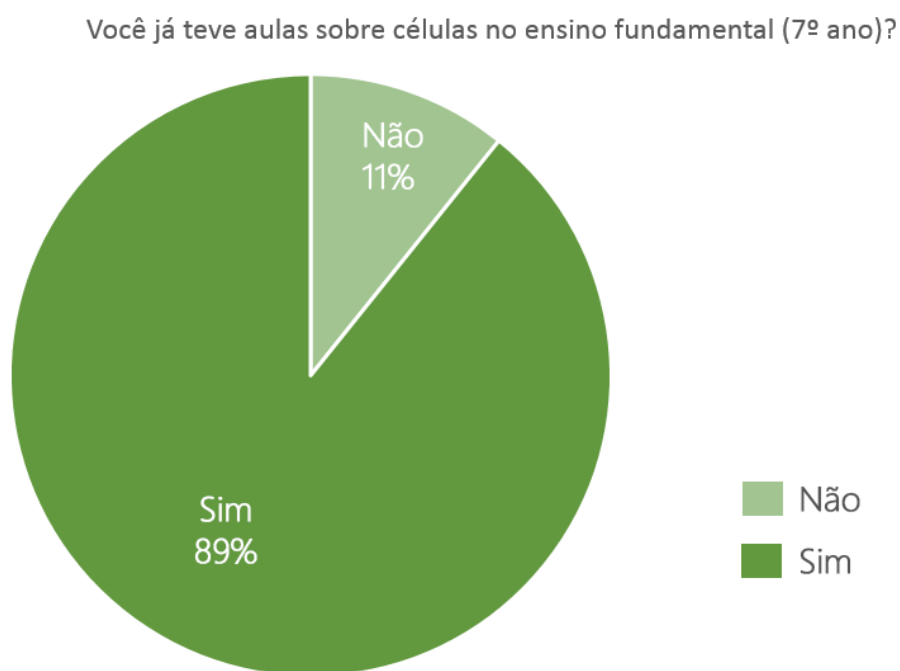


GRÁFICO 1 – PERCENTUAL DE ALUNOS QUE DECLARARAM TER TIDO O CONTEÚDO SOBRE CÉLULA NO ENSINO FUNDAMENTAL
FONTE: A AUTORA (2014).

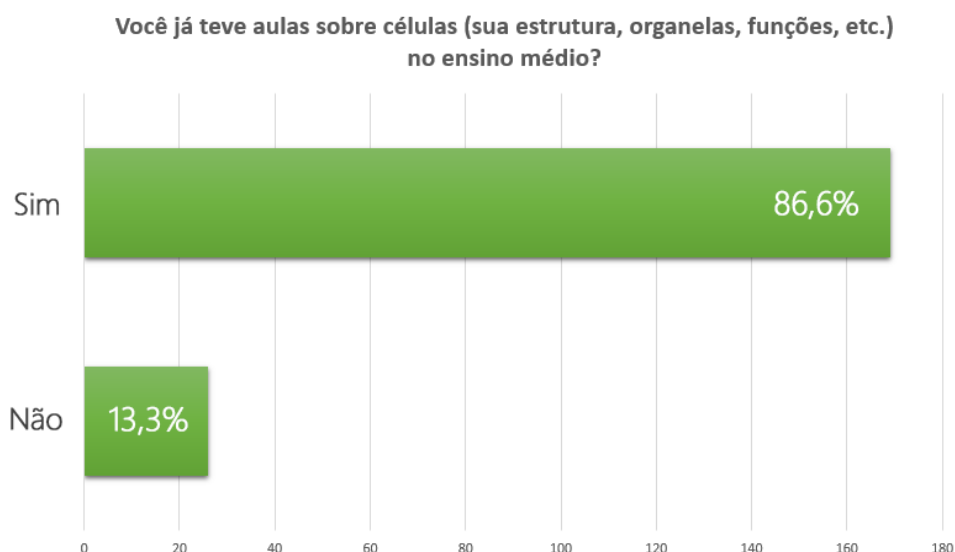


GRÁFICO 2 – PERCENTUAL DE ALUNOS QUE DECLARARAM TER TIDO O CONTEÚDO SOBRE CÉLULA NO ENSINO MÉDIO
 FONTE: A AUTORA (2014).

As respostas das questão 3 (GRÁFICO 3) permitiram a verificação de que um maior número de estudantes referiu o conhecimento da estrutura das células procarióticas e eucarióticas com (62,1%), seguida da compreensão das células como constituintes de todos os seres vivos (46,2%), das diferenças entre células eucarióticas vegetais e animais (31,8%) e, finalmente, um número menor de alunos identificou o estudo das organelas celulares (23,6%). Prosseguindo na análise, 23% dos alunos relataram ter assistido aulas sobre o tamanho das células, 16,4% identificaram a diferenciação quanto ao formato da célula e em seguida 15,9% reconheceram o estudo anterior sobre as funções das organelas. Um pequeno número de estudantes (2,6%) relataram não possuírem o conteúdo sobre biologia celular ou não lembraram do tema. Cabe ressaltar aqui, que na questão 3 os estudantes puderam responder mais do que uma alternativa descrita.

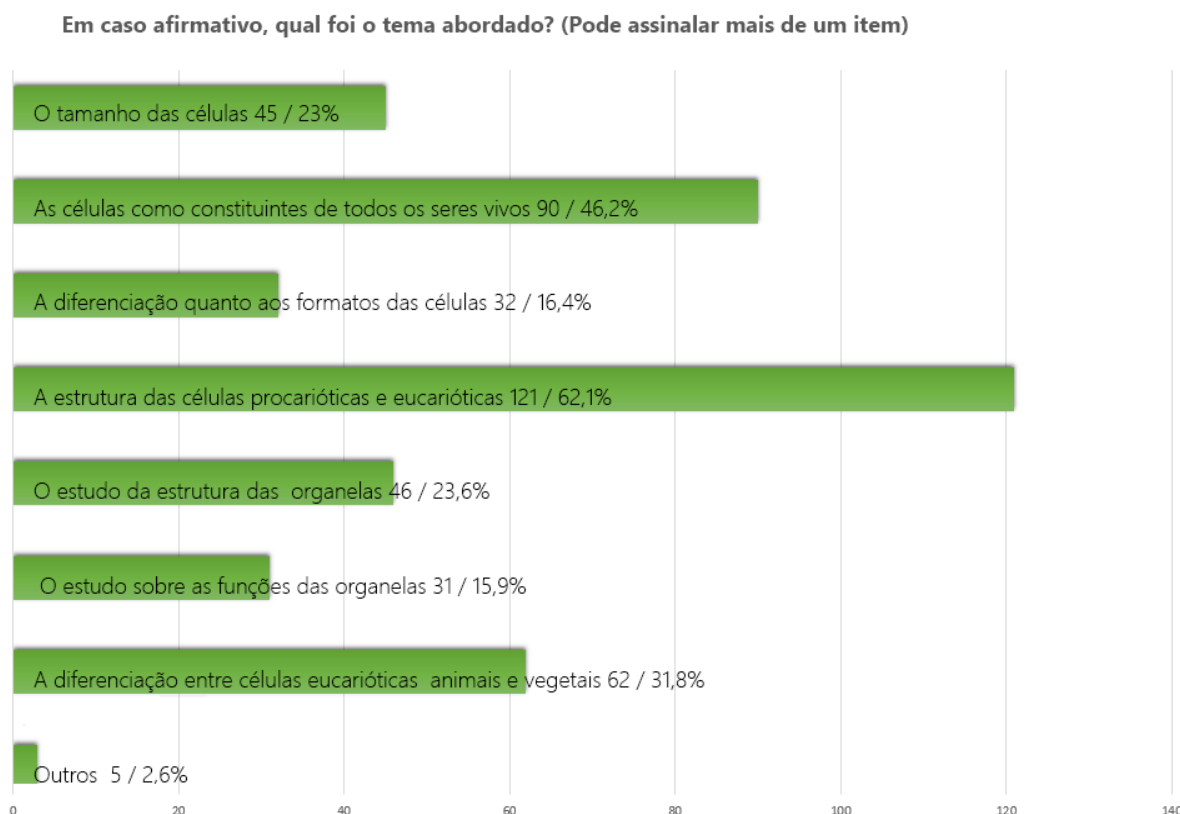


GRÁFICO 3 – NÚMERO DE RESPOSTAS E PERCENTUAL SOBRE O TEMA ABORDADO
 FONTE: A AUTORA (2014).

Quando os estudantes foram questionados sobre o que eles acharam dos temas abordados sobre célula pelo professor em sala de aula (questão 4) (GRÁFICO 4), 35,3% afirmaram que os conteúdos são um pouco difíceis, seguido de 29,7% fáceis, 17,4% afirmaram que os conteúdos são um pouco fáceis, 9,7% acharam os conteúdos aplicados difíceis, 4,6% muito difíceis e 3% afirmaram que os temas abordados eram muito fáceis.

As respostas dadas pelos alunos mostra que as aulas, muitas vezes, são unidirecionais, onde o professor em sua grande parte expõe um conteúdo aos alunos sem relacionar com algo que o estudante saiba, (SANTOS; GUIMARÃES, 2010). Necessariamente o conteúdo de biologia celular torna-se de difícil compreensão por se tratar de estruturas diminutas, que os estudantes não veem sem a utilização de equipamentos especializados (microscópio) (MONTANARI; BORGES, 2012).

