



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Alan Portella de Souza

**O ensino de Biologia celular através da realidade aumentada (RA)
em uma escola pública do Estado do Rio de Janeiro**

Rio de Janeiro

2019

Alan Portella de Souza

O ensino de Biologia celular através da realidade aumentada (RA) em uma escola pública do Estado do Rio de Janeiro

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia, em Rede Nacional, na Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Prof.^a Dra. Rosane Moreira Silva de Meirelles

Coorientador: Prof. Dr. Lúcio Paulo do Amaral Crivano Machado

Rio de Janeiro

2019

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CB-A

S279 Souza, Alan Portella.

O ensino de Biologia celular através da realidade aumentada (RA) em uma escola pública do Estado do Rio de Janeiro / Alan Portella de Souza. - 2019.
99 f.

Orientadora: Prof.^a Dra. Rosane Moreira Silva de Meirelles
Coorientador: Prof. Dr. Lúcio Paulo do Amaral Crivano Machado

Mestrado (Dissertação) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. Pós-graduação em Ensino de Biologia.

1. Biologia celular - Estudo e ensino – Teses. 2. Tecnologia educacional – Teses. 3. Realidade aumentada – Teses. 4. Material didático. 5. Biologia (Ensino médio) - Teses. 6. Aprendizagem (Ensino médio). I. Meirelles, Rosane Moreira Silva de. II. Machado, Lúcio Paulo do Amaral Crivano. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. IV. Título.

CDU 576.3

Bibliotecária: Thais Ferreira Vieira _ CRB7/5302

Autorizo apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Alan Portella de Souza

O ensino de Biologia celular através da realidade aumentada (RA) em uma escola pública do Estado do Rio de Janeiro

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia, em Rede Nacional, na Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 30 de agosto de 2019.

Coorientador: Prof. Dr. Lúcio Paulo do Amaral Crivano Machado
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes - UERJ

Banca Examinadora:

Prof. Dra. Rosane Moreira Silva de Meirelles (Orientadora)
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes - UERJ

Prof. Dr. Rafael Nogueira Costa
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Letícia Loss de Oliveira
Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira - UERJ

Rio de Janeiro

2019

DEDICATÓRIA

Dedico a minha esposa Larissa e a minhas filhas Sara Portella e Liz Portella pela compreensão nos momentos de ausência e pelo apoio constante. À minha mãe e avós pelo incentivo aos estudos como forma de crescimento pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter tido a oportunidade de chegar até aqui.

À minha orientadora Dra. Rosane Moreira e coorientador Dr. Lucio Paulo pelos ensinamentos, orientações e conversas.

Aos colegas de trabalho que participaram da pesquisa e aos alunos da primeira turma de Mestrado Profissional PROFBIO – UERJ pelo apoio e momentos de descontração durante os encontros.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

O verdadeiro valor de um homem não pode ser encontrado nele mesmo, mas nas cores e texturas que faz surgir nos outros.

Albert Schweitzer

RESUMO

SOUZA, Alan Portella de. *O ensino de Biologia celular através da realidade aumentada (RA) em uma escola pública do Estado do Rio de Janeiro*. 2019. 99 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

O estudo das células é de extrema importância para o entendimento dos demais conteúdos em Biologia, constituindo um dos conceitos estruturantes desse eixo de aprendizado. Entretanto, a maioria dos estudantes que chega ao ensino médio apresenta dificuldades para reconhecê-las e associá-las aos fenômenos fisiológicos do organismo. A inserção de novas tecnologias no ambiente escolar, como o uso da realidade aumentada (RA), é um desafio mas pode contribuir para minimizar tais dificuldades e melhorar o processo de ensino aprendizagem. Esta dissertação de mestrado tem como objetivo a apresentação de uma proposta de material didático de apoio, com a utilização da tecnologia de realidade aumentada (RA), na tentativa de facilitar o processo de ensino-aprendizagem do tema Biologia Celular no ensino médio. Para isso foram levantados dados, junto a professores de Biologia que atuam em colégios estaduais localizados no município de Rio das Ostras (RJ) e cidades próximas, a respeito das dificuldades que esses profissionais encontram ao abordarem o tema célula em suas aulas. Buscou-se também diagnosticar se fazem uso de alguma ferramenta tecnológica em seu planejamento. As informações coletadas, através de questionários semi-estruturados, abertos e qualitativos, nortearam o desenvolvimento do produto final, constituído de elementos teóricos e um aplicativo desenvolvido para observação de imagens e vídeos em realidade aumentada (RA). O material produzido foi validado com os docentes em um segundo questionário e após análise dos dados concluímos que o mesmo pode contribuir para a diminuição da abstração inerente ao tema, somando-se aos demais recursos pedagógicos utilizados no ambiente educacional, atingindo seus objetivos quanto a uma possível ferramenta facilitadora para o ensino de Biologia Celular.

Palavras-chave: Tecnologia Educacional. Ensino de Biologia. Realidade Aumentada.

ABSTRACT

SOUZA, Alan Portella of. The teaching of cell biology through augmented reality in a public school in the state of Rio de Janeiro. . 2019. 99 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

The study of cells is extremely important for the other contents in biology understanding, constituting one of the structuring concepts of this discipline. However, most high school students have difficulties in recognizing and associating them with the physiological phenomena of the organism. The insertion of new technologies in the school environment, such as the use of augmented reality (AR), is a challenge but can contribute to minimize such difficulties and improve the teaching-learning process. This dissertation aims to present a proposal of didactic support material, using augmented reality technology (AR), in an attempt to facilitate the teaching-learning process of the subject cellular biology in high school. For this, data were collected from questionnaires applied to biology teachers who work in state schools located in the city of Rio das Ostras (RJ) and nearby cities, about the difficulties that these professionals encounter when addressing the theme cell biology in their classes. We also sought to diagnose whether they use any technological tool in their planning. The information collected through semi-structured, open and qualitative questionnaires guided the development of the final product, consisting of theoretical elements and an app developed for observation of images and videos in augmented reality (AR). The material produced was validated with teachers in a second questionnaire and after analyzing the data we concluded that it can contribute to the reduction of the abstraction inherent to the theme, adding to the other pedagogical resources used in the educational environment, reaching its goals regarding a possible facilitating tool for the teaching of cell biology.

Keywords: Educational Technology. Biology teaching. Augmented Reality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Vista frontal do Ciep – 257.....	31
Figura 2 –	Vista frontal do Colégio Estadual Jacinto Xavier Martins.....	32
Figura 3 –	Vista do portão de entrada do Colégio Estadual Cinamomo.....	32
Figura 4 –	Vista frontal do Colégio Estadual Esmeralda Costa Porto.....	33
Figura 5 –	Quadra de areia do Colégio Estadual Jacinto Xavier Martins.....	34
Figura 6 –	Refeitório do Colégio Estadual Jacinto Xavier Martins.....	35
Figura 7 –	Vista interna do pátio do Colégio Estadual Jacinto Xavier Martins mostrando ao fundo as salas de aula.....	35
Figura 8 –	Vista frontal do Colégio Estadual Santa Maria.....	36
Figura 9 –	Sala de informática do Ciep 257.....	38
Figura 10 –	Fotografia feita durante os jogos estudantis que ocorrem anualmente no Ciep 257.....	39
Figura 11 –	Imagem da tela inicial do programa <i>VideoScribe</i> , utilizado para elaboração dos vídeos.....	45
Figura 12 –	Quantitativo dos recursos citados pelos professores para uso no ensino de Biologia Celular.....	50
Figura 13 –	Quantitativo a respeito dos recursos que os docentes gostariam de usar para o ensino de Biologia Celular.....	51
Figura 14 –	Imagem da tela inicial do site <i>Canva</i> onde foi desenvolvido a parte teórica do material didático de apoio.....	55
Figura 15 –	Imagem do site <i>Canva</i> mostrando edição de algumas páginas que formam material didático de apoio.....	56
Figura 16 –	Imagem de um dos fragmentos de texto que propõe ao leitor uma possível perspectiva investigativa.....	57
Figura 17 –	Imagem mostrando o símbolo criado para identificar as imagens do produto que apresentam marcadores para a realidade aumentada (RA).....	58
Figura 18 –	Imagem do programa <i>unity</i> durante o processo de elaboração do aplicativo.....	59

Figura 19 – Observação de imagem 3D a partir da utilização do aplicativo instalado em um aparelho de celular.....	59
Figura 20 – Quantitativo relacionado as justificativas apresentadas quanto a qualidade do material didático de apoio.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC –	Base Nacional Comum Curricular
CAD –	<i>Computer aided design</i>
CIEP –	Centro Integrado de Educação Pública
DECB –	Departamento de Ensino de Ciências e Biologia
DNA –	Ácido desoxirribonucléico
DVD –	<i>Digital versatile disc</i>
MP3 –	<i>MPEG layer 3</i>
MP4 –	<i>MPEG layer 4</i>
P1 –	Professor 1
P2 –	Professor 2
P3 –	Professor 3
P4 –	Professor 4
P4 –	Professor 5
P6 –	Professor 6
PCN –	Parâmetros Curriculares Nacionais
RA –	Realidade Aumentada
SDK –	<i>Software Development Kit</i>
TCLE –	Termo de consentimento livre e esclarecido
TDIC –	Tecnologia digital da informação e comunicação
TIC –	Tecnologia da informação e comunicação
UCA –	Um computador por aluno
UERJ –	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFRJ –	Universidade Federal do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

	APRESENTAÇÃO	13
	INTRODUÇÃO	16
1	REVISÃO DA LITERATURA	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	24
3	OBJETIVOS	30
3.1	Objetivo geral	30
3.2	Objetivos específicos	30
4	MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1	Área de estudo	31
4.1.1	<u>Breve histórico do Ciep 257</u>	37
4.2	Coleta de dados inicial	40
4.3	Desenvolvimento do produto	42
4.3.1	<u>Elementos teóricos</u>	43
4.3.2	<u>Imagens e modelos 3D</u>	44
4.3.3	<u>Vídeos</u>	44
4.3.4	<u>Elaboração do aplicativo</u>	46
4.4	Validação do produto	46
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5.1	Sobre o questionário diagnóstico	48
5.2	Elaboração do produto	54
5.2.1	<u>O texto de apoio</u>	55
5.2.2	<u>O aplicativo de realidade aumentada</u>	58
5.3	Validação do produto	60
6	CONSIDERAÇÃO FINAIS	64
	REFERÊNCIAS	67
	APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	72
	APÊNDICE B - Questionário diagnóstico.....	74
	APÊNDICE C - Questionário avaliativo do produto.....	76
	APÊNDICE D - Material didático de apoio (produto).....	79
	ANEXO A - Pedido de autorização para a Pesquisa.....	97
	ANEXO B - Parecer consubstanciado do CEP.....	98

APRESENTAÇÃO

Minha trajetória profissional como educador teve início em 2004, logo após a obtenção do diploma de graduação em Ciências Biológicas, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Naquele ano fui convidado pelo Dr. Reinaldo Luiz Bozelli, professor Titular do Departamento de Ecologia da UFRJ, para lecionar na Escola Municipal de Pescadores, localizada na cidade de Macaé, litoral norte do Estado do Rio de Janeiro, onde atuei entre os anos de 2005 e 2008.

A escola foi criada a partir de um projeto de parceria entre a universidade e a prefeitura local e funcionava em tempo integral, atendendo alunos do segundo segmento do ensino fundamental. Contava com disciplinas que faziam parte da grade regular de ensino e disciplinas vinculadas à universidade, como por exemplo, construção naval, aquicultura e ecologia.

No ano de 2006, enquanto ainda atuava como professor de ecologia no Colégio Municipal de Pescadores, fui convocado para assumir minha primeira matrícula de 16 horas semanais na rede estadual de ensino do Rio de Janeiro, ministrando a disciplina de Biologia para alunos do ensino médio. Em 2008 fui convocado para a segunda matrícula de 16 horas também na rede estadual do Rio de Janeiro, dessa vez para atuar no ensino de Ciências, com alunos do 6º ao 9º ano.

Desde 2005, quando iniciei os primeiros passos no mundo educacional, já se passaram 14 anos e ao longo desse tempo, tenho feito algumas observações que constantemente me angustiam, como por exemplo, o descaso do poder público com as instituições de ensino e profissionais que ali atuam. Parte dessa angústia se relaciona diretamente também com questões pedagógicas e metodológicas, como a dificuldade de aprendizagem que grande parte dos alunos demonstra com a abordagem de temas abstratos, como é o caso do ensino de Biologia Celular, importantíssimo para o entendimento da sequência de assuntos tratados ao longo do ensino médio e objeto deste estudo.