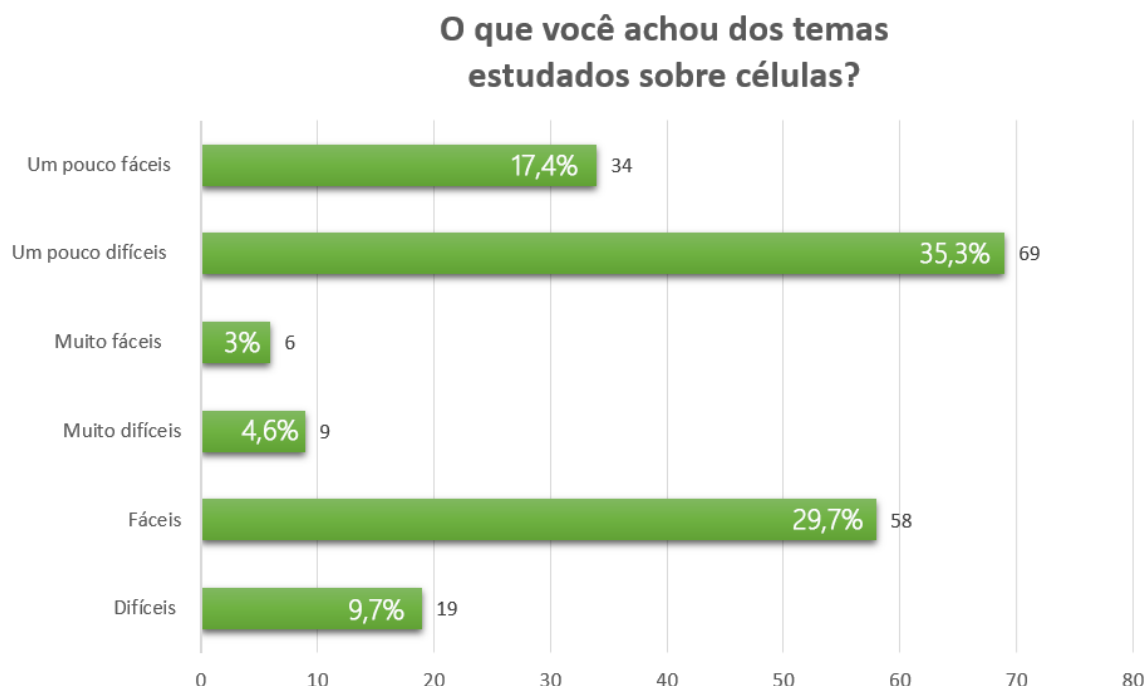


GRÁFICO 4 – GRAU DE DIFICULDADE SOBRE BIOLOGIA CELULAR
 FONTE: A AUTORA (2014).

A resposta à questão 5 (GRÁFICO 5), onde mais de um item foi escolhido, revela o quanto os estudantes possuem dificuldades em compreender a célula em três dimensões (31,2%), 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.

Esses resultados confirmam a relevância deste trabalho, pois o modelo interativo atua diretamente sobre estes problemas. Os estudantes possuem dificuldades em compreender a célula apenas com as ilustrações em livros didáticos, que não oportuniza a compreensão da célula e de suas organelas em três dimensões. Igualmente limita a percepção de suas reais dimensões. De acordo com AUSUBEL *apud* PELIZZARI *et al.* (2002) estes fatores limitantes acabam distanciando o aluno da aprendizagem significativa, pois torna o conteúdo de difícil entendimento e fora da realidade do estudante. Quando esse conteúdo não interage com conceitos conhecidos, segundo Ausubel, ocorre a aprendizagem mecânica, onde o estudante irá decorar as informações dadas pelo professor, mas ao final de uma avaliação esse conhecimento será perdido.

Os principais problemas elencados pelos estudantes e que reflete 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.

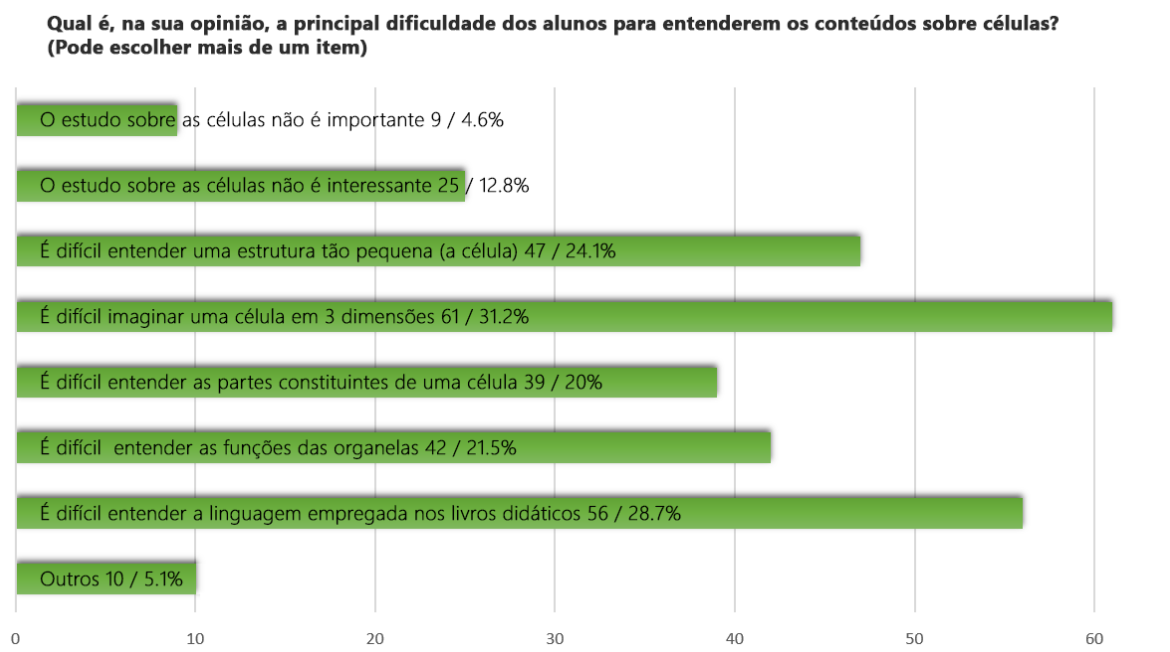


GRÁFICO 5 – PRINCIPAIS DIFICULDADES ENCONTRADAS PELOS ESTUDANTES
FONTE: A AUTORA (2014).

Quanto ao recursos didáticos utilizados pelo professor nas aulas de biologia (questão 6), onde mais de um item pode ser escolhido (GRÁFICO 6), 56% responderam o livro didático, 34,3% o quadro negro, 4,1% indicaram a utilização de outros textos diversos fora ao livro didático, 3,07% apontaram a utilização de gibis, debates, exposição através da fala pelo professor e desenvolvimento de maquetes com a participação dos alunos. O laboratório de informática e de ciências pontuaram 1,5% cada um e 1 estudante (0,5%) afirmou que o professor utilizou vídeos nas aulas de biologia.

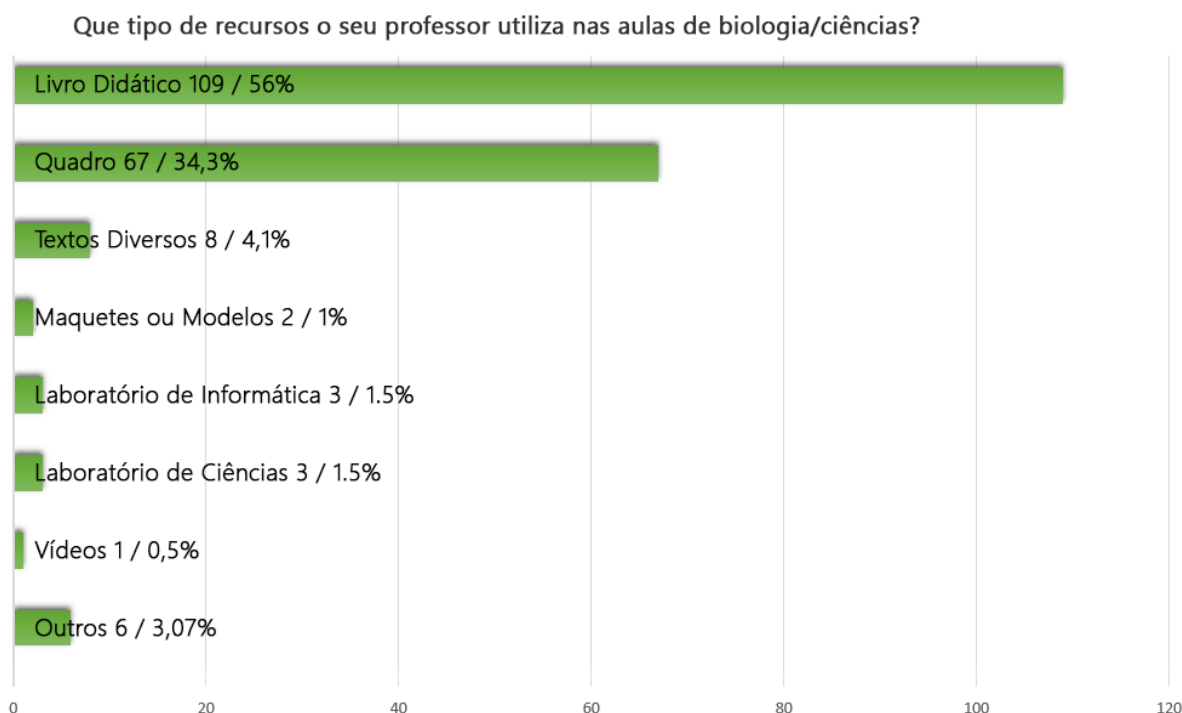


GRÁFICO 6 – RECURSOS DIDÁTICOS UTILIZADOS PELO PROFESSOR
 FONTE: A AUTORA (2014).