Faço um convite para refletirmos e avaliarmos a postura que muitos docentes adotam em suas práticas, e eu me incluo nesse grupo. Muitas vezes nos entregamos ao conformismo quando estamos diante da necessidade de arriscarmos novas possibilidades e experimentações no campo educacional. Essa comodidade

que, em vários momentos está presente no meu cotidiano escolar, e que, provavelmente, se estende a muitos outros educadores, talvez ocorra por medo ou ausência de conhecimento do novo. Pode estar relacionada também com outros fatores, tais como: a falta de estrutura das unidades educacionais, reflexo direto do baixo investimento das políticas públicas no setor, cansaço ou dificuldades de administração do tempo, devido a cargas horárias de trabalho elevadas. Acredito que, mesmo diante de todos esses conflitos, devemos constantemente nos autoavaliarmos e buscarmos ao máximo uma possível melhoria das nossas práticas, pois essa é a parte que nos cabe diante da complexidade inerente ao processo educacional.

Por mais que tentasse diversificar minha atividade pedagógica, a dificuldade, mesmo que mínima, ao abordar o tema célula, permanecia. Foi quando observei que talvez estivesse usando uma metodologia que funcionou para a minha geração, mas que se torna inadequada para os alunos de hoje, “nativos digitais”, cujo pensamento é imediatista, a necessidade por respostas é dinâmica e está ao alcance das mãos, através do uso de variados recursos tecnológicos (PRENSKY, 2001). Em uma busca rápida na rede, através de um celular, por exemplo, navegam em um hipertexto com suas múltiplas variações e possibilidades, encontrando ao longo do percurso diversas outras respostas e possíveis novos questionamentos.

Um hipertexto proporciona que o usuário se desprenda de uma lógica unidirecional, própria das mídias de massa e dos sistemas de ensino do século XX. Estimula a criatividade e a contribuição do aluno, que participa como coautor de processo de comunicação e aprendizagem (SILVA, 2010). A escola atual exige um profissional que busque sempre o seu aprimoramento, mantendo uma atitude investigativa e que saiba lidar com situações adversas. Nesse contexto o professor necessita apropriar-se das tecnologias da informação e de comunicação para possível melhoria de práticas didático-pedagógicas (SCHEID et al., 2009).

Essa inquietude e necessidade constante de melhoria do trabalho que realizo atualmente como educador norteia o presente estudo. Nele busco respostas junto aos demais docentes, quanto ao uso da tecnologia, tão comum aos alunos de hoje, como ferramenta pedagógica facilitadora para o ensino do tema célula.

Nesse contexto, a introdução de ferramentas tecnológicas educativas, como a realidade aumentada (RA), por exemplo, se faz presente para uma possível melhoria do ensino de Biologia Celular.

A realidade aumentada (RA) consiste na observação em tempo real de objetos virtuais sobrepostos, utilizando-se para isso algum dispositivo tecnológico (MILGRAM et al.,1995).

Essa inserção tecnológica talvez alimente transformações e gere novas reflexões tanto nos discentes, que podem perceber que é possível associar a tecnologia ao estudo, tornando-o mais interessante e dentro de sua realidade, como também nos docentes, no sentido de repensarem suas práticas educacionais.

INTRODUÇÃO

A disciplina de Biologia pode ser uma das mais relevantes no processo de formação de cidadãos pois deve proporcionar ao aluno a capacidade de compreensão e aprofundamento de assuntos biológicos, com destaque para a importância da ciência, da tecnologia e o interesse pela vida dos demais seres vivos. Deve capacitar o discente na escolha de decisões individuais e coletivas, levando em conta o papel do ser humano na sociedade (KRASILCHIK, 2004).

O tema Biologia Celular faz parte da grade curricular das séries iniciais do ensino médio. A característica conceitual microscópica, inerente ao seu estudo, aliada à falta de infraestrutura adequada que a maioria das escolas públicas apresenta, torna sua abordagem abstrata e de baixo grau de compreensão (ORLANDO, 2009).

A partir desse contexto e refletindo sobre uma possível solução para tal condição, o presente trabalho teve como **pergunta de investigação**: Se é possível facilitar o ensino de Biologia Celular a partir do uso da tecnologia de Realidade Aumentada (RA)?

A resposta para tal questionamento norteou a elaboração dos objetivos do estudo a fim de levantar dados a respeito das dificuldades que os docentes encontram ao abordarem o tema Biologia Celular em suas práticas, a construção de um material didático com a utilização da tecnologia da realidade aumentada (RA), e a validação do produto gerado com a pesquisa junto aos mesmos.

Vale destacarmos que a construção do conhecimento vai além do simples uso de diferentes ferramentas tecnológicas; elas auxiliam, mas cabe ao docente, juntamente com o grupo social refletido no espaço educacional que está conduzindo, a elaboração de processos interativos construtivistas (MARTINS, 1997).

Todas as etapas referentes ao desenvolvimento da pesquisa estão descritas no texto a seguir. No primeiro capítulo é apresentada uma revisão da literatura e comentários a respeito da educação nacional, ensino de Biologia, inserção tecnológica no ambiente escolar e o uso da realidade aumentada (RA). No segundo capítulo, fundamentado em uma reflexão teórica e dialogada com outros autores, buscou-se apresentar o referencial teórico para elaboração deste estudo. O terceiro capítulo apresenta os objetivos gerais e específicos que nortearam o projeto de

pesquisa. No quarto capítulo são apresentadas a área de estudo, as metodologias utilizadas para coleta dos dados, a descrição dos dados coletados através dos questionários aplicados e os processos intrínsecos de elaboração do produto final. O quinto capítulo traz a apresentação dos resultados, possibilitando uma discussão dos mesmos e no capítulo seis faz-se uma reflexão sobre a pesquisa desenvolvida e sua possível contribuição para o ensino de Biologia.

1 REVISÃO DA LITERATURA

Grande parte das escolas brasileiras segue ainda currículos tradicionalistas, cujo objetivo principal das aulas é apenas a transmissão de informações, estando dissociadas do cotidiano do aluno e distantes da capacidade de se promover uma educação científica, quando se leva em consideração o ensino de ciências e Biologia, por exemplo (KRASILCHIK, 2004). A educação necessita de uma reformulação em suas estruturas básicas, não devendo se ater apenas ao ambiente escolar (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009).

Diversos pesquisadores em seus trabalhos trazem reflexões a respeito da forma como a educação escolar se manifesta atualmente, propondo várias mudanças inerentes a aspectos pedagógicos e estruturais. No final da década de 90, Valente (1999) afirma que o conhecimento e seus processos de aquisição exigiam uma nova postura de profissionais em geral e um repensar dos modelos educacionais. Essa mesma necessidade de mudança foi corroborada por Araújo (2014), quando este destaca em seus estudos que a educação deve atender as demandas de uma sociedade democrática, inclusiva e heterogênea, sendo capaz de transformar-se e adaptar-se à novas tecnologias, modificações sociais, culturais e científicas. Em sua pesquisa, Luck (2017) descreve que a educação brasileira deve passar por sensíveis transformações, que vão além de mudanças meramente curriculares, metodológicas ou tecnológicas. As modificações precisam estar embasadas em um novo relacionamento entre as instituições educacionais e a sociedade, buscando-se um ressignificado para a escola e o processo de aprendizagem.

É importante ressaltar que a educação deve ser vislumbrada dentro do contexto social da qual faz parte, promovendo e embasando-se em um desenvolvimento constante, assim como ocorre com outros fatores de ordem social como o socioeconômico, o regional ou o da saúde. Não deve ser pensada como um privilégio ou isoladamente, como ocorria no século passado, caracterizada como algo imutável, carregando o peso de ser a única responsável por possíveis modificações sociais e pela preservação ou conservação da cultura de um povo ou civilização (BRANDÃO, 2017).

Essas inquietudes e propostas relacionadas ao ambiente escolar talvez sejam reflexo das imposições que o mundo de hoje exerce sobre a prática educacional. Demonstrem a necessidade de se alinhar os modelos pedagógicos e as estruturas educacionais a um contexto mais atual, como por exemplo, no que se refere ao uso de diferentes tecnologias no espaço escolar, conforme proposto no presente estudo, através da inserção da realidade aumentada (RA) para o ensino de Biologia Celular.

Na tecnologia da realidade aumentada (RA) o usuário é mantido no ambiente físico e a experiência virtual é acrescentada a esse espaço, diferentemente da realidade virtual, que transfere o usuário ao ambiente chamado virtual (KIRNER; KIRNER, 2011). A realidade aumentada (RA) apresenta como princípio a sobreposição de objetos virtuais a um cenário real. Com o auxílio de um software, instalado em um dispositivo móvel, é possível trazer para o espaço físico dados vinculados a uma imagem referência (FOMBONA et al, 2014).

Pesquisas com realidade aumentada (RA) iniciaram-se na década de 1960 com os estudos de Ivan Sutherland ao desenvolver um capacete utilizado para visualização em ambiente real de objetos 3D. Na década de 1980 a Força Aérea Americana desenvolveu o primeiro projeto de realidade aumentada (RA) a partir de um simulador de *cockpit* de avião, combinando elementos virtuais com o ambiente físico do usuário (KIRNER e KIRNER, 2011).

Nas práticas educativas, a realidade aumentada (RA) pode atuar como ferramenta facilitadora de aspectos interacionistas e motivacionais (KIRNER, ZORZAL, 2005). No ensino de Biologia, contribui para ampliação da percepção sensorial e, conseqüentemente, para maior compreensão dos alunos dos temas propostos (CARDOSO et al, 2007). Para uma transformação nas políticas educacionais, além de mudanças sociais e institucionais, as tecnologias de rede precisam ser utilizadas para promover a criatividade, multidisciplinaridade e atualização constantes, funcionando em grupos heterogêneos e em modelos que não reproduzam a transferência direta do conhecimento de professor para o aluno, se aproximando da chamada “economia do conhecimento” (COLIS, 2006). Ainda segundo esse autor, a expressão “economia do conhecimento” está em evolução e não possui uma definição única. Está diretamente relacionada com mudanças na sociedade global e suas principais características são a mobilidade de serviços, informação, criatividade, trabalho multidisciplinar e em equipes mistas, tecnologia para gestão de conhecimento e partilha.

A partir do trecho acima citado, no que tange “a transformação das políticas educacionais”, destaca-se a parcela que nós educadores temos diante desse processo de desenvolvimento. A sociedade em rede é global, alcança todos os países do planeta, difundindo-se a partir do comércio de bens e serviços, comunicação, informação, ciência e tecnologia e mesmo que não alcance a todos, toda humanidade é afetada por sua lógica, dentro de uma organização social (CASTELLS, MAJER, GERHARDT, 2002).

Silva (2010), ao discutir a importância da inserção tecnológica no meio educacional cita que:

A educação do cidadão não pode estar alheia ao novo contexto sociotécnico, cuja característica geral não está mais na centralidade da produção fabril ou da mídia de massa, mas na informação digitalizada em redes online como nova infraestrutura básica, como novo modo de produção (SILVA, 2010, p. 37).

Devemos destacar que já existem iniciativas públicas de incentivo ao uso de tecnologias no ambiente escolar. No âmbito federal, segundo o site do Ministério da Educação (MEC), são ofertados cursos dentro de um programa intitulado “Proinfo Integrado”¹, cujo objetivo é oferecer aos docentes uma formação através de diferentes cursos, direcionada ao uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no ambiente escolar. Tais cursos podem estar articulados à distribuição de equipamentos tecnológicos, conteúdos e recursos multimídia e digitais, ofertados pelo Portal do Professor, pela TV Escola, DVD Escola, Domínio Público e pelo Banco Internacional de Objetos Educacionais.

Os cursos oferecidos pelo programa são Introdução à Educação Digital (60h), Tecnologias na Educação (60h), Elaboração de Projetos (40h), Redes de Aprendizagem (40h) e o projeto UCA (Um Computador por Aluno), todos eles voltados para professores ou gestores de escolas públicas e relacionados com o uso de TICs no ambiente educacional.

No caminho contrário e contraditório à essas iniciativas, vários estados e municípios brasileiros apresentam leis que proíbem o uso de equipamentos tecnológicos no ambiente escolar. No que diz respeito ao Estado do Rio de Janeiro,

¹Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=13156

desde abril de 2008 vigora uma lei que dispõe sobre a proibição do uso de telefones celulares e outros dispositivos nas escolas estaduais:

Art. 1º Fica proibido o uso de telefones celulares, *walkmans*, *diskmans*, *ipods*, MP3, MP4, fones de ouvido e/ou *bluetooth*, *game boy*, agendas eletrônicas e máquinas fotográficas, nas salas de aulas, salas de bibliotecas e outros espaços de estudos, por alunos e professores na rede pública estadual de ensino, salvo com autorização do estabelecimento de ensino, para fins pedagógicos [BRASIL. Lei nº 5222, de 11 de abril de 2008].