A análise da questão 7 (GRÁFICO 7), que explora os recursos didáticos considerados mais interessantes pelos alunos e onde igualmente houve a escolha de mais de uma afirmativa, 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, 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.

A análise dos resultados descritos ressalta a importância da utilização de outros espaços pedagógicos, além da sala de aula propriamente dita. Aulas práticas com a utilização de laboratórios de informática e ciências são os mais desejados pelos alunos para o reforço dos conteúdos apresentados nos livros didáticos e no quadro negro.

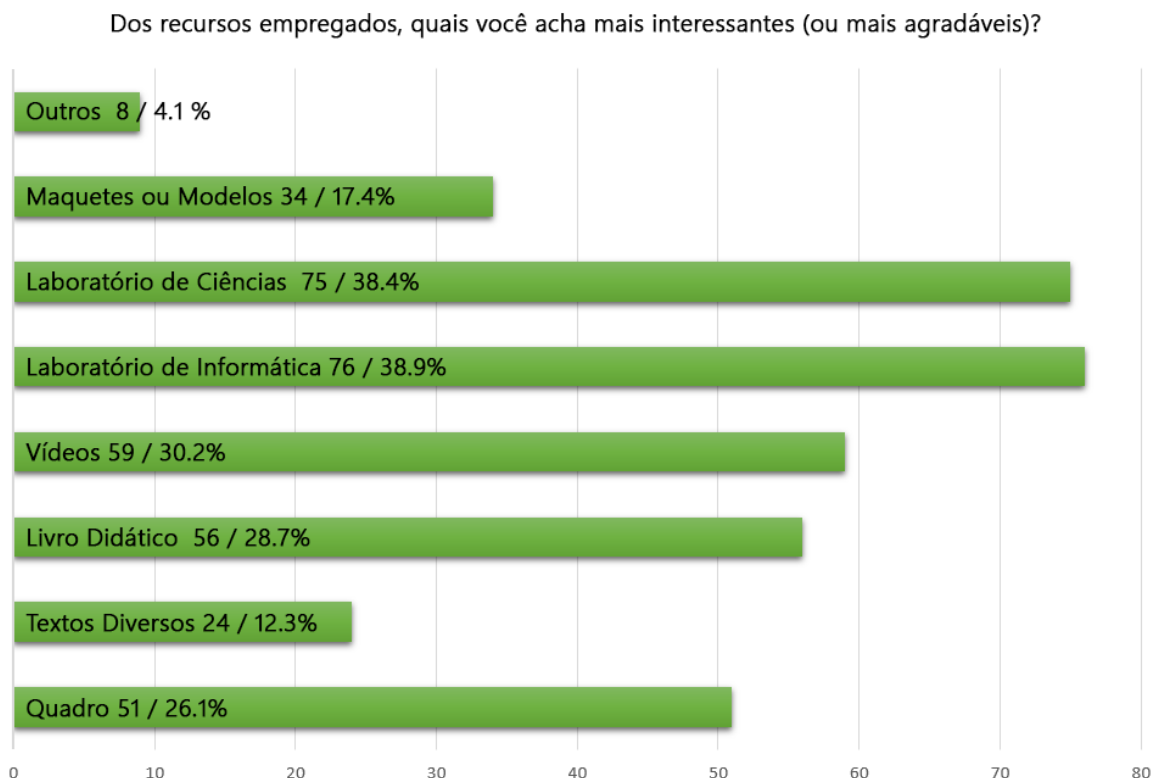


GRÁFICO 7 – RECURSOS DIDÁTICOS MAIS INTERESSANTES SEGUNDO OS ESTUDANTES
 FONTE: A AUTORA (2014).

As respostas à questão 8, referente aos recursos didáticos menos interessantes ou mais cansativos (GRÁFICO 8), revelam que 111 estudantes (56,9%) afirmaram ser o quadro negro, seguido do livro didático (43,5%) e de textos diversos (39,4%). Maquetes ou modelos e vídeos somaram 14,3% e 4,6% respectivamente, 2,5% afirmaram ser o laboratório de ciências e 1,5% indicaram o laboratório de informática. Os alunos que escolheram a opção outros também somaram este valor (1,5%). Esta questão também permitia aos estudantes assinalassem mais do que uma afirmação.

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).

Dos recursos empregados, quais você acha menos interessantes (ou mais cansativos)?

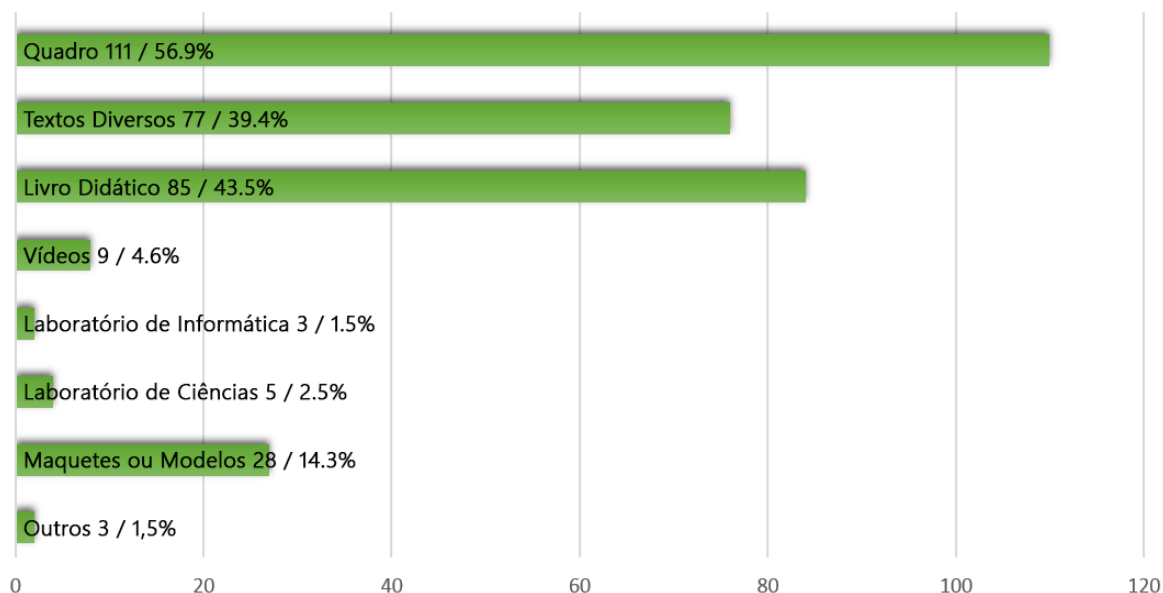


GRÁFICO 8 – RECURSOS DIDÁTICOS MENOS INTERESSANTES SEGUNDO OS ESTUDANTES
FONTE: A AUTORA (2014).

A análise das respostas referentes à questão 9 (GRÁFICO 9) permitiu verificar a utilização de recurso específico, como o laboratório de ciências para aulas de biologia. Uma maioria expressiva dos estudantes (71,2%) indicaram a não utilização deste espaço para uso de aulas práticas e 25,1% afirmaram já ter utilizado este espaço, mas poucas vezes.

Foi utilizado algum recurso específico para a matéria de biologia/ciências como, por exemplo, o laboratório de ciências?

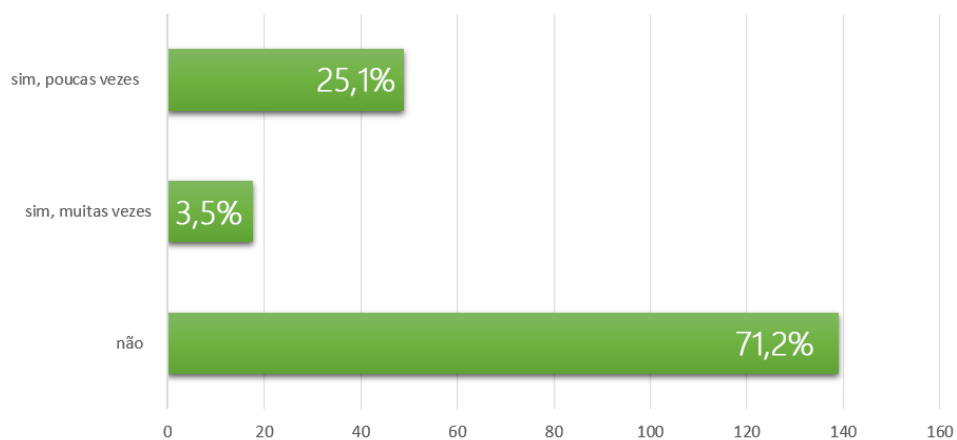


GRÁFICO 9 – UTILIZAÇÃO DO LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS
FONTE: A AUTORA (2014).

As respostas as questões 10 e 11 buscavam investigar se os estudantes gostariam da utilização do laboratório de informática e o seus interesses na utilização de uma mídia interativa sobre célula. Uma grande parcela dos estudantes (75,8%) afirmaram que gostariam muito da utilização do laboratório de informática para o estudo sobre célula, com um modelo por computador. Em contrapartida 20,4% dos alunos afirmaram possuir pouco interesse (GRÁFICO 10). De maneira compatível, 62,5% dos entrevistados afirmaram que gostariam muito da utilização de um modelo de célula por computador que se regulasse conforme o avanço individual no conteúdo, outros 29,7% afirmaram que possuem pouco interesse em um material do gênero (GRÁFICO 11).

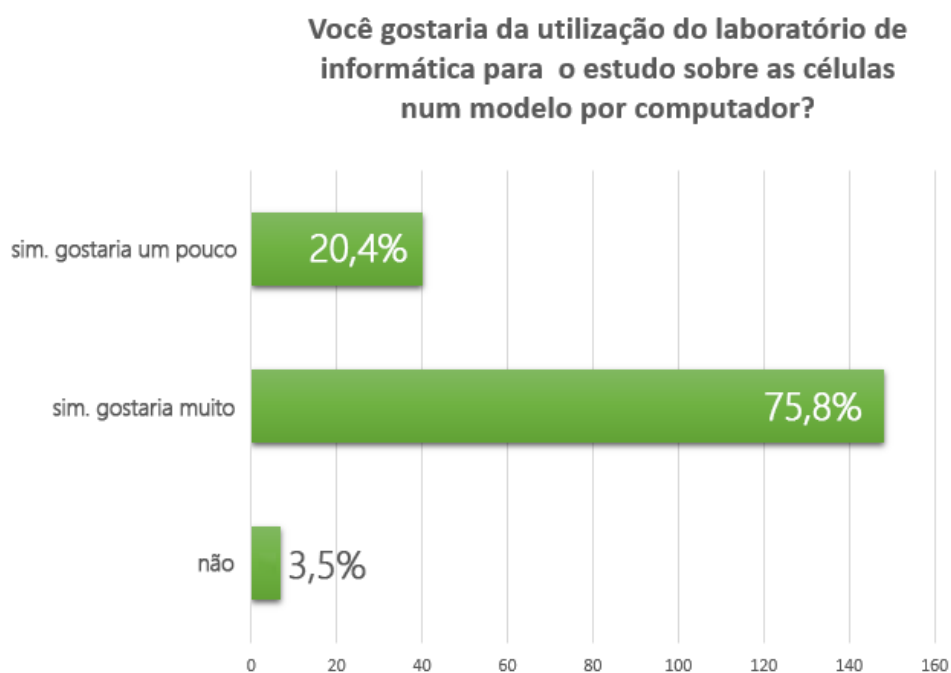


GRÁFICO 10 – UTILIZAÇÃO DO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA PARA ESTUDO SOBRE CÉLULAS
FONTE: A AUTORA (2014).

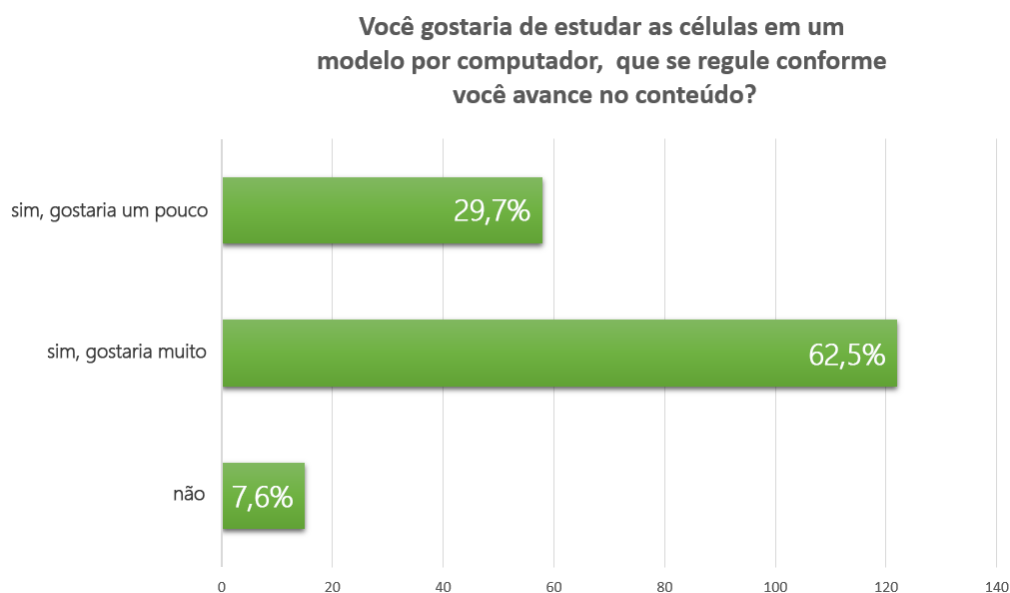


GRÁFICO 11 – UTILIZAÇÃO DE MODELO QUE SE REGULE CONFORME AVANCE NO CONTEÚDO
 FONTE: A AUTORA (2014).

Na questão 12 (GRÁFICO 12) o aluno era solicitado a marcar um desenho, entre quatro, que mais se assemelhasse a uma célula animal, segundo os conhecimentos que o aluno possuía sobre o tema. De forma preocupante, 72,6% marcaram uma das alternativas erradas. Apenas 27,1% dos alunos identificaram a ilustração correta.

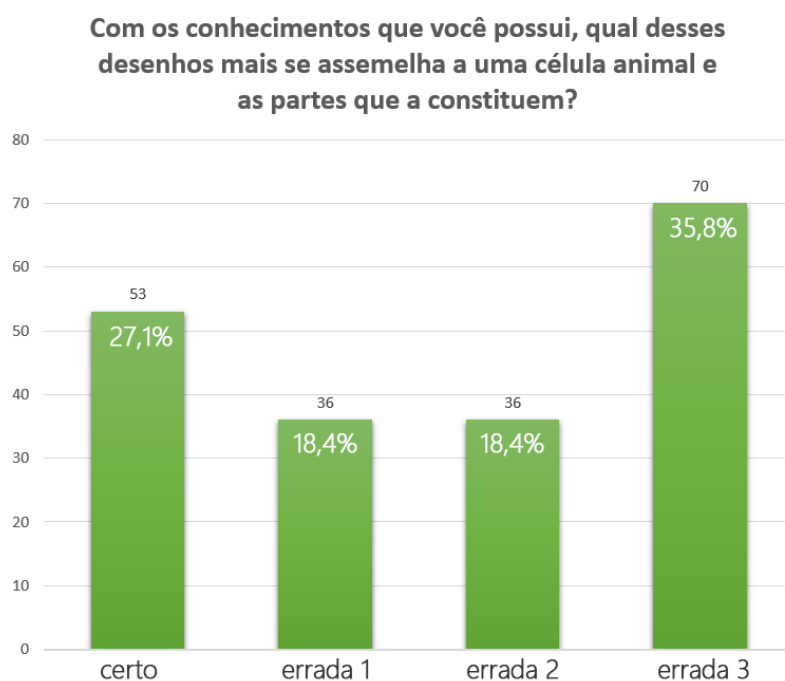


GRÁFICO 12 – PERCENTUAL E NÚMERO DE ACERTOS E ERROS REFERENTES AOS DESENHOS DE CÉLULA ANIMAL
 FONTE: A AUTORA (2014).

A análise da questão discursiva número 13 (TABELA 1), permitiu verificar a opinião dos estudantes sobre uma aula de biologia celular interessante. As respostas dos alunos foram separadas em temas, caracterizando uma categorização semântica, onde observou-se a frequência com que esses temas apareciam (BARDIN, 2011). Portanto elaborou-se um quadro, utilizando-se a técnica temática de frequência (BERELSON *apud* BARDIN, 2011).

Uma grande parcela dos estudantes (40,5%) relataram a utilização de aulas laboratoriais para o aumento do interesse nas aulas de biologia celular. Na sequência, 20% dos alunos indicaram a utilização de vídeos, 17% vêem interesse na utilização do microscópio óptico para o estudo celular, 14,3% registraram que as explicações dos professores deveriam utilizar exemplos do cotidiano dos alunos, 13% relataram a utilização do laboratório de informática para o estudo de biologia celular, 8,2% ressaltam a utilização de modelos e maquetes de células e 7% respectivamente, não sabem ou se desviaram do tema proposto.

TABELA 1 – TABELA DE FREQUÊNCIA DE RESPOSTAS E PORCENTAGEM REFERENTES À QUESTÃO 13

Em sua opinião como seria uma aula de biologia celular interessante?		
Respostas	Frequência de ocorrência	(%) referente ao nº de alunos
Aulas no laboratório de ciências (prática laboratorial)	79	40,5%
Utilização de vídeos	39	20%
Microscópio para estudo de células	33	17%
Explicações que condizem com a realidade do estudante	28	14,3%
Aulas no laboratório de informática	25	13%
Maquetes e modelos	16	8,2%
Fuga do tema	14	7%
Não sabem	14	7%
Aula mais dinâmica	10	5%
Temas e materiais diferentes	10	5%
Visita a museus, parques e universidades	10	5%
Colaboração dos colegas	9	4,6%

continua

TABELA 1 – TABELA DE FREQUÊNCIA DE RESPOSTAS E PORCENTAGEM REFERENTES À QUESTÃO 13

Respostas	continuação e conclusão	
	Frequência de ocorrência	(%) referente ao nº de alunos
Espaço equipado para aulas práticas	6	3%
As aulas já são interessantes	5	2,5%
Imagens (ilustrações e fotografias de microscopia)	5	2,5%
Utilizar diversos recursos	5	2,5%
Debates	4	2%
Imagens em três dimensões no computador	4	2%
Apresentações de <i>slides</i> pelo professor	3	1,5%
Com programas interativos (multimídias)	3	1,5%
Temas mais aprofundados	3	1,5%
Utilizar pouco o livro didático (exercícios)	3	1,5%
Com pouco texto e não redigir textos	3	1,5%
Jogos sobre o tema	2	1%
Utilizar pouco o quadro	2	1%
Aulas ao ar livre	1	0,5%
Seminários	1	0,5%
Trabalhos em equipe	1	0,5%
TOTAL	338	

FONTE: A AUTORA (2014).

As respostas dos estudantes apontam que, um dos principais problemas do ensino de ciências na atualidade, é a pouca utilização de aulas laboratoriais ou a inviabilidade do espaço. Igualmente merecem destaque as alegações de apresentação de conteúdos distantes da realidade dos estudantes e a não utilização de diferentes recursos além do quadro de giz e dos livros didáticos.