Porém um precedente fica aberto nesta legislação estadual, quando determina-se que os diversos equipamentos podem ser usados “com autorização do estabelecimento de ensino, para fins pedagógicos”. Tal legislação já possui mais de 10 anos de existência e segue na contramão à propostas incentivadoras da utilização de TICs em sala de aula, o que, espera-se seja repensado futuramente.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para o Ensino Médio no que se relaciona às competências correspondentes à área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, o aluno no ensino médio:

Deve ser capaz de elaborar uma síntese, em que os processos vitais que ocorrem em nível celular se evidenciem relacionados, permitindo-se a construção do conceito sistematizado de célula: um sistema que troca substâncias com o meio, obtém energia e se reproduz. Compreende-se, assim, a teoria celular atualmente aceita, assim como se abre caminho para o entendimento da relação entre os processos celulares e as tecnologias utilizadas na medicina ortomolecular, a aplicação de conhecimentos da Biologia e da Química no entendimento dos mecanismos de formação e ação dos radicais livres, a relação desses últimos com o envelhecimento celular. (BRASIL, 1999, p.12).

Ainda segundo a proposta para o eixo de ensino das ciências naturais no ensino médio, fazem parte da competência da disciplina de Biologia construir generalizações a partir da identificação de regularidades e diferenças; utilizar-se de critérios científicos para a classificação dos seres vivos; associar fenômenos biológicos, estabelecendo relações entre partes e todo; utilizar o conceito da metodologia científica para elaboração de hipóteses e resolução de problemas;

utilizar a Biologia durante o aprendizado e permitir sua relação com as demais disciplinas do currículo (BRASIL, 1999).

De acordo com informações contidas no site do Ministério da Educação (MEC), a Base Nacional Comum Curricular BNCC – Etapa Ensino Médio:

se organiza em continuidade ao proposto para a Educação Infantil e o Ensino Fundamental, centrada no desenvolvimento de competências e orientada pelo princípio da educação integral. Assim, as competências gerais estabelecidas para a Educação Básica orientam tanto as aprendizagens essenciais a serem garantidas no âmbito da BNCC do Ensino Médio quanto os itinerários formativos a serem ofertados pelos diferentes sistemas, redes e escolas. Tais competências reportam-se a conhecimentos, pensamento científico, crítico e criativo, diversidade cultural, comunicação, cultura digital, trabalho e projeto de vida, argumentação, autoconhecimento, cooperação, empatia, responsabilidade para consigo e com o outro e cidadania (BNCC, 2019).

No que se refere às habilidades de ciências da natureza e suas tecnologias contidas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio, tem como objetivo:

Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros) (BNCC, 2019).

Vale ressaltar que, tanto no trecho dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) acima descrito, como também nos fragmentos textuais relacionados à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), faz-se referência à cultura digital e ao uso de diferentes tecnologias no ambiente educacional, como aplicativos e dispositivos digitais, citando-se inclusive softwares de simulação e realidade virtual, o que iria ao encontro do presente projeto.

Cabe aqui refletirmos que garantir a presença de diferentes formas de tecnologias, como o acesso à internet no ambiente educacional, por exemplo, por si só, não é sinônimo de sucesso, pois é responsabilidade do professor atuar

criativamente como mediador e não mais como o único responsável pela produção e transmissão do conhecimento (SILVA, 2010).

Para que o processo educacional se desenvolva eficientemente, ele deve ser constante, abrangendo diferentes possibilidades de ensino, em um mecanismo de construção coletivo e descentralizado. A educação ocorre de diversas maneiras, em mundos variados e para cada categoria de sujeitos de um povo. Em tempos remotos, sem espaços específicos, livros ou profissionais especializados; em tempos mais atuais com pedagogias variadas, espaços formais de aprendizagem e docentes especializados (BRANDÃO, 2017).

A comunicação e o aprendizado podem acontecer através de novas formas, conduzidas pelas redes sociais (GONÇALVES; WANDERLEY, 2015). Professores que trabalham através do uso de *sites*, por exemplo, não só podem aumentar a aprendizagem de um conteúdo como também promovem a inclusão do discente em um contexto sociotécnico atual, caracterizado através das interações sociais em rede com o ambiente comunicacional-cultural atual (SILVA, 2010).

No currículo básico do ensino médio, classificado como currículo mínimo e utilizado nos colégios da Rede Estadual do Rio de Janeiro, as Ciências Naturais devem priorizar as etapas inerentes aos processos de produção do conhecimento científico e de desenvolvimento tecnológico contemporâneo. Prioriza-se também uma relação com as demais áreas da ciência, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.

Ao entrar no ensino médio, o aluno deve reconhecer a célula como unidade morfofisiológica de todas as formas de vida, percebendo seus diferentes aspectos, formatos, funções e componentes estruturais (RIO DE JANEIRO, 2012). No Estado do Rio de Janeiro o estudo do tema célula faz parte da grade curricular do primeiro ano do ensino médio e, por não apresentar atributos perceptíveis, os alunos demonstram dificuldades para aprendizagem de seus conceitos (BASTOS, 1992).

Segundo Paulo Freire (2014):

O homem pode refletir sobre si mesmo e colocar-se num determinado momento, numa certa realidade: é um ser na busca constante de ser mais e, como pode fazer esta autorreflexão, pode descobrir-se como um ser inacabado, que está em constante busca. Eis aqui a raiz da educação. (FREIRE, 2014, p.14)

O estudo das células como unidade fundamental da vida é de extrema importância para o entendimento dos demais conteúdos da disciplina de Biologia no ensino médio, sendo um dos pilares desse eixo de aprendizado.

A falta de conhecimento a respeito do tema, que a maior parte dos alunos apresenta ao entrar no primeiro ano do ensino médio, demonstra uma lacuna básica do processo ensino aprendizagem nas séries anteriores. O caráter abstrato relacionado ao assunto mostra que os estudantes não reconhecem a organização e o funcionamento fisiológico das células no que se refere ao transporte através da membrana, transformações energéticas, síntese de substâncias e outros conceitos (BASTOS, 1992).

O estudo da Biologia Celular se mistura à história da ciência e da microscopia a partir de experimentos realizados por pesquisadores como Robert Hooke, que apresentava como foco o estudo dos microscópios, principalmente os compostos (com duas lentes). Ele não foi responsável por sua invenção e nem foi o primeiro estudioso a utilizá-los. Tornou-se conhecido pela ampliação do microscópio simples e pelo cuidado de suas descrições e gravuras. Seu trabalho serviu de referência para outros microscopistas contribuindo-se então para o avanço científico relacionado ao estudo dos seres vivos (DE ANDRADE, 2011). Inicialmente organismos microscópicos foram descritos entre os períodos de 1665 e 1683 por Robert Hooke e Antoni Van Leeuwenhoek. Em 1665 Hooke em seu livro *Micrographia* descreveu pela primeira vez o fungo microscópico *Mucor* e realizou a observação de insetos como pulgas e piolhos. Posteriormente, o pesquisador Antoni Van Leeuwenhoek observou e descreveu bactérias e protozoários microscópicos (GEST, 2004).

Em 1839, os pesquisadores Matthias Jakob Schleiden e Theodor Schwann desenvolveram a teoria Celular, descrevendo a célula como unidade básica dos seres vivos, dizendo que nela existiriam informações hereditárias regulatórias de suas funções. Em 1868, Friedrich Miescher, ao realizar experimentos a respeito da composição química de leucócitos, descobriu um precipitado cujas pesquisas subsequentes conduziram a descoberta da molécula de DNA (DAHM, 2008).

Nas décadas seguintes às descobertas de Miescher, o bioquímico russo Phoebus Levene e o bioquímico austríaco Erwin Chargaff fizeram várias pesquisas que revelaram novos detalhes sobre a molécula de DNA, sua composição química primária e suas relações de interação. Estudos subsequentes avançaram e em 1953

os cientistas James Watson e Francis Harry Compton Crick divulgaram a descoberta da estrutura em dupla hélice da molécula de DNA (Pray, 2008).

Dentro dos aspectos mais interessantes e também desafiadores ao processo de ensino-aprendizagem estão os processos de transformação de energia no interior das células: a respiração celular e a fotossíntese. Os dois assuntos estão inter-relacionados e são importantes para o entendimento da fisiologia celular, como no metabolismo energético dos seres vivos, mas devido a seu caráter abstrato, apresenta um baixo nível de compreensão e entendimento.

Em um estudo realizado com 73 alunos do 3º ano do ensino médio, a respeito dos conceitos de célula viva, Bastos (1992) destaca que 100% dos entrevistados reconhecem a célula como unidade que compõe todos os seres vivos; 80% que esta necessita de alimento; 86% reconhecem a demanda celular de oxigênio e 80% dos alunos participantes da pesquisa reconhecem a energia como essencial para a sobrevivência celular. Porém as ideias dos alunos a respeito do destino do alimento e do oxigênio foram inexistentes ou extremamente imprecisos, o que segundo o autor se justifica pelo fato das células não apresentarem atributos diretamente perceptíveis e o ensino de seus conceitos apresentarem dificuldades típicas do ensino de conceitos abstratos.

O ensino de Biologia Celular, através do uso da realidade aumentada, poderá permitir ao docente expandir suas possibilidades de abordagem sobre o tema com seus alunos. A realidade aumentada (RA) pode ser usada para a melhoria e o enriquecimento do ensino aprendizagem, através de interações virtuais e simulações de conceitos (SILVA et al., 2011).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para a coleta de dados e análise desta dissertação, utilizamos como premissa que a tecnologia é um instrumento modificador do processo de ensino aprendizagem, não apenas como mais um recurso disponível no ambiente educacional, mas sim como instrumento gerador de um processo de construção coletivo e integrador (SILVA, 2010). Também foi considerada uma aproximação com as ideias e concepções sóciointeracionistas, culturais e históricas discutidas por Vygotski.

O uso da realidade aumentada (RA), como ferramenta tecnológica facilitadora para fins educacionais, favorece a motivação de estudantes, demonstra vantagens quando comparada com o uso de outros recursos multimídia, possibilita detalhamento de objetos e a realização de experimentos em escala atemporal, permitindo que o aluno desenvolva também habilidades computacionais (SILVA et al., 2011). O mundo de hoje passa por constantes transformações tecnológicas nas áreas sociais e culturais, principalmente no que se refere à produção e circulação de conhecimentos e saberes, guiadas pelas multipolaridade das redes (GONÇALVES; WANDERLEY, 2015).

Na virada do século XX para o século XXI, Presnky (2001) já identificava uma incompatibilidade entre os alunos da época, imediatistas, capazes de realizarem múltiplas tarefas e que trabalham melhor quando associados a uma rede de contatos, sendo por ele classificados como “nativos digitais”. Os educadores responsáveis pela gestão do sistema educacional, foram por ele chamados de “imigrantes digitais”. Os discentes daquele tempo e também os de hoje nasceram em contato com a tecnologia, pensam e processam as informações de forma diferente das gerações anteriores. Foram classificados como “nativos digitais”, pois se comunicam ativamente através da linguagem tecnológica, diferentemente daqueles que não nasceram no mundo tecnológico e que precisam se adaptar a esse novo ambiente, como fazem imigrantes ao chegarem a um novo local e que por mais que se esforcem acabam mantendo parte de suas raízes.

Marco Silva (2001) afirma que a interatividade é um termo oriundo da comunicação e representa uma alteração de postura por parte do espectador, que deixa de ser passiva e apenas observadora e passa para a condição de sujeito operacional, podendo interferir, modificar e controlar acontecimentos e resultados.

Essa criação coletiva pode ser aplicada em sala de aula pelo professor, produzindo um ambiente educacional interativo, caracterizado pela troca de saberes e pela participação de todos, através da cocriação. Os envolvidos tecem uma complexa rede de troca de ideias, com liberdade e significações potenciais, desconstruindo assim o modelo educacional tradicional, baseado na oralidade e na transmissão massiva do conhecimento de forma unilateral, sempre no sentido mestre - aluno (SILVA, 2001).

A troca de mensagens entre emissores e receptores, como dois grupos distintos deve ser modificada, existindo apenas um grande grupo, capaz de reconstruir constantemente o conhecimento. Os ambientes educacionais necessitam de uma reestruturação e o combate ao instrucionismo, reprodução de conhecimentos e fragmentação do saber devem ser o seu principal desafio (SANTOS; OKADA, 2003).

A perspectiva da cocriação, citada no artigo de Silva (2001), e a construção coletiva do conhecimento, formadora de um grande grupo, proposta no trabalho de Santos e Okada (2003) dialogam diretamente com a teoria sóciointeracionista de Vygotsky, pois esta se mostra presente nesse processo de construção múltipla, em que o ser humano amplia o seu processo natural de aprendizagem e reestrutura suas funções mentais, quando colocado em contato com instrumentos e ou tecnologias criadas pela cultura, modificando assim sua forma de pensar (IVIC; COELHO, 2010).

Para Vygotsky processos interativos que ocorrem ao longo do tempo, a partir de um ambiente histórico e cultural, formulam o desenvolvimento humano e sua reconstrução interna, a partir de uma experiência externa. O termo reconstrução se relaciona com o que Vygotsky chamou de dupla estimulação, ou seja, o social contribui para a formação do sujeito que aprende e modifica conceitos a partir do objeto ao seu redor, devolvendo para a sociedade suas convicções e pensamentos (MARTINS, 1997). Vygotsky afirma ainda que o ser humano nasce com funções psicológicas básicas, não sendo estas as únicas responsáveis pelo seu desenvolvimento. Através do contato e aprendizado com a cultura ao seu redor, sempre mediado pelo outro, ou seja, pelo ambiente social em que está inserido, se torna capaz de desenvolver funções psicológicas superiores, transformando o meio, a partir de suas necessidades e, conseqüentemente, modificando a si mesmo e também ao outro (COELHO; PISONI, 2012).

Nesse contexto a neuroplasticidade se faz presente, como sendo a capacidade que o encéfalo tem de sofrer reorganização frente a novos estímulos, sejam eles positivos ou negativos. As sinapses neuronais sofrem mudanças durante o processo de aprendizagem, estimulando a memória a partir da aquisição de novas habilidades (SOUZA et al, 2011).

A introdução de tecnologias, como ambientes virtuais de aprendizado e aplicativos para *smartphones* e *tablets*, que abram espaço para maiores interações no ambiente educacional, como na utilização do recurso da Realidade Aumentada (RA), por exemplo, é um campo extremamente fértil para modificações positivas no quadro educacional atual. A Realidade Aumentada e a Realidade Virtual são ferramentas importantes que servem para a melhoria do ensino, educação e treinamento de pessoas, se somando aos demais recursos já utilizados em sala de aula como quadro, figuras e vídeos (SILVA et al., 2011).

Até mesmo a arquitetura do espaço escolar influencia no aprendizado dos alunos, segundo afirma o neurocientista Francisco Mora, em entrevista ao jornal *EL PAÍS online*², em 23 de Fevereiro de 2017. Hoje existe uma corrente da neuroarquitetura que visa conceber escolas com espaços inovadores, que proporcionem bem estar enquanto se aprende, levando-se em consideração fatores como a luminosidade, ruídos e temperatura, como afirma Mora nessa entrevista.

Uma educação de qualidade para ser implementada, necessita ser repensada e discutida a partir de uma conexão direta com as demandas do mundo contemporâneo e, neste contexto, diferentes estratégias pedagógicas, como o uso de recursos tecnológicos de fácil acesso, propiciam maneiras criativas de obtenção e processamento de informações (DA SILVA et al., 2018).

O uso de tecnologias digitais e de comunicação possibilita a atualização de espaços de aprendizagem e interação, levando a um questionamento do poder centralizador de professores que se limitam apenas a atuarem como emissores do conhecimento. O processo de ensino aprendizagem deixa de ser uma via de mão única e passa a ser coletiva, aparecendo neste contexto, a figura do aluno participativo, ativo e capaz de reconstruir constantemente o conhecimento (SANTOS, 2005).

² Disponível em : https://brasil.elpais.com/brasil/2017/02/17/economia/1487331225_284546.html

Silva (2010) ressalta que:

Se a escola e a universidade ainda não exploram devidamente a internet na formação das novas gerações, estão na contramão da história, alheias ao espírito do tempo e, criminosamente, produzindo exclusão social e exclusão cibercultural. Quando o professor convida o aprendiz a um site, ele não apenas lança mão da nova mídia para potencializar a aprendizagem de um conteúdo curricular, mas contribui pedagogicamente para a inclusão desse aprendiz no espírito do nosso tempo sociotécnico. (SILVA, 2010, p. 38)

O estudo das células como unidade fundamental da vida é de extrema importância para o entendimento dos demais conteúdos da disciplina de Biologia no ensino médio, sendo um dos pilares desse eixo de aprendizado. A introdução da tecnologia no espaço educacional, alinhada, portanto, com o contexto contemporâneo, como no uso da Realidade Aumentada (RA), por exemplo, pode ser utilizada não só como ferramenta facilitadora do processo de ensino aprendizagem, mas também como ferramenta integradora e provedora de novas concepções a partir de conceitos interacionistas e de construções coletivas, como referenciadas pelas ideias de Silva e Vygotski ao longo do capítulo.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Propor um material de apoio, com a utilização da tecnologia de Realidade Aumentada (RA), como ferramenta facilitadora do processo de ensino-aprendizagem do tema Biologia Celular no ensino médio.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar as dificuldades que os professores de Biologia que atuam em escolas estaduais localizadas no município de Rio das Ostras e região encontram ao abordarem o tema Biologia Celular;
- Elaborar um material didático de apoio utilizando a Realidade Aumentada (RA) para o ensino de dois processos importantes da Biologia Celular: a Respiração Celular e a Fotossíntese;
- Validar a atividade proposta junto a professores do Ensino Médio.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

O município de Rio das Ostras está localizado na região litorânea do Estado do Rio de Janeiro e, segundo dados retirados do site do IBGE, referentes ao ano de 2018, a população da cidade foi estimada em 145.989 habitantes e apresentava 4.591 alunos matriculados no ensino médio. Conta com quatro colégios estaduais, sendo estes: o Ciep 257 – Joaquim do Rego Barros (Figura 1), o Colégio Estadual Jacintho Xavier Martins (Figura 2), o Colégio Estadual Cinamomo (Figura 3) e o Colégio Estadual Esmeralda (Figura 4).

Figura 1 - Vista frontal do Ciep 257.



Fonte: Acervo da escola,2019.

Figura 2 - Vista frontal do Colégio Estadual Jacintho Xavier Martins.



Fonte: O Autor, 2019.

Figura 3 - Portão de entrada do Colégio Estadual Cinamomo.



Fonte: O Autor, 2019.

Figura 4 - Entrada principal do Colégio Estadual Esmeralda da Costa Porto.



Fonte: O Autor, 2019.

O projeto e também parte da validação do material didático elaborado foi executado em um primeiro momento, com professores do Ciep 257 - Joaquim do Rego Barros. A escolha inicial foi determinada pelo fato do pesquisador possuir uma matrícula na unidade escolar desde o ano de 2006, obtendo assim acesso mais fácil a colegas de trabalho e a direção. Muitos dos docentes entrevistados atuam em outras unidades escolares estaduais da cidade e região, o que favoreceu expandir o estudo para outras duas escolas, que a partir daí, passaram também a servir como locais de coleta de dados: o colégio Jacinto Xavier Martins, localizado na região central do município e o colégio estadual Santa Maria, situado no município de Barra de São João, vizinho a cidade de Rio das Ostras.

O colégio Estadual Esmeralda da Costa Porto é a menor das unidades educacionais da cidade de Rio das Ostras e oferece ensino supletivo e semi-presencial, voltado para a educação de jovens e adultos. Essa condição impossibilitou a aplicação da pesquisa nesse último espaço educacional, pois os docentes que poderiam participar do estudo, utilizam material em módulos pré-determinados pela secretaria estadual de educação e apenas tiram dúvidas dos alunos ou aplicam as avaliações correspondentes a cada bloco de estudos.

O colégio estadual Cinamomo não foi incluído como ponto de coleta de dados, pois os professores que ali trabalham são os mesmos que atuam ou no Ciep 257 ou no colégio Jacintho Xavier Martins.

O colégio Estadual Jacintho Xavier Martins apresenta uma estrutura física menor que a do Ciep 257 e foi fundado em 1982. Conta com 38 turmas, sendo 15 delas correspondentes ao 1º ano do ensino médio, 12 turmas de 2º ano, oito turmas de 3º ano e três turmas referentes ao curso de formação de professores, distribuídas ao longo dos três turnos.

Segundo informações da secretaria escolar, até o mês de abril de 2019 havia cerca de 1520 alunos matriculados na unidade educacional. O quadro de professores é formado por sete docentes de Biologia em pleno exercício de suas atividades e todos participaram da pesquisa.

No que se refere a sua estrutura física, a escola possui uma quadra poliesportiva e uma quadra de areia (Figura 5), voltadas para atividades de educação física e recreação, um refeitório (Figura 6), auditório, biblioteca e possui 15 salas de aula (Figura 7).

Figura 5 - Quadra de areia usada para atividades esportivas no Colégio Jacintho Xavier Martins.



Fonte: O Autor, 2019.

Figura 6 - Refeitório do Colégio Jacintho Xavier Martins.



Fonte: O Autor, 2019.

Figura 7 - Vista interna do pátio do Colégio Jacintho Xavier Martins, mostrando a entrada de algumas salas de aula.



Fonte: O Autor, 2019.

O Colégio Estadual Santa Maria (Figura 8) é a menor das unidades escolares que serviram para coleta de dados junto aos professores. Foi fundado em 1978,

inicialmente como Escola Estadual Santa Maria e no ano de 2005 passa a ser chamado de Colégio Estadual Santa Maria.

Figura 8 - Entrada do Colégio Estadual Santa Maria, localizado no município de Barra de São João.



Fonte: O Autor, 2019.

Segundo dados do censo escolar - INEP/2018 o colégio possui sete salas de aula, biblioteca, sala de informática e refeitório. Funciona nos três turnos e de acordo com informações da secretaria escolar, até Abril de 2019, possuía cerca de 545 alunos matriculados e distribuídos em seis turmas de 1º ano, seis turmas de 2º ano e cinco turmas de 3º ano. O quadro de professores é composto de três docentes de Biologia em pleno exercício de suas funções e todos participaram da presente pesquisa.

Objetivando ampliar o número de professores que pudessem participar da pesquisa, docentes de Biologia matriculados no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) foram incluídos na coleta de dados.

4.1.1 Breve histórico do Ciep 257

O Ciep 257 foi fundado no ano de 1993 e assim como os demais centros integrados de educação Pública (Ciep), funcionou em período integral até o ano de 1988. Originalmente os Cieps foram criados com o objetivo de atuarem ao longo de um dia completo, incluindo o período vespertino, oferecendo oportunidade de educação a pessoas que abandonaram os estudos e atendendo crianças e jovens principalmente de regiões metropolitanas mais carentes. Deveriam funcionar, para alunos e professores, a partir de um projeto curricular capaz de oferecer oportunidades de aprendizagens significativas, com várias atividades integradas ao longo do dia, embasadas em uma proposta curricular que assumisse a cultura como eixo pedagógico articulador, voltado para o desenvolvimento de uma vida saudável (MONTEIRO, 2009).

Segundo Ghiraldelli Junior (2006), os Cieps trouxeram uma discussão a respeito do funcionamento de escolas em tempo integral, mas o governo da época não conseguiu dar sequência ao projeto de construção de novas unidades para a escolarização da infância proletária, pois perdeu as eleições para governador do Estado do Rio de Janeiro no ano de 1986.

Atualmente o Ciep 257 funciona nos três turnos e até o mês de Abril de 2019 contava com cerca de 1640 alunos matriculados em 43 turmas. O colégio possui 19 turmas de 1º ano, 14 turmas de 2º ano e 10 turmas de 3º ano do ensino médio.

De acordo com a secretaria escolar, o quadro de funcionários da unidade educacional é composto de 88 professores regentes, sendo que desse total, nove correspondem a docentes de Biologia que estão em pleno exercício de suas funções e todos participaram do referido estudo.

Segundo dados do censo escolar 2018, ano em que a presente pesquisa teve início, existiam cerca de 1460 alunos matriculados na unidade, sendo 568 alunos no primeiro ano do ensino médio, 532 no segundo ano e 356 no terceiro ano. Quanto aos docentes que atuam com a disciplina de Biologia não houve alteração no quadro de professores de um ano para outro, permanecendo um total de nove.

Grande parte de sua estrutura física, originalmente criada para atendimento integral dos alunos e professores, foi mantida. Hoje a unidade escolar possui 18 salas de aula, divididas em dois andares. No primeiro andar existem sete salas de

aula, laboratório de informática com 18 computadores (Figura 9), auditório equipado com data show, aparelho de televisão, caixa de som e DVD, uma sala destinada ao grêmio estudantil, secretaria, direção, sala de professores, sala de coordenação pedagógica e três banheiros.