Cabe ressaltar aqui, à guisa de resumo, que os resultados acima apresentados indicam que a adequada formação da imagem mental de uma célula animal tridimensional pelos estudantes encontra obstáculos. Entre outros fatores, podem ser destacados: as dimensões microscópicas que a célula possui, a falta de contexto que a relacione com o cotidiano dos alunos e com os seus conhecimentos

prévios, além da linguagem de difícil compreensão encontrada em muitos livros didáticos de biologia (MONTANARI; BORGES, 2012).

Em contraponto, as mídias tecnológicas e a utilização do computador mostraram-se práticas extremamente atrativas e desejáveis pelos estudantes, entre outras razões por sua familiaridade com estas ferramentas (MORAES; TERUYA, 2008).

3.5.2 Resultados pós Aplicação do Protótipo aos Estudantes

A avaliação posterior a apresentação da Célula Interativa 3D foi realizada por meio de um outro questionário aos alunos (APÊNDICE B), no mesmo dia em que aplicou-se o primeiro questionário, e consistiu de quatorze questões, divididas em três categorias: quanto a apresentação da autora do projeto (questões de 1 à 2), avaliação quanto as partes constituintes do modelo didático interativo (questões de 3 à 11) e se o material interativo foi efetivo na compreensão de um modelo real de célula animal e as opiniões dos alunos sobre o material apresentado (questões de 12 à 14).

Neste questionário os números de estudantes por ano foram: 118 estudantes do 1º ano, 30 estudantes do 3º ano ambos do Ensino Médio Regular e 31 estudantes do 3º do Ensino Médio Técnico Profissionalizante em Administração, totalizando 179 alunos. O número alterou-se comparado ao primeiro questionário, pois alguns alunos relataram dificuldades em carregar a página inicial do segundo questionário ou não conseguiram concluí-lo devido a falhas de conectividade com a *internet* da escola.

A análise dos resultados obtidos para as questões 1 e 2 revelam se os alunos consideraram importante o trabalho realizado pela estudante da Universidade e em que a apresentação da Célula Interativa 3D contribuiu para a aprendizagem destes. Uma grande parcela dos estudantes (91%) afirmou que o material apresentado na escola foi importante (GRÁFICO 13). Um número significativo de alunos (47,5%) relataram que aprenderam coisas novas (GRÁFICO 14), 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 2 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.

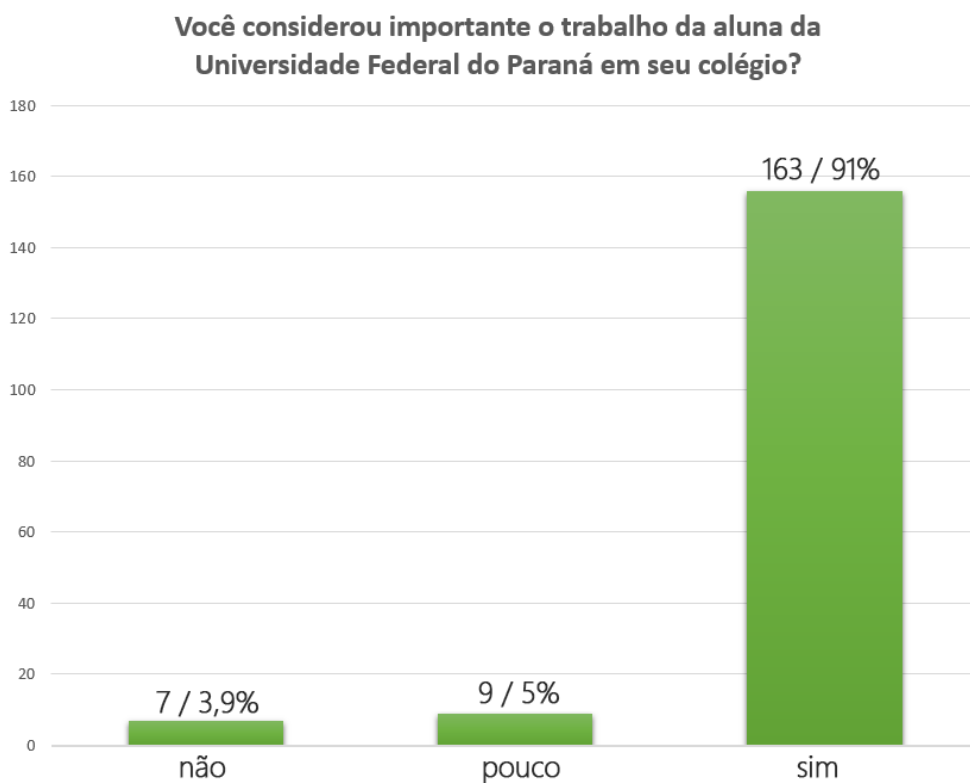


GRÁFICO 13 - IMPORTÂNCIA DO TRABALHO DA ALUNA DA UFPR SEGUNDO OS ESTUDANTES
FONTE: A AUTORA (2014).

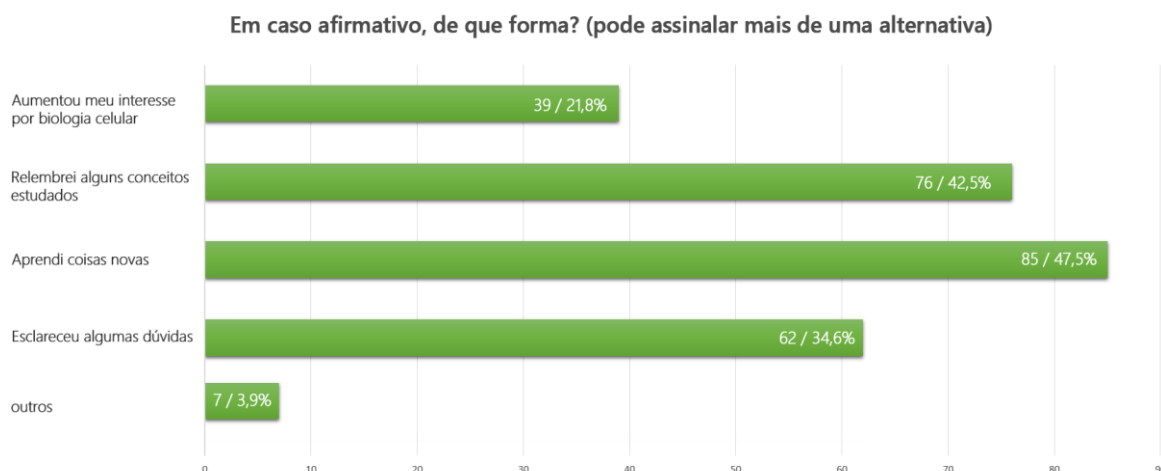


GRÁFICO 14 – NO QUE A APRESENTAÇÃO DA CÉLULA INTERATIVA 3D CONTRIBUIU SEGUNDO OS ESTUDANTES
FONTE: A AUTORA (2014).

As questões de 3 a 11 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 (GRÁFICO 15), 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.

As médias elevadas das notas das questões 3 a 11 apresentadas pelos estudantes mostraram que a grande maioria dos estudantes tiveram uma experiência satisfatória com o material apresentado e puderam observar e interagir com as partes constituintes do material interativo de forma agradável e com facilidade. Entretanto percebe-se pela análise dos resultados que enquanto a facilidade de interagir com os elementos foi o mais bem colocado os elementos relacionados ao conteúdo e aos textos tiveram as piores notas, uma causa provável seria o pouco tempo que os alunos tiveram disponível para interagir com material assim como a falta de uma abordagem mais ampla tanto prévia como posterior a Célula Interativa 3D sobre biologia celular. Mesmo assim, a média elevada das partes constituintes do material interativo mostram os resultados dos esforços realizados para um *design* de interface efetivo.

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 sobrecarregem 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).

Capacidade de diminuir e aumentar o zoom e rotacionar os elementos da célula



Cores e formatos das organelas



Capacidade de navegar entre as partes da célula (organelas)



Que nota você dá para a facilidade de uso?



Disposição das flechas de voltar e avançar



Facilidade de leitura



Menus



Blocos com textos explicativos



Compreensão da linguagem e assunto



GRÁFICO 15 - PONTUAÇÃO MÉDIA DAS PARTES CONSTITUINTES DA CÉLULA INTERATIVA 3D
FONTE: A AUTORA (2014).

As respostas as questões 12 e 13 revelam que a Célula Interativa 3D atingiu 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 (GRÁFICO 16).

No entanto, o efeito da aplicação do modelo refletiu-se nas respostas dadas na questão número 13, que pedia aos estudantes marcar um desenho, entre quatro, que mais se assemelhasse a uma célula animal, segundo os conhecimentos que adquiriu com o modelo interativo e suas explicações. Nesta questão 35,7% dos entrevistados assinalaram a ilustração correta de uma célula animal (GRÁFICO 17). Esse resultado é particularmente alentador, refletindo uma diferença absoluta positiva de acertos da ordem de 10%, em relação àqueles registrados na avaliação diagnóstica. Entretanto é muito importante ressaltar, que houve um aumento relativo de 31,7% na quantidade de respostas corretas quando comparada a mesma questão efetuada antes da aplicação da Célula Interativa 3D.