Figura 9 - Sala de informática do Ciep 257.



Fonte: Acervo da escola, 2019.

No segundo andar existem mais 11 salas de aula e quatro banheiros. No andar térreo encontram-se a biblioteca com cerca de 2000 livros catalogados, uma quadra poliesportiva coberta, arquibancada e vestiário, uma quadra de areia, banheiros, refeitório amplo e cozinha. Ainda nesse andar, onde anteriormente havia um consultório dentário para atendimento da comunidade escolar e que foi desativado devido a crise financeira do estado do Rio de Janeiro, agora está sendo montado um novo laboratório de ciências, que anteriormente funcionava em uma sala de aula no segundo pavimento.

O colégio está localizado na periferia da cidade de Rio das Ostras, em um bairro carente denominado Nova Cidade. A maior parte dos alunos matriculados reside nesse bairro; alguns discentes são moradores de outros locais, mas estão matriculados nesse Ciep, por não terem conseguido vaga em outra unidade

educacional estadual localizada no município. Esse é um problema enfrentado por estudantes que saem do ensino fundamental, de competência municipal e precisam matricular-se no ensino médio estadual, que se distribui em apenas quatro escolas por toda a cidade, sendo o Ciep 257 a maior delas.

Os professores que formam o corpo docente da unidade e que fizeram parte da pesquisa, em sua grande maioria, são residentes do próprio município e como os demais profissionais da educação brasileira, trabalham em dois ou três turnos, em outras escolas estaduais além do Ciep 257.

Apesar das dificuldades inerentes a profissão de educador, como a falta de tempo, por exemplo, por observação do cotidiano escolar, é possível notar que os docentes que trabalham na unidade 257 desenvolvem diversas atividades pedagógicas diferenciadas, que fogem ao ensino tido como tradicional, como feira de ciências, feira cultural, mostra de talentos, reciclagem, plantio de mudas, exposições artísticas, roda de leitura e competições esportivas, que mobilizam toda a comunidade escolar, sempre buscando um processo de construção coletivo.

Figura 10 - Jogos estudantis realizados anualmente na escola.



Fonte: Acervo da escola, 2019

Dessa forma sugere-se que os mesmos estariam abertos a novas iniciativas educacionais, como o uso da tecnologia para possível melhoria do ensino, conforme proposto na presente dissertação.

Para direcionar a pesquisa no processo de criação do produto final, fez-se necessário dividir os trabalhos em quatro momentos específicos: coleta de dados inicial; desenvolvimento do produto contendo elementos teóricos, vídeos e imagens; desenvolvimento do aplicativo e finalmente nova coleta de dados para validação do produto gerado. A coleta de dados em todas as etapas foi precedida de esclarecimentos previstos pela legislação, sobre aspectos éticos para a Pesquisa com seres humanos. Antes do início da pesquisa foi solicitada a autorização da Direção Escolar do CIEP 257 (ANEXO A). O projeto, protocolado no Comitê de Ética da UERJ pelo número: 93026418.6.0000.5282, foi aprovado na data de 21 de Setembro de 2018 (ANEXO B). Os sujeitos da pesquisa foram informados sobre os objetivos relacionados ao estudo e, ao aceitarem participar, foram convidados a assinar o termo de consentimento de livre esclarecimento (TCLE) (APÊNDICE A). Cada uma dessas etapas será descrita separadamente abaixo para que haja um melhor entendimento da proposta de estudo.

4.2 Coleta de dados inicial

Foi realizada uma coleta de dados no último trimestre de 2018, utilizando-se como instrumento um questionário diagnóstico semi-estruturado (APÊNDICE B). O questionário diagnóstico do processo de pesquisa objetivou a identificação de possíveis dificuldades que 34 docentes que atuam na rede estadual do Rio de Janeiro, mais especificamente os que atuam no Ciep 257, e em outras escolas localizadas no município de Rio das Ostras e regiões próximas, apresentam ao ensinarem o tema célula. Levantou-se também informações a respeito dos recursos usados para se ensinar o tema em questão, quais outros recursos os docentes gostariam de usar e se os *smartphones* poderiam surgir como ferramenta pedagógica. O questionário abordou também, se esses profissionais utilizam ou gostariam de fazer o uso de algum tipo de recurso tecnológico como *smartphones*

ou *tablets* em suas salas de aula ou qualquer outro ambiente escolar, como laboratórios de informática, por exemplo.

Também participaram das pesquisas discentes que fazem parte da primeira turma do curso de mestrado do Profbio – UERJ, pois todos são professores de Biologia em pleno exercício de suas funções na Rede Estadual do Rio de Janeiro.

Essa fase da pesquisa durou três meses (setembro, outubro e novembro de 2018) e os dados foram coletados junto ao grupo de estudos através de papel impresso fornecido diretamente aos professores, nos encontros semanais durante o horário de trabalho e das aulas referentes ao curso de mestrado. Os formulários investigativos foram enviados também através de e-mails e do aplicativo *whatsapp*, em que foram utilizados os recursos de armazenamento de textos e áudios, possibilitando maiores esclarecimentos relacionados aos objetivos da pesquisa.

As variáveis analisadas aqui foram se as dificuldades encontradas pelos profissionais ao abordarem o assunto Biologia Celular em suas aulas poderiam estar vinculadas com possíveis propostas de soluções relacionadas com o uso de ferramentas tecnológicas facilitadoras, como por exemplo a realidade aumentada (RA).

Foi importante levantar também a familiaridade dos docentes quanto ao uso de *smartphones*, ou *tablets* em suas aulas, para que dessa forma analisássemos a possível inserção da realidade aumentada (RA) como possível tecnologia digital facilitadora do processo de ensino aprendizagem.

As perguntas referentes aos questionários, tanto para coleta de dados inicial como para validação do produto final junto aos docentes das instituições (que será descrito a seguir) foram abertas e a análise dos dados qualitativa, tendo como base o referencial metodológico da análise do discurso.

Discursos devem ser estudados livres de interpretações simplórias e da busca incessante de sentidos ocultos. Deve-se trabalhar com a complexidade peculiar do próprio discurso e com as relações históricas, políticas e sociais de seu tempo, pois linguagem e prática se inter-relacionam (FISCHER, 2001).

Questionários abertos, apesar de serem mais trabalhosos no que se refere ao tempo para a análise das respostas, favorecem a originalidade e liberdade de pensamento do inquirido, pois o mesmo concentra-se mais sobre as questões. Permite também ao investigador ter acesso a uma variedade maior de informações, sendo estas mais representativas e fiéis, quando comparadas a questionários

fechados. Estes apresentam como desvantagens a baixa originalidade e variedade das respostas, necessidade de pouca concentração do inquirido sobre o tema, o que pode gerar uma resposta mais vinculada com a sua opinião, não representando verdadeiramente a realidade (AMARO; PÓVOA; MACEDO; 2005).

As respostas obtidas com a coleta de dados do primeiro questionário aos professores nortearam as etapas subsequentes de elaboração do produto que ocorreu entre os meses de Dezembro de 2018 e Julho de 2019 e acreditamos que o mesmo poderá ter diferentes aplicabilidades pelos docentes, podendo favorecer a reflexão a respeito de suas práticas pedagógicas.

4.3 Desenvolvimento do produto

O conteúdo exibido na versão final do produto consiste de textos e imagens, além de modelos 3D e vídeos exibidos na forma de Realidade Aumentada (RA), que buscam facilitar o ensino de dois tópicos dentro do tema citologia: a respiração celular e a fotossíntese. Além de conteúdos já existentes e que foram selecionados para utilização no projeto, ocorreu também o desenvolvimento de quatro vídeos. Para tanto, foram utilizados programas de edição de vídeos e áudios tais como *VídeoScribe*³ e *Audacity*⁴. Também foi utilizada uma ferramenta *online* de *design* de modelos 3D em CAD (*computer aided design*) denominada *Tinkercad*⁵, para a manipulação e adequação de um modelo 3D obtido no site *Thingiverse*.

O produto final é formado pela junção entre o conteúdo teórico, as imagens selecionadas e/ou modificadas, os vídeos elaborados aqui e, por fim, o aplicativo desenvolvido para exibir parte desses elementos na forma de realidade aumentada (RA). Para uma melhor compreensão será descrito abaixo o processo de elaboração de cada um dos elementos que constituem o produto.

³ Disponível em : <http://www.videoscribe.co/>

⁴ Disponível em : <http://www.audacityteam.org>

⁵ Disponível em : <http://www.tinkercad.com>

4.3.1 Elementos teóricos

O texto do produto apresenta autoria própria sendo constituído de uma linguagem referencial mais livre quando comparada aos livros didáticos. Deve servir como material de apoio ou leitura complementar, somando-se então aos demais recursos pedagógicos já utilizados, não tendo a pretensão de substituir nenhum deles.

Os assuntos escolhidos para serem abordados dentro do tema central Biologia Celular que é muito amplo foram respiração celular aeróbia e fotossíntese. A escolha foi baseada na minha experiência de sala de aula, pois ao longo de 16 anos de magistério venho notando enorme dificuldade por parte dos alunos quando esses temas são tratados, talvez devido à necessidade de uma grande capacidade de abstração inerente aos tópicos, ou a imprescindibilidade de um somatório de conceitos interdisciplinares para a sua melhor compreensão, tais como química e física.

Para Ursi (2018) a abordagem na educação básica de assuntos relacionados à botânica, como a fotossíntese, por exemplo, encontram-se descontextualizadas. A ausência de atividades práticas experimentais variadas, o uso limitado de tecnologias que fazem parte do cotidiano dos estudantes e o enfoque apenas na memorização de nomes e conceitos, contribui para a falta de interesse dos discentes.

A fotossíntese e a respiração celular são dois processos bioquímicos que exigem um elevado grau de abstração e de conhecimentos associados às disciplinas de Química e Biologia. São, portanto, considerados como dois assuntos de grande dificuldade de compreensão por parte dos alunos (GOMES e MESSEDER, 2014). Almeida (2005) afirma que estudantes do ensino fundamental apresentam explicações vagas e superficiais sobre o fenômeno fotossintético devido a uma abordagem simplista do fenômeno no ambiente escolar. A autora destaca que no ensino médio os aspectos orgânicos, ecológicos e evolutivos são deixados de lado em detrimento de uma abordagem detalhista da terminologia científica, dificultando assim o processo de compreensão.

4.3.2 Imagens e modelos 3D

Imagens em duas dimensões usadas nos textos foram retiradas gratuitamente dos sites *thingiverse*⁶, *pixabay*⁷ e *wikimedia commons*⁸, que funcionam como um banco de imagens livres de direitos autorais. Os modelos 3D utilizados são provenientes do site *thingiverse* e foram modificados com o uso do site *tinkercad*, ferramenta gratuita e online de design de modelos 3D em CAD.

4.3.3 Vídeos

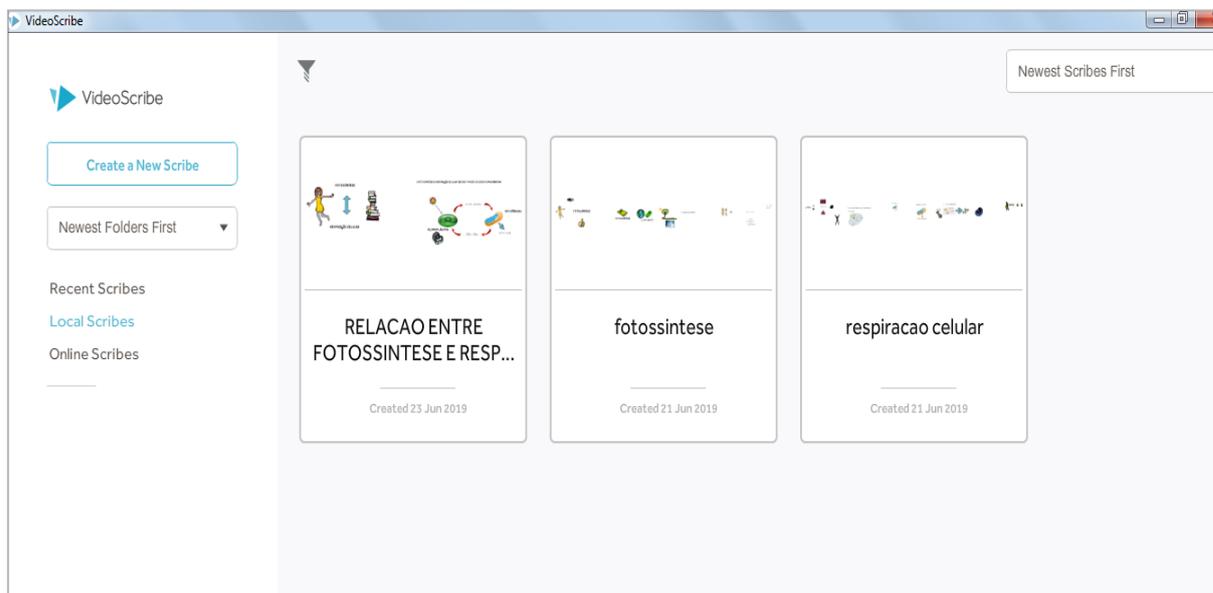
Os vídeos vinculados às imagens que formam o elemento teórico do produto foram produzidos e editados através da utilização de um programa específico denominando *VideoScribe* (figura 11). O *videoScribe* é um *software* pago mas que apresenta uma versão gratuita para utilização por um período de trinta dias.