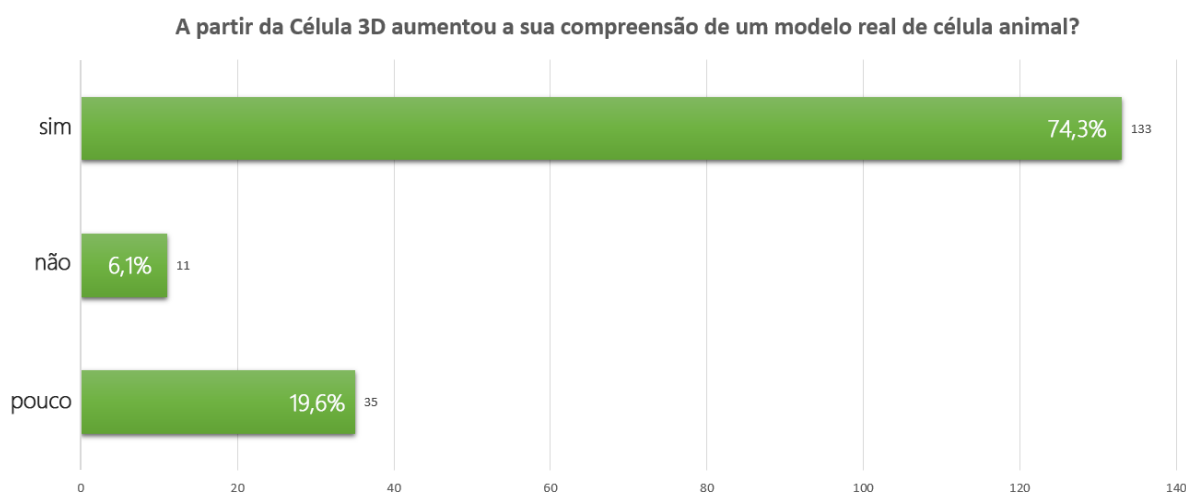


GRÁFICO 16 – PERCENTUAL E NÚMERO PARA A COMPREENSÃO DE UMA CÉLULA ANIMAL
FONTE: A AUTORA (2014).

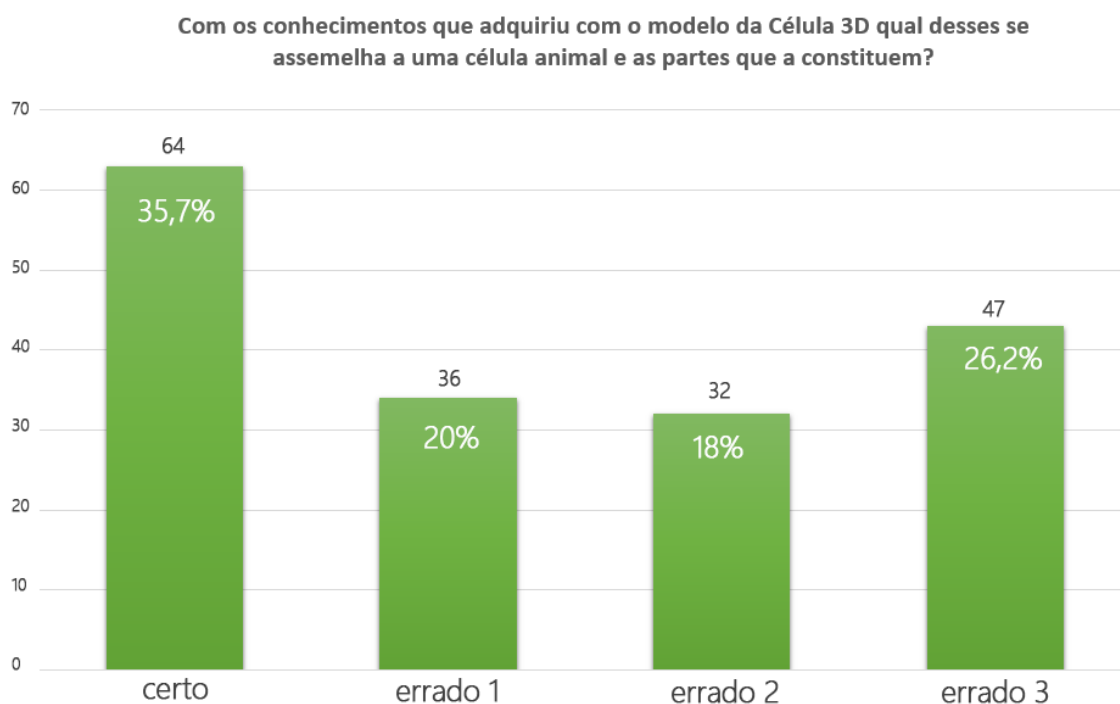


GRÁFICO 17 – PERCENTUAL E NÚMERO DE ACERTOS E ERROS REFERENTES AOS DESENHOS DE CÉLULA ANIMAL APÓS A APLICAÇÃO DO MODELO
 FONTE: A AUTORA (2014).

A questão 14 consistiu na solicitação de uma resposta discursiva de sugestões dos alunos para o aprimoramento do modelo de Célula Interativa 3D (TABELA 2). Para analisar esta questão foi construído um quadro utilizando-se da técnica temática de frequência (BERELSON *apud* BARDIN, 2011), semelhante ao apresentado no primeiro questionário.

Uma parcela significativa dos estudantes não sugeriu nada mais para o modelo interativo 79,8%, seguido de 16,7% afirmaram que o material apresentado é de bom entendimento e satisfatório, 3,9% evadiram do tema proposto na pergunta, 2,2% gostaram da apresentação da Célula Interativa 3D como um todo (apresentação por parte da autora do trabalho mais o teste do material produzido) e outros 2,2% sugeriram acrescentar dinamismo e temas de curiosidade no modelo. Com as frequências de 1,1% os estudantes propuseram a melhora das estruturas e gráficos das imagens em três dimensões das organelas, a utilização de aulas com modelos e maquetes combinadas com o material interativo e o uso de computadores com melhor desempenho respectivamente. Outras respostas dos estudantes apareceram em pequeno percentual (0,5%): a sugestão de acréscimo de jogos sobre o tema, a utilização de sons e imagens reais de células (microscopia), a

combinação entre aula prática laboratorial com a Célula Interativa 3D e o aprimoramento da organela lisossomo que segundo um estudante causa confusão com a vesícula de secreção. Um estudante (0,5%) destacou que o modelo interativo apresenta problemas de desempenho nos computadores da escola.

TABELA 2 – TABELA DE FREQUÊNCIA DE RESPOSTAS E PORCENTAGEM REFERENTES À QUESTÃO 14

Você teria alguma outra sugestão para aprimorar o modelo de Célula 3D?		
Respostas	Frequência de ocorrência	(%) referente ao nº de alunos
Não sugeriram nada mais	143	79,8%
O material é de bom entendimento (satisfatório)	30	16,7%
Desvio do tema	7	3,9%
Acrescentar dinamismo e algo curioso	4	2,2%
Gostaram da apresentação da célula como um todo	4	2,2%
Não sabem	3	1,6%
Colocar mais informações (textos)	2	1,1%
Melhorar as estruturas e os gráficos dos modelos 3D	2	1,1%
Sugeriram algo mais (mas não especificaram)	2	1,1%
Utilizar-se de aulas com modelos e maquetes combinados com o material	2	1,1%
Com computadores melhores para o uso do modelo	2	1,1%
Acrescentar jogos ao modelo	1	0,5%
Apresentar sons e imagens reais de célula (microscopia)	1	0,5%
Aprimorar o lisossomo	1	0,5%
O modelo apresenta problemas de desempenho nos computadores	1	0,5%
Utilizar aulas práticas combinadas com o modelo	1	0,5%
Utilizar apresentações de <i>slides</i> de fácil entendimento combinados com o modelo	1	0,5%
Aprendeu coisas novas em uma aula	1	0,5%
TOTAL	208	

FONTE: A AUTORA (2014).

As respostas relatadas pelos estudantes ao segundo questionário demonstram que a aplicação da Célula Interativa 3D foi uma experiência satisfatória

na sua grande maioria, granjeando quase 97% de aprovação. Entretanto algumas dificuldades apontadas pelos alunos devem ser analisadas para reaplicações e futuros projetos. Entre eles, podem ser citados o pouco desempenho dos computadores e a falhas na conexão com a *internet* da escola. Como estes fatores prejudicaram alguns alunos, eles não puderam desfrutar de uma boa experiência com o material apresentado.

Outro ponto referido pelos alunos, que merece bastante atenção é o anseio pelo emprego de recursos diversificados nas aulas de biologia celular. Os exemplos sugeridos, a saber: aulas laboratoriais de microscopia, apresentação de modelos e maquetes combinadas com a utilização da Célula Interativa 3D, a utilização de múltiplos recursos e a exploração dos diversos espaços do ambiente escolar possivelmente despertarão a curiosidade dos estudantes pelo saber científico e tornarão a aprendizagem de biologia mais significativa.

4 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 como o quadro negro e o livro didático foram citados pelos alunos como desinteressantes, não mais cumprindo o papel de chamar a atenção. 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.

Entretanto mesmo com os avanços tecnológicos, a complexidade do desenvolvimento e aplicação desse tipo de material didático continua, e por essa razão, metodologias de projeto como a ADDIE, utilizada durante este projeto, se mostram fundamentais para um desenvolvimento seguro e voltado ao cumprimento dos objetivos propostos, assim como para a avaliação desses resultados.

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 significativamente 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. No âmbito pessoal, este trabalho foi fundamental para o meu desenvolvimento acadêmico, permitindo não só a ampliação de meu conhecimento nas áreas da biologia, informática e *design* como também a aplicação na prática de muitos dos conhecimentos reunidos durante minha trajetória acadêmica.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011. Edição revisada e ampliada.

BRANCH M. R. **Instructional design: the ADDIE approach**. New York: Springer, 2009.