⁶ Disponível em : <http://www.thingiverse.com>

⁷ Disponível em : <http://pixabay.com>

⁸ Disponível em : <https://commons.m.wikimedia.org>

Figura 11 – Imagem da tela inicial do programa *videoScribe*, utilizado para elaboração dos vídeos.



Fonte: O Autor, 2019

Os áudios que compõem os vídeos foram gravados separadamente em um *smartphone*, repassados via internet para um laptop, convertidos para mp3 através do site gratuito <https://online-audio-converter.com/pt/> e posteriormente foram anexados aos vídeos durante o processo final de edição. Para melhoria de sua qualidade os áudios foram editados com a utilização do programa denominado *audacity*, disponível para download gratuitamente na internet.

Foram elaborados ao todo quatro vídeos. As vozes que aparecem nos áudios de todos os vídeos pertencem a minhas duas filhas: Sara Portella e Liz Portella, que estudaram um roteiro de minha autoria, previamente elaborado para as gravações. As demais narrações foram feitas por mim, mediante a utilização também de roteiros previamente estabelecidos. Após finalização, os vídeos foram baixados no formato MP4 para serem incorporados no aplicativo.

4.3.4 Elaboração do aplicativo

Para a elaboração do aplicativo de realidade aumentada (RA) utilizou-se o programa de computador *Unity*⁹ com o auxílio de um *software development kit* (SDK) de realidade aumentada (RA), o *EasyAR*¹⁰. O aplicativo foi então compilado para o sistema operacional *Android*, com o auxílio do *Android SDK*.

Vale ressaltar que o aplicativo elaborado e utilizado nas observações das imagens e vídeos necessita de internet apenas para instalação. Os diferentes dispositivos tecnológicos que possam ser usados concomitantemente à leitura dos textos, como celulares ou *tablets*, não precisam estar conectados à rede o que facilitaria a viabilidade de uso do produto em ambientes educacionais com dificuldades de conexão.

4.4 Validação do produto

O produto final é formado por uma parte textual, modelos 3D e vídeos exibidos na forma de Realidade Aumentada (RA), a partir da observação através de um aplicativo, também criado nesta pesquisa e que possibilita a leitura de marcadores inseridos em algumas das imagens constituintes do produto. Os materiais produzidos foram testados quanto à sua aplicabilidade, utilidade, validade e confiabilidade (SAVI et al. 2010) através da validação do questionário de avaliação do produto (APÊNDICE C).

Este questionário de avaliação teve como objetivo coletar informações sobre a percepção dos professores participantes da pesquisa sobre o uso da tecnologia da realidade aumentada (RA) como possível melhoria do ensino de Biologia Celular.

Foram analisadas características tais como design, tamanho da fonte, elementos teóricos, qualidade de informações, velocidade de transmissão, qualidade de áudio e de visualizações. A taxonomia de Bloom serviu como modelo de elaboração e análise do produto, levando-se em consideração, informações de

⁹ Disponível em : <http://unity.com>

¹⁰ Disponível em : <http://www.easyar.com>

aspectos cognitivos como atenção, interação social, conhecimento e compreensão dos alunos. Tal classificação foi criada na década de 50, a partir de uma solicitação da Associação Norte Americana de Psicologia, para que seus membros desenvolvessem uma classificação que categorizasse objetivos relacionados a processos educacionais. Estes foram divididos em domínios de desenvolvimento cognitivo conforme: o domínio cognitivo, o domínio afetivo e o domínio psicomotor, todos eles com objetivos agrupados em categorias específicas. Embora os três domínios sejam importantes, o cognitivo é o mais conhecido e utilizado por educadores, auxiliando-os na definição dos objetivos, estratégias e avaliações de seus planos educacionais (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Vale reforçar que o objetivo do trabalho não é avaliar o processo de aprendizagem e sim criar uma ferramenta pedagógica que possa conduzir a facilitação de tal processo. Nesta fase as entrevistas foram na sua grande maioria individuais, pois havia a necessidade de instalação do aplicativo nos Celulares ou tablets dos docentes participantes da pesquisa. Caso algum docente não apresentasse tal pré-requisito, o pesquisador disponibilizou o *smartphone* de uso pessoal para a continuidade da coleta.

Na primeira quinzena de Fevereiro de 2019 iniciaram-se testes a respeito da capacidade de funcionamento do aplicativo produzido, quando associado aos elementos teóricos e imagens na versão final do produto.

Devido a problemas com atualizações dos *softwares* utilizados para elaboração da versão final do aplicativo, que estavam impossibilitando a leitura das imagens em realidade aumentada (RA), somente na primeira quinzena de Julho de 2019 a versão de teste do produto foi apresentada aos docentes participantes da pesquisa, iniciando-se então, a subsequente coleta de dados através do segundo questionário.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Sobre o questionário diagnóstico

O questionário diagnóstico utilizado no início da pesquisa apresentou como objetivo inicial a identificação de possíveis dificuldades que docentes, que atuam com a disciplina de Biologia, apresentam ao ensinarem o tema célula. Levantou-se também informações a respeito dos recursos usados para se ensinar o tema em questão, quais outros recursos, diferentes daqueles disponíveis na escola, os professores gostariam de usar e se os *smartphones* poderiam surgir como ferramenta pedagógica.

Os dados foram coletados junto a 34 professores que exercem atividade profissional em quatro pontos distintos de acordo com a seguinte distribuição: duas escolas estaduais localizadas no município de Rio das Ostras e uma situada na cidade de Barra de São João, vizinha ao município. O quarto ponto de coleta ocorreu com os educadores que estão matriculados no curso de mestrado PROFBIO – UERJ turma 2017.

Do total de professores que responderam à coleta de dados, 15 são educadores matriculados no PROFBIO – UERJ turma 2017, nove atuam no Ciep 257, sete são efetivos do Colégio Jacintho Xavier Martins e três pertencem ao Colégio Estadual Santa Maria, localizado no Município de Barra de São João, pertencente ao Distrito de Casimiro de Abreu e a cerca de 10 quilômetros de distância de Rio das Ostras.

As coletas ocorreram em dois momentos distintos e ressaltamos que os 34 entrevistados no primeiro questionário participaram também da segunda etapa de coleta de dados (i.e., a validação do produto). Do total de participantes do primeiro questionário, 30 deles formularam suas respostas na presença do pesquisador, utilizando cerca de 20 minutos para completar a coleta de dados, após um breve esclarecimento sobre os objetivos da pesquisa. Dois professores responderam via e-mail e os outros dois via aplicativo *WhatsApp*.

As questões iniciais do primeiro questionário aplicado na pesquisa buscaram a identificação dos docentes, com um campo para preenchimento com as iniciais do

nome, além de levantar informações profissionais tais como o tempo de exercício funcional e o tempo de formação.

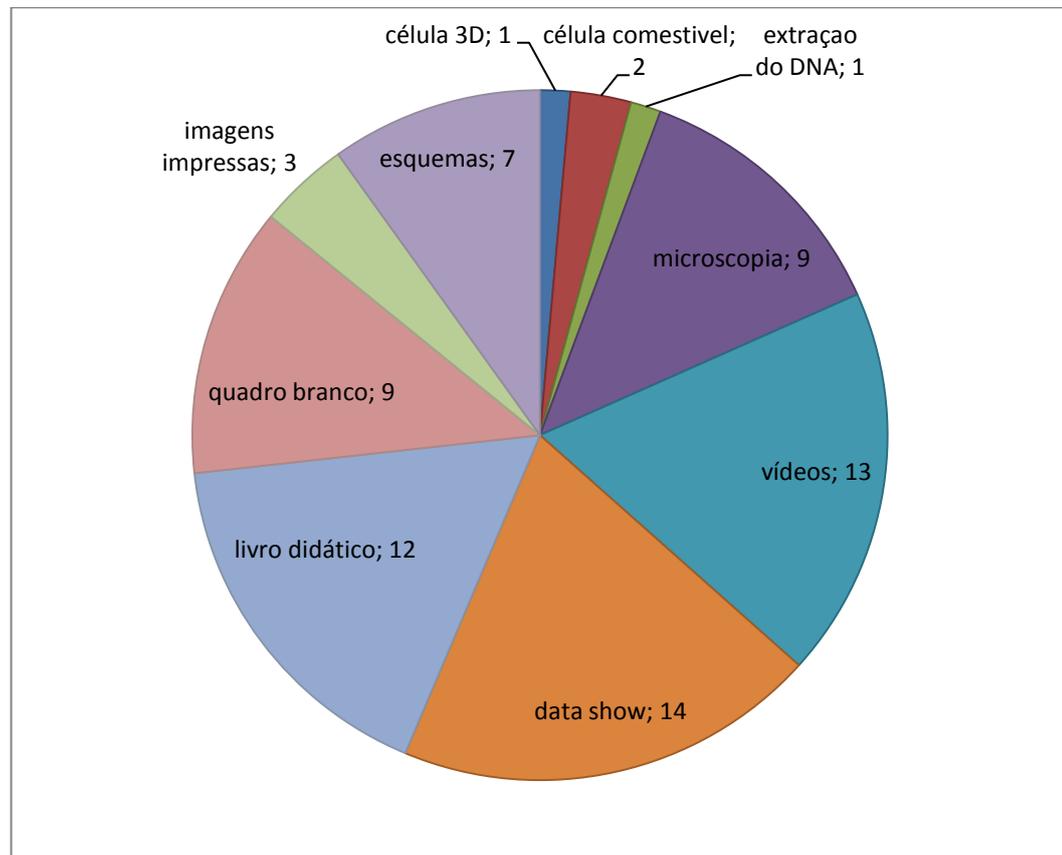
Quando perguntados sobre as dificuldades que possuem ao abordarem o tema célula em suas aulas, 33 professores responderam que têm dificuldades ao tratarem o assunto. Do total de 33 professores, 22 afirmaram em suas justificativas que a necessidade de abstração do tema é um problema para o entendimento do assunto, 10 professores salientaram como dificuldades a falta de recursos, como microscópios ou laboratórios de ciências para possíveis visualizações das células e um professor alegou que os tópicos abordados dentro do tema Biologia Celular estão distantes da realidade dos discentes.

As informações coletadas com esse primeiro questionamento e a análise das justificativas descritas pelos professores entrevistados apontam para a dificuldade de compreensão que parte dos alunos demonstra ao se depararem no ambiente educacional com assuntos microscópicos, ou seja, “quando se estuda conceitos abstratos e muitas vezes complexos, como a célula” (DAS NEVES; DOS ANJOS; FERREIRA, 2016).

As respostas obtidas dos docentes vão ao encontro do que afirma Batisteti; de Araujo e Caluzi (2009), quando destacam em suas pesquisas a descontextualização das representações didáticas das estruturas Celulares encontradas nos livros, onde apenas se prioriza as funções desempenhadas pelos componentes celulares, o que poderia conduzir o aluno a um processo de simples memorização de nomes e figuras, sem que haja um maior entendimento de conceitos. Os autores sugerem o uso da microscopia em aulas práticas como um recurso comparativo e que possibilite uma discussão mais bem elaborada do assunto com os alunos, porém como destacado por 10 professores que responderam ao questionário, nem sempre esse recurso se mostra disponível no ambiente educacional.

Foi solicitado na segunda pergunta do questionário que os professores descrevessem quais recursos utilizam para ensinar Biologia Celular e foram obtidas 34 respostas. Os docentes poderiam escrever mais de um recurso. Alguns desses recursos foram descritos mais de uma vez por diferentes entrevistados, possibilitando a elaboração do gráfico 1 (Figura 12), contendo informações a respeito do número de vezes em que cada um dos recursos apareceu nas respostas.