CAMARGO, P. de. **Paulo Freire sob a luz da atualidade**. Revista eletrônica Educatrix, ed. Moderna, ano 4, n.6, p.30-36, 2014. Disponível em: <http://www4.moderna.com.br/educatrix/ed6/educatrix6.html?pag=30> Acessado em: 24 de julho de 2014.

CARRETERO, M. **Construtivismo e educação**. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2002. 2ª edição revista e aumentada.

CASTRO, B. J. de; COSTA, P. C. F. **Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de química no ensino fundamental segundo o contexto da aprendizagem significativa**. Universidade Estadual do Norte do Paraná, PR, Revista Eletrônica de Investigación em Educación em Ciencias, v.6, n.2, p.25-33, dez. 2011.

CENTRO DE MICROSCOPIA ELETRÔNICA. 2014. **Universidade Federal do Paraná. Setor de biologia celular**. 1 fotografia, p&b, várias dimensões.

COOK P. M. **Visual representation in science education: the influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles**. Science Education, v.10. 2006. p. 1073-1091. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.20164/abstract> Acessado em: 9 de julho de 2014.

FRANCO, J. F.; FRANCO, N. F.; CRUZ, S. S. R.; LOPES, D. **Experiências de Uso de Mídias Interativas como Suporte para Autoria e Construção Colaborativa do Conhecimento**. Novas tecnologias na educação CINTED-UFRGS. v. 5, nº 1, p. 1-11, jul. 2007.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários á prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GÜNTHER, H. **Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: está é a questão.** Revista Psicologia: teoria e pesquisa. Brasília, v. 22, n. 2, mai-ago 2006. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ptp/v22n2/a10v22n2.pdf> > Acessado em: 24 DE JULHO DE 2014.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. de. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos.** São Paulo: Atlas, 2001.

LABORATÓRIO VIRTUAL DE PESQUISA E APRENDIZAGEM. 2014. **Universidade Federal do Paraná. Setor de biologia celular.** 1 fotografia, color, várias dimensões.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

MCCLEAN, P.; JOHNSON C.; ROGERS R.; DANIELS L.; REBER J.; SLATOR B. M.; TERPSTRA J.; WHITE A. **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> Acessado em: 08 de julho de 2014.

MANAP, A. A.; SARDAN N. A.; RIAS R. P. M. **Interactive Learning Application in Microbiology: The Design, Development and Usability.** Procedia - Social and Behavioral Sciences. Elsevier. v. 90. 2013. p.31 - 40. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813019344#> Acessado em: 08 de julho de 2014.

MONTANARI, T.; BORGES E. O. de. **Museu virtual do corpo humano: ambiente virtual de aprendizagem para o ensino de ciências morfológicas.** . Novas tecnologias na educação CINTED-UFRGS. v. 10, nº 3, p. 1-11, dez. de 2012.

MORAES, S. A.; TERUYA T. K. **Paulo Freire e a formação do professor na sociedade tecnológica.** 2008. Disponível em: <http://www.nead.ufpr.br/conteudo/artigos/paulo_freire.pdf. Acessado em 13 de julho de 2014.

MICHAELIS. **Dicionário online.** Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/> Acessado em: 12 de outubro de 2014.

MORAN, J. **O desafio da inserção de novas tecnologias na escola pública.** Revista eletrônica Educatrix, ed. Moderna, ano 4, n.6, p.46-53, 2014. Disponível em:

<http://www4.moderna.com.br/educatrix/ed6/educatrix6.html?pag=30> Acessado em: 24 de julho de 2014.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa crítica**. Versão revisada e estendida de conferência proferida no III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa, p.1-20, set. de 2000. Disponível em: www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf Acessado em: 13 de julho de 2014.

NASCIMENTO, A. C. de A. **Princípios de design na elaboração de material multimídia para a Web**. 2005 Disponível em: <http://rived.proinfo.mec.gov.br/artigos/multimidia.pdf> Acessado em: 10 de maio de 2014.

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

PCN 2000. **Parâmetros curriculares nacionais Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Ministério da educação e do desporto. Secretaria do Ensino Médio. Brasília. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf> Acessado em: 3 de outubro de 2014.

PELIZZARI, A.; KRIEGL M. de L.; BARON M. P.; FINCK N. T. L.; DOROCINSKI S. I. **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel**. Revista PEC, PR, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

PRINCE GEORGE'S COMMUNITY COLLEGE. Imagem retículo endoplasmático. Disponível em: <http://academic.pgcc.edu/~kroberts/Lecture/Chapter%203/membranous.html> Acessado em: 2 de agosto de 2014.

SANTOS, A. B. dos; GUIMARÃES C. R. P. **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.

SCHADECK, R. J. G.; 2012. **Pesquisa e produção de processos e materiais didáticos em ciências para a aplicação em escolas do PROUCA**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Fase 2012.

TOYOTA, J. **O que significa ADDIE?** Design instruccional: criando experiências de aprendizagem. Disponível em: <http://www.designinstrucional.com.br/o-que-significa-addie/> Acessado em: 2 de outubro de 2014.

ZUIN, V. G.; FREITAS, D. de; OLIVEIRA, M. R. G.; ANDRÉA, C.; PRUDÊNCIO, V. **Análise da perspectiva ciência, tecnologia e sociedade em materiais didáticos.** Universidade Federal de São Carlos, SP. Revista Ciências e Cognição, v.13, n.1, p.56-64, mar. 2008.

GLOSSÁRIO

ADOBE PHOTOSHOP: *Software* de edição de imagens bidimensionais, fabricado pela empresa Adobe Systems.

AUTODESK 3DS MAX: *Software* desenvolvido pela empresa Autodesk, é utilizado para a criação de modelos em três dimensões, animações, simulações e renderização para artistas de jogos, cinema e gráficos animados.

COREL DRAW: *Software* desenvolvido pela empresa Corel, utilizado para a criação de ilustrações vetoriais.

FEEDBACK: Palavra de origem inglesa que significa realimentar ou dar a resposta a um determinado pedido ou acontecimento.

INTERFACE: É um sistema operacional ou programa para o usuário. Como utiliza gráficos ou ícones para representar funções ou arquivos, dispensa a digitação dos comandos do sistema, facilitando o controle do *software*.

MICROSCOPIA: s.f. Técnica de utilização do microscópio. Observação ao microscópio. Estudos microscópicos.

MICROSOFT POWERPOINT: *Software* criado pela Microsoft e utilizado para a criação de *slides shows* e apresentações.

PROTÓTIPO: s.m. Primeiro exemplar, primeiro modelo, original. Padrão.

RENDER: Termo em inglês para o processo para obtenção de um produto final através de um processamento digital.

SMARTPHONE: Termo em inglês para designar celular com tecnologias avançadas, que inclui programas executados em um sistema operacional, equivalente aos computadores.

SOFTWARE: s.m. (termo em inglês) Em linguagem de computação, conjunto de instruções destinadas ao funcionamento do aparelho, em oposição ao *hardwere*, que designa a sua parte física.

TABLETS: Termo em inglês para computador portátil, de tamanho pequeno, fina espessura e com tela sensível ao toque (*touchscreen*).

TOUCHSCREEN: Termo em inglês para designar telas de alguns aparelhos que são sensíveis à pressão do toque, dispensando o uso de outros periféricos como o teclado.

3D (COMPUTAÇÃO GRÁFICA): é o processo de desenvolvimento de uma representação matemática de qualquer superfície tridimensional de um objeto (seja

inanimado ou vivo), através de *software* especializado. O produto é chamado de modelo tridimensional.

UPLOAD: Termo da língua inglesa referente à ação de enviar dados de um computador local para um computador ou servidor remoto, geralmente através da *internet*.

APÊNDICES

APÊNDICE A	-	QUESTIONÁRIO DA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA AOS ESTUDANTES	72
APÊNDICE B	-	QUESTIONÁRIO APÓS A APLICAÇÃO DO PROTÓTIPO AOS ESTUDANTES	75

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA AOS ESTUDANTES

QUANTO AO DOMÍNIO DE CONTEÚDO:

1. Você já teve aulas sobre células no ensino fundamental (7º ano)?

() Sim

() Não

2. Você já teve aulas sobre células (sua estrutura, organelas, funções, etc.) no ensino médio?

() Sim

() Não

3. Em caso afirmativo, qual foi o tema abordado? (Pode assinalar mais de um item)

() O tamanho das células

() As células como constituintes de todos os seres vivos

() A diferenciação quanto aos formatos das células

() A estrutura das células procarióticas e eucarióticas

() O estudo da estrutura das organelas

() O estudo sobre as funções das organelas

() A diferenciação entre células eucarióticas animais e vegetais

Outros: _____

4. O que você achou dos temas estudados sobre células?

() Um pouco fáceis () Muito fáceis () Fáceis () Um pouco difíceis

() Difíceis () Muito difíceis

5. Qual é, na sua opinião, a principal dificuldade dos alunos para entenderem os conteúdos sobre células? (Pode escolher mais de um item)

() O estudo sobre as células não é importante

() O estudo sobre as células não é interessante

() É difícil entender uma estrutura tão pequena (a célula)

() É difícil imaginar uma célula em 3 dimensões

() É difícil entender as partes constituintes de uma célula

() É difícil entender as funções das organelas

() É difícil entender a linguagem empregada nos livros didáticos

Outros: _____

QUANTO AOS RECURSOS DIDÁTICOS

6. Que tipo de recursos o seu professor utiliza nas aulas de biologia/ciências?

- ☐ Quadro ☐ Textos diversos ☐ Livro didático
☐ Vídeos ☐ Laboratório de informática ☐ Laboratório de ciências
☐ Maquetes ou modelos ☐ outros

7. Dos recursos empregados, quais você acha mais interessantes (ou mais agradáveis)?

- ☐ Quadro ☐ Textos diversos ☐ Livro didático
☐ Vídeos ☐ Laboratório de informática ☐ Laboratório de ciências
☐ Maquetes ou modelos ☐ outros

8. Dos recursos empregados, quais você acha menos interessantes (ou mais cansativos)?

- ☐ Quadro ☐ Textos diversos ☐ Livro didático
☐ Vídeos ☐ Laboratório de informática ☐ Laboratório de ciências
☐ Maquetes ou modelos ☐ outros

9. Foi utilizado algum recurso específico para a matéria de biologia/ciências como, por exemplo, o laboratório de ciências?