Figura 12 - Gráfico quantitativo dos recursos citados pelos professores para uso no ensino de Biologia celular.



Fonte: O Autor, 2019.

Os professores pesquisados alegaram que fazem uso de algum recurso tecnológico para o ensino de Biologia Celular durante suas aulas. Recursos mais tradicionais como livro didático, imagens impressas e o quadro branco apareceram 24 vezes nas respostas. Atividades práticas como a utilização da microscopia, extração do DNA e esquemas foram citadas 19 vezes. A palavra data show apareceu 14 vezes na pesquisa e o uso de vídeos, por exemplo, foi citado 13 vezes.

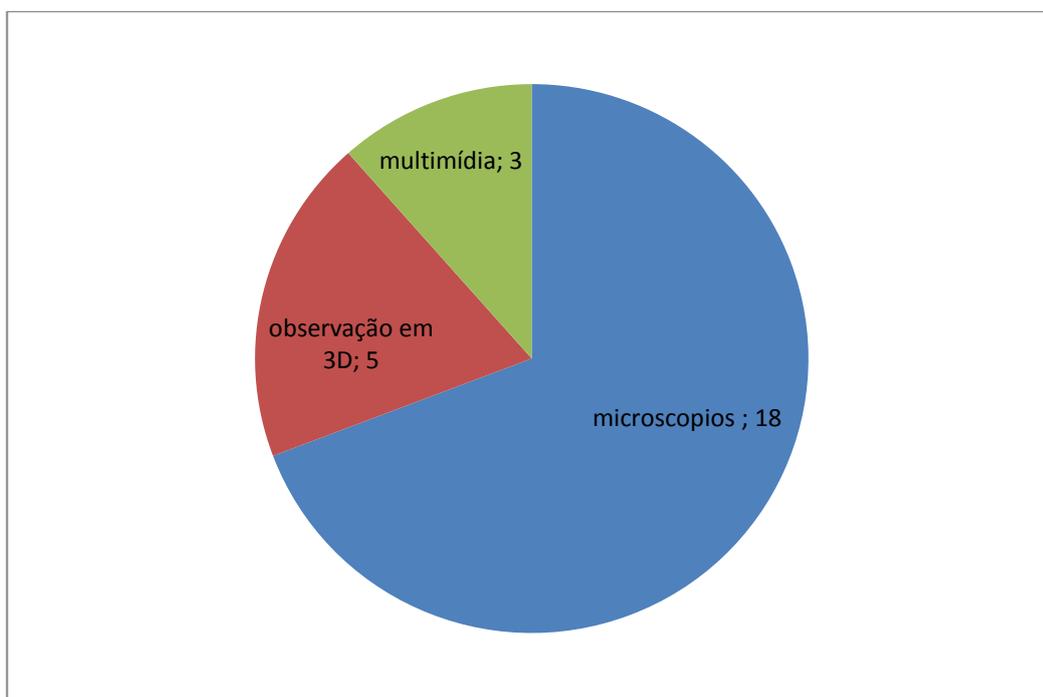
Para Kenski (2007) a educação e tecnologia são indissociáveis nos dias atuais e esta ferramenta está presente em todos os momentos do processo pedagógico, trazendo diversos benefícios e induzindo modificações positivas na organização do ensino.

O uso de recursos tecnológicos como o data show e vídeos somam 27 das respostas obtidas, o que sugere a presença de TICs no ambiente escolar e a sua utilização como recurso pedagógico por parte dos professores, indo ao encontro da

nossa proposta de estudo, cujo objetivo é disponibilizar um material didático, associado à tecnologia, como ferramenta facilitadora do processo ensino-aprendizagem. Entretanto, a simples inserção do recurso tecnológico no ambiente educacional por si só não é suficiente para provocar mudanças significativas nas práticas pedagógicas, ela precisa estar acompanhada de uma alteração de postura por parte do professor, utilizando-a juntamente com o aluno em um processo de construção coletivo, o que corrobora as ideias de Silva (2010).

Quando questionados sobre que outros recursos gostariam de usar para a abordagem do tema em questão, diferente daqueles já disponíveis na escola, as três respostas mais citadas foram: microscópios, recursos visuais para observação 3D e acesso a aplicativos, conforme descrito no gráfico abaixo (Figura 13).

Figura 13 - Quantitativo a respeito dos recursos que os docentes gostariam de usar para o ensino de Biologia Celular.



Fonte: O Autor, 2019.

Vale destacarmos que em suas respostas muitos professores escreveram mais de uma opção. O uso de microscópios como possível recurso a ser utilizado apareceu em 18 das 31 respostas, o que acreditamos se relacionar com a

dificuldade apresentada pelos docentes quanto à falta de equipamentos adequados para visualização de células, contribuindo-se para uma maior abstração do tema. Essa ausência de recursos disponíveis nas escolas é destacada por Orlando et al. (2008) quando em seus estudos afirmam que a falta de equipamentos compromete o ensino de Biologia, principalmente no que se refere ao estudo de estruturas microscópicas. O uso de diferentes opções pedagógicas associadas à tecnologia, como observações em 3D, multimídia e projeções, foi descrita oito vezes, mostrando que a inserção tecnológica é uma opção válida e em constante uso por parte dos docentes em suas práticas.

Finalizando essa etapa de coleta de dados, os professores foram questionados se fariam uso ou não de *smartphones* para o ensino de Biologia, solicitando-se também uma justificativa para suas respostas. Todos os entrevistados alegaram que usariam *smartphones* para o ensino de Biologia. Em suas justificativas ressaltaram que seria um bom recurso, pois praticamente todos os alunos possuem um aparelho Celular, o que facilitaria, portanto, a sua utilização. Os trechos transcritos abaixo trazem as justificativas dos entrevistados identificados como P1, formado há 6 anos e P2, formado há 11 anos, a respeito dessa pergunta:

- “Acho uma saída interessante para atrair os discentes para o assunto, já que hoje todos dispõem de uma *smartphone* e vivem conectados (quase todos)”. (P1)

- “Sim, o *smartphone* pode ser uma ferramenta útil já que nem sempre temos a disponibilidade de projetores e computadores para passar vídeos, mas como a maioria dos alunos tem *smartphones*, posso apenas levar os *links* dos vídeos e pedir que todos assistam”. (P2)

Os docentes destacaram também como pontos positivos relacionados ao uso de *smartphones*: a utilização como ferramenta de pesquisa, recursos de fotos, produção de elaboração de vídeos, aplicativos de jogos e a possibilidade de maior interação com o aluno.

Como pontos negativos os professores afirmaram em suas respostas que apesar da proposta ser válida, nem sempre a internet está disponível nas escolas, o que poderia inviabilizar alguma pesquisa direta na rede. No trecho transcrito abaixo

o docente identificado como P3, formado há 8 anos traz essa observação em sua justificativa:

- “É um recurso acessível à maioria dos alunos e pelo qual eles têm afinidade e domínio, entretanto, esbarramos com o limite da ausência de espaço na memória e falta de internet no celular dos alunos”. (P3)

Um dos entrevistados alegou já fazer uso de aplicativos de celulares em suas aulas ao abordar o tema Biologia Celular, mas destacou com pontos negativos o fato de alguns desses aplicativos estarem em inglês e as versões em português não possuírem computação gráfica muito boa ou não contemplarem parte do conteúdo estudado.

Ao analisarmos as respostas vemos que todos os entrevistados escreveram que fariam uso de *smartphones* em suas práticas e um deles afirmou já usar esse recurso, mesmo diante das limitações impostas pela legislação estadual. Como educador e autor do presente estudo, acredito que a inserção de equipamentos tecnológicos como *smartphones* ou *tablets*, associados ao uso responsável da internet, a partir da mediação do professor, podem servir como auxiliares do processo educacional. Tais equipamentos devem ser vistos como aliados da aprendizagem, possibilitando talvez uma maior assimilação de conceitos pelos alunos no espaço escolar. Aaliado a estes, o recurso tecnológico do vídeo é um instrumento pedagógico excelente e pode ser utilizado na abordagem de temas variados e interdisciplinares, seja por meio de sua exibição ou produção (DA SILVA, 2010). Saccal et al. (2011) em seus estudos afirmam que os *smartphones* apresentam disponíveis para o usuário diversos recursos, como câmeras fotográficas e de vídeo, agendas, programas de edição de textos e podem ser utilizados dentro e fora da sala de aula. Em um estudo realizado com crianças a respeito do uso da tecnologia digital de informação e comunicação (TDIC) associada ao ambiente educacional, Pimentel e Costa (2018) destacam que o uso do Celular em sala de aula ainda é limitado, mas que devido à familiaridade do equipamento apresentada por crianças e jovens, este poderia ser um motivador para a aprendizagem. Em sua pesquisa concluíram que, apesar da maioria dos estudantes possuírem um aparelho de Celular *smartphone*, poucos se utilizam do mesmo para atividades relacionadas com a escola e o aprendizado, limitando-se a executarem algumas pesquisas quando solicitado pelo professor ou assistirem vídeo aulas,

quando possuem alguma dúvida relacionada ao conteúdo estudado. Tal pesquisa ressalta a importância do papel do professor como mediador e incentivador do bom uso de diferentes recursos tecnológicos no ambiente educacional, conduzindo o aluno para uma percepção mais aprofundada a cerca do uso da tecnologia como auxiliadora do seu processo de ensino aprendizagem.

Ao analisarmos os resultados relacionados ao primeiro questionário utilizado, percebemos que 33 dos 34 professores entrevistados alegaram dificuldades quando abordam o ensino de Biologia Celular em suas aulas. Os principais problemas apontados foram a necessidade de abstração requerida para a melhor compreensão do tema e a falta de recursos visuais que pudessem possibilitar aos discentes vencerem essa mesma abstração, o que poderia ser solucionado com a proposta do uso da realidade aumentada (RA) conforme sugerido no presente estudo.

Os professores apontaram o livro didático, data show e vídeos como os principais recursos utilizados em suas aulas e quanto àqueles que gostariam de usar para abordagem do tema, sinalizaram a microscopia, recursos midiáticos e observações 3D, ou seja, todos eles se enquadram na modalidade de recursos visuais que atuariam como possível ferramenta facilitadora da compreensão do tema em questão e que poderiam estar associados ao produto final criado, pois o mesmo traz os recursos da observação 3D, vídeos e elementos teóricos. Todos os entrevistados descreveram que fariam uso de *smartphones* para o ensino de Biologia Celular, o que também vai ao encontro do objetivo dessa pesquisa.

5.2 Elaboração do produto

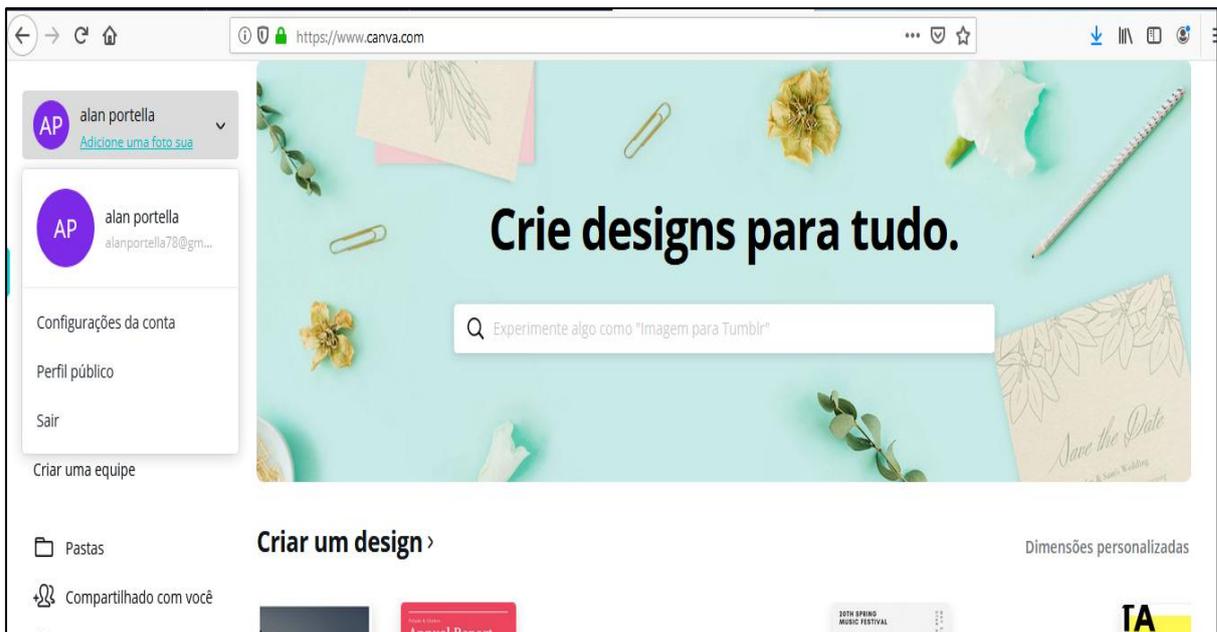
Os resultados obtidos com o questionário diagnóstico serviram de base para elaboração do produto final (APÊNDICE D) que consiste de um material didático de apoio, composto de textos e figuras, além de um aplicativo móvel para a exibição dos vídeos desenvolvidos aqui e de modelos 3D na forma de realidade aumentada (RA). Tanto o texto de apoio, quanto o aplicativo móvel para observação dos elementos em RA, serão disponibilizados de forma gratuita.