- ☐ não ☐ sim, poucas vezes ☐ sim, muitas vezes

10. Você gostaria da utilização do laboratório de informática para o estudo sobre as células num modelo por computador?

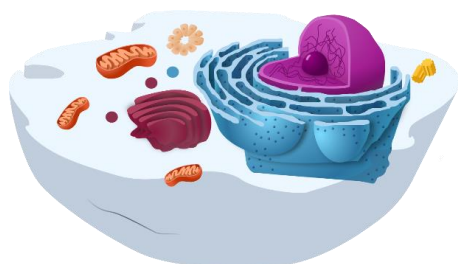
- ☐ não ☐ sim, gostaria um pouco ☐ sim, gostaria muito

11. Você gostaria de estudar as células em um modelo por computador, que se regule conforme você avance no conteúdo?

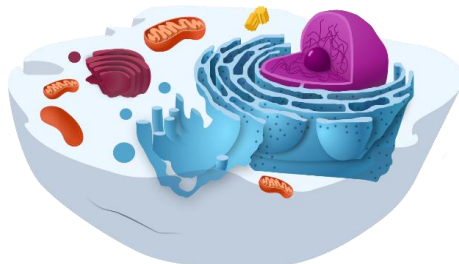
- ☐ não ☐ sim, gostaria um pouco ☐ sim, gostaria muito

12. Com os conhecimentos que adquiriu qual desses desenhos mais se assemelha a uma célula animal e as partes que a constituem?

A



B



C



D



13. Em sua opinião como seria uma aula de biologia celular interessante?

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO APÓS A APLICAÇÃO DO PROTÓTIPO AOS ESTUDANTES

1. Você considerou importante o trabalho da aluna da Universidade Federal do Paraná em seu colégio?

() sim

() não

() pouco

2. Em caso afirmativo, de que forma? (pode assinalar mais de uma alternativa)

() esclareceu algumas dúvidas

() aprendi coisas novas

() relembrei alguns conceitos estudados () aumentou meu interesse sobre biologia celular

Outros: _____

De 1 (um) a 5 (cinco) que nota você daria para as partes compostas do modelo de Célula 3D listado abaixo

Material apresentado	Nota
3. Facilidade de uso	
4. Compreensão da linguagem e assunto	
5. Cores e formatos das organelas	
6. Facilidade de leitura	
7. Disposição das flechas de voltar e avançar	
8. Blocos com textos explicativos	
9. Menus	
10. Capacidade de navegar entre as partes da célula (organelas)	
11. Capacidade diminuir e aumentar o <i>zoom</i> e rotacionar os elementos da célula	

12. A partir da Célula 3D aumentou a sua compreensão de um modelo real de célula animal?

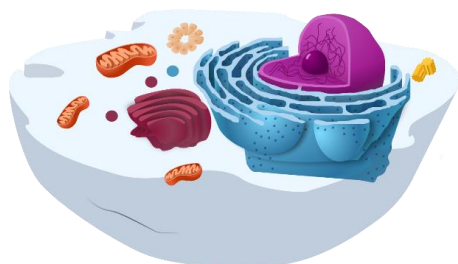
() sim

() não

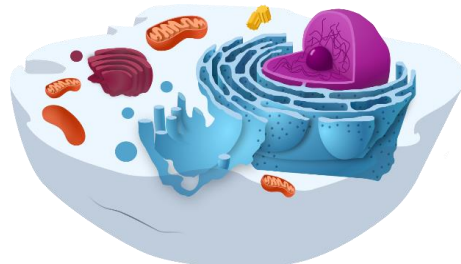
() pouco

13. Com os conhecimentos que adquiriu com o modelo da Célula 3D qual desses se assemelha a uma célula animal e as partes que a constituem?

A



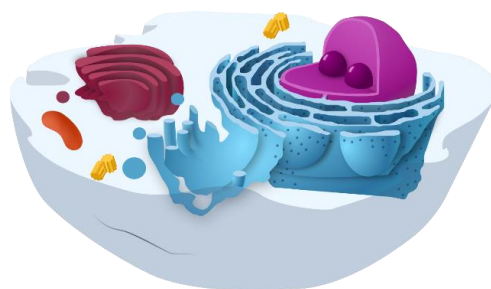
B



C



D



14. Você teria alguma outra sugestão para aprimorar o modelo de Célula 3D?

ANEXO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO APRESENTADO A DIRETORA DO COLÉGIO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, Deborah Talita Ruppel, aluna regularmente matriculada no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas nº matrícula: GRR20081598 portadora do R.G. nº 95903509 e CPF nº 071194699-08, residente na Rua Aarão Lamenha do Siqueira, município de Curitiba, PR, sob a orientação dos pesquisadores: Prof. Dr. Carlos Eduardo Pilleggi de Souza RG nº 76606855; CPF nº 005776668-19, Profa. Dra. Ruth Janice Guse Schadeck RG nº 1019083276 CPF nº 330868420-91 e Profa. Dra. Márcia Mendonça RG nº 1.975.752 CPF nº 479578572 da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando a Escola Estadual Benedito João Cordeiro através da Diretora e/ou Coordenador(a) pedagógico(a) Sônia Mara Garcia Lopes a participar de um estudo intitulado “O uso de mídias digitais no processo de ensino aprendizagem: desenvolvimento e aplicação de célula 3D para estudantes do ensino médio”.

O objetivo deste estudo é analisar pesquisas e embasamentos teóricos que apontem sobre as contribuições de mídias tecnológicas como recursos didáticos eficazes no processo de aprendizagem de conceitos de biologia celular, abordados no primeiro ano do Ensino Médio. Além do desenvolvimento protótipo de material, uma célula 3D interativa, que será aplicada o público alvo, que são estudantes do 1º ano do Ensino Médio, de escolas públicas da rede estadual do Paraná na cidade de Curitiba.

Será realizada uma avaliação diagnóstica, para isso serão aplicados questionários estruturados aos alunos, entrevistas abertas aos professores, observações diretas *in loco* aos estudantes do 1º ano do Ensino médio para identificar quais são as definições, conhecimentos prévios, concepções e ideias sobre o que é célula antes da apresentação do protótipo. Após a aplicação do protótipo, haverá uma avaliação somativa, que constituirá dos aspectos relevantes referente ao conteúdo apresentado pelo protótipo e quais foram as dúvidas sanadas sobre o tema levantado através de outro questionário entregue a estudantes. E por fim uma auto avaliação da autora do projeto.

Os benefícios esperados com essa pesquisa são:

Observar se as atividades lúdicas, podem auxiliar os alunos no apoderamento de conteúdos consequentemente gerando uma aprendizagem mais significativa;

Verificar a validade do uso de instrumento didático interativo, Célula 3D, no ensino de biologia celular em sala de aula para a matéria de biologia.

Os pesquisadores, responsáveis por este estudo poderão ser contatados para esclarecer eventuais dúvidas que os Sres. possam ter e fornecer-lhe as informações que queiram, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

A participação neste estudo é voluntária e se esta instituição não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam o termo de consentimento livre e esclarecido assinado.

As informações relacionadas ao estudo poderão ser divulgadas em relatórios, monografias de Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, Seminários, Encontros, Congressos Científicos e/ou publicações em revistas de divulgação e disseminação científica, isto será feito sob forma codificada, para que a identidade dos participantes e da sua instituição seja preservada e seja mantida a confidencialidade.

As despesas necessárias para a realização da pesquisa não são de responsabilidade desta instituição e pela sua participação no estudo não receberá qualquer valor em dinheiro.

Eu, Sônia M. Garcia Lopes li esse termo de consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordamos em participar. A explicação que recebi menciona de forma clara e objetiva os objetivos desta pesquisa. Entendemos que somos livres para interromper a participação a qualquer momento sem justificar nossa decisão e sem que esta

Nós legalmente representantes deste estabelecimento de ensino, concordamos voluntariamente em participar deste estudo.

(Assinatura do responsável legal da instituição)

Local e data

Curitiba, 05/09/14

Sônia Mara Garcia Lopes
Res: 6012/2011 - DOE: 06/01/2012
DIRETORA GERAL - RG 4277268-2

C.E. Benedicto João Cordeiro
ENSINO FUNDAMENTAL, MÉDIO
NORMAL E PROFISSIONAL
henejc@terra.com.br - F: 3349-2124
R. Eurico Zytkevitz, 143 - Sítio Cercado
CEP 81.900-180 - Curitiba - PR

Acadêmica Deborah Talita Ruppel

(email e telefone) deborahruppel@gmail.com 99408608

Prof. Dr. Carlos Eduardo Pilleggi de Souza

(email e telefone) cep.souza2004@yahoo.com.br 3811-3284

Profa. Dra. Ruth Janice Guse Schadeck

(email e telefone) ruth.ufpr@gmail.com 9438-6482

Profa. Dra. Márcia Mendonça

(email e telefone) marciamend@ufpr.br 9969-8845

Comitê de ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da FUFPR
Rua Pe. Camargo, 280 - 2º andar - Alto da Glória - Curitiba-PR - CEP: 80060-240
Tel (41) 3360-7259 - e-mail: cometica.saude@ufpr.br