5.2.1 O texto de apoio

A produção do texto de apoio ocorreu diretamente em um site gratuito, que disponibiliza recursos para criação de *layouts* e *templates* (modelos) de peças gráficas, denominado *Canva* (figura 14) e pode ser utilizado mediante cadastro inicial e preenchimento de *login* e senha.

Todas as alterações realizadas diretamente no modelo criado no site são salvas imediatamente e os arquivos podem ser exportados ou compartilhados de diferentes formas, tais como e-mail, facebook e apresentação de slides ou vídeos.

Figura 14 – Imagem da tela inicial do site *canva* onde foi desenvolvida a parte teórica do material didático de apoio.



Fonte: O Autor, 2019.

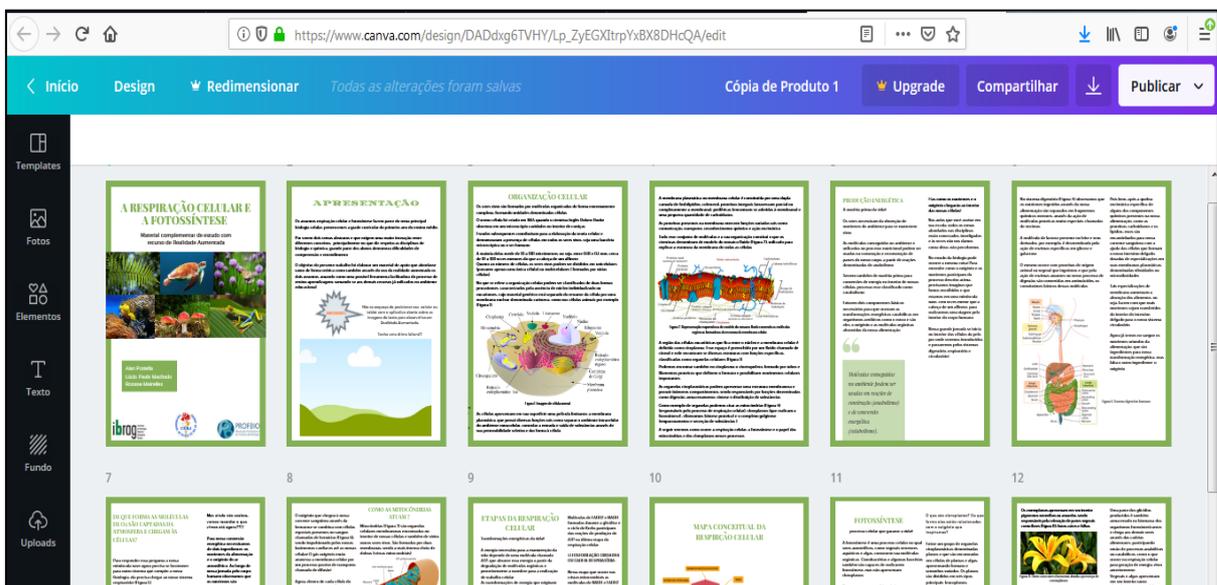
O material produzido (Figura 15 e APÊNDICE D) foi editado ao longo de 18 páginas, onde foram abordados dois assuntos considerados importantes dentro do tema geral Biologia Celular, sendo eles: a Respiração Celular Aeróbia e a Fotossíntese.

Esses dois tópicos são fundamentais para o entendimento dos processos de transformações energéticas dos seres vivos e estão diretamente relacionados com demais conceitos a serem abordados ao longo do ensino médio, como por exemplo, o funcionamento do próprio metabolismo Celular, os estudos fisiológicos dos seres vivos e os ciclos biogeoquímicos.

O texto final possui alguns fragmentos em destaque (Figura 16) que trazem informações complementares ou propõem questionamentos, cujo objetivo é conduzir o leitor à uma perspectiva mais investigativa e reflexiva sobre o tema estudado. Tal recurso foi pensado para oferecer ao docente uma possibilidade de mediação coletiva junto a seus alunos.

Atividades investigativas proporcionam ao discente o desenvolvimento de diferentes habilidades cognitivas, contribuindo também para o aprendizado de conceitos e procedimentos (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Figura 15 – Imagem do site *Canva* mostrando edição de algumas páginas que formam o material didático de apoio.



Fonte: O Autor, 2019.

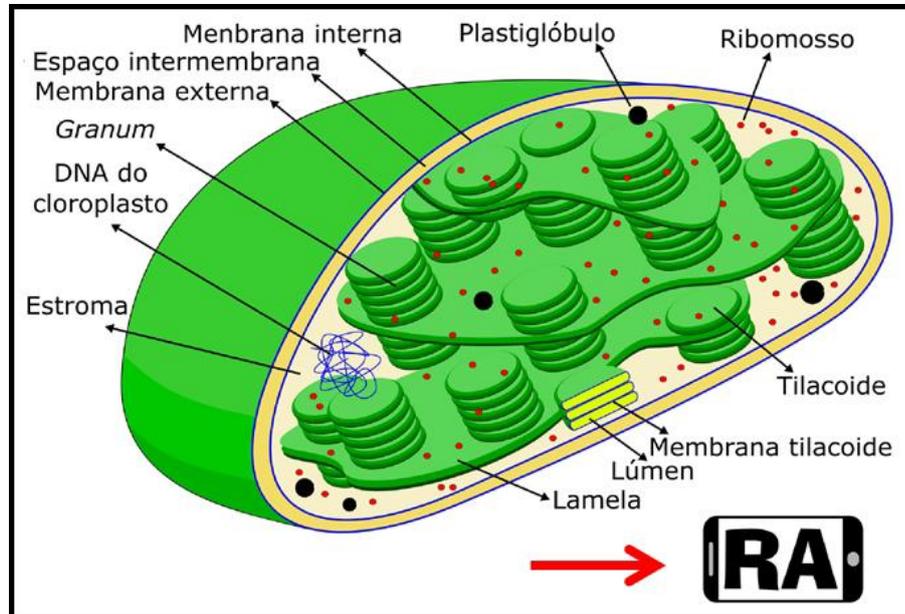
Figura 16 – Imagem de um dos fragmentos de texto que conduzem a uma possível perspectiva investigativa.



Fonte: O Autor, 2019

Certas imagens se relacionam com o texto apenas com intuito de ilustração, enquanto outras foram identificadas com um símbolo (Figura 17) e utilizadas como marcadores para a realidade aumentada (RA), a partir do uso concomitante do aplicativo. Dessa forma, os professores que vierem a fazer o uso futuro do material terão a opção de escolha da sua utilização apenas como material teórico de apoio, complementar a um livro didático, por exemplo, ou utilizá-lo associado à realidade aumentada (RA), que seria o grande diferencial e objetivo dessa proposta de estudo.

Figura 17 – Imagem mostrando o símbolo criado para identificar as imagens do produto que apresentam marcadores para a realidade aumentada (RA).



Legenda: seta vermelha indica o símbolo utilizado para identificar a presença de conteúdo em realidade aumentada.

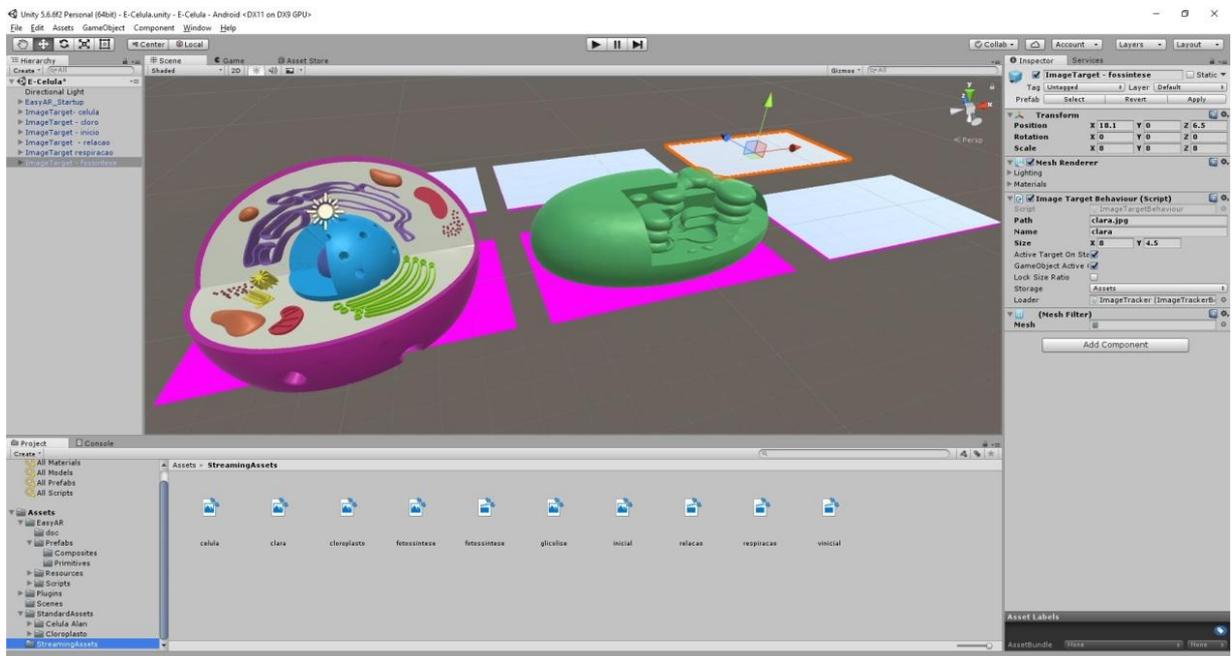
Fonte: O Autor, 2019

5.2.2 O aplicativo de realidade aumentada

Na construção do aplicativo (Figura 18), cujo nome foi definido como E-Célula, utilizamos o programa de computador *Unity* com o auxílio de um *software development kit* (SDK) de realidade aumentada (RA), o *EasyAR*. O mesmo foi então compilado para o sistema operacional Android, com o auxílio do SDK Android Studio.

Quando posicionado sobre algumas imagens que compõe o material didático de apoio, o aplicativo possibilita a visualização em realidade aumentada (RA) conforme demonstrado na figura 19.

Figura 18 – Imagem do programa *unity* durante o processo de elaboração do aplicativo.



Fonte: O Autor, 2019

Figura 19 – Observação de imagem 3D a partir da utilização do aplicativo instalado em um aparelho de celular.



Fonte: O Autor, 2019

Para ter acesso ao aplicativo e baixá-lo em *smartphones* ou *tablets* foi criado o *link* **tny.sh/3lhXct9** que inicialmente foi hospedado no site do DECB (Departamento de Ensino de Ciências e Biologia) da UERJ e quando estiver online ficará disponível no *Google play store* (para sistema operacional *android*).

5.3 Validação do produto

Os pontos de coleta foram os mesmos usados no primeiro questionário, sendo eles: duas escolas estaduais localizadas no município de Rio das Ostras, uma situada na cidade vizinha de Barra de São João e o quarto ponto de coleta ocorreu com os educadores que estão matriculados no curso de mestrado PROFBIO – UERJ turma 2017.

Participaram da validação os mesmos 34 professores que responderam ao questionário diagnóstico. Foi apresentada a esses profissionais uma versão inicial do produto e a versão final foi concebida a partir da análise das respostas dos questionários, onde foram sugeridas modificações na parte textual, qualidade dos vídeos e formatação.

Do total de entrevistados que responderam ao segundo questionário, 19 deles responderam na presença do pesquisador e levaram cerca de 30 minutos para completar a coleta de dados. Quatorze deles responderam via aplicativo *WhatsApp* e um via e-mail. O segundo questionário diagnóstico do processo de pesquisa apresentou como objetivo testar a aplicabilidade e funcionabilidade do produto desenvolvido, composto pela parte teórica, imagens em realidade aumentada (RA), vídeos e aplicativo para observação.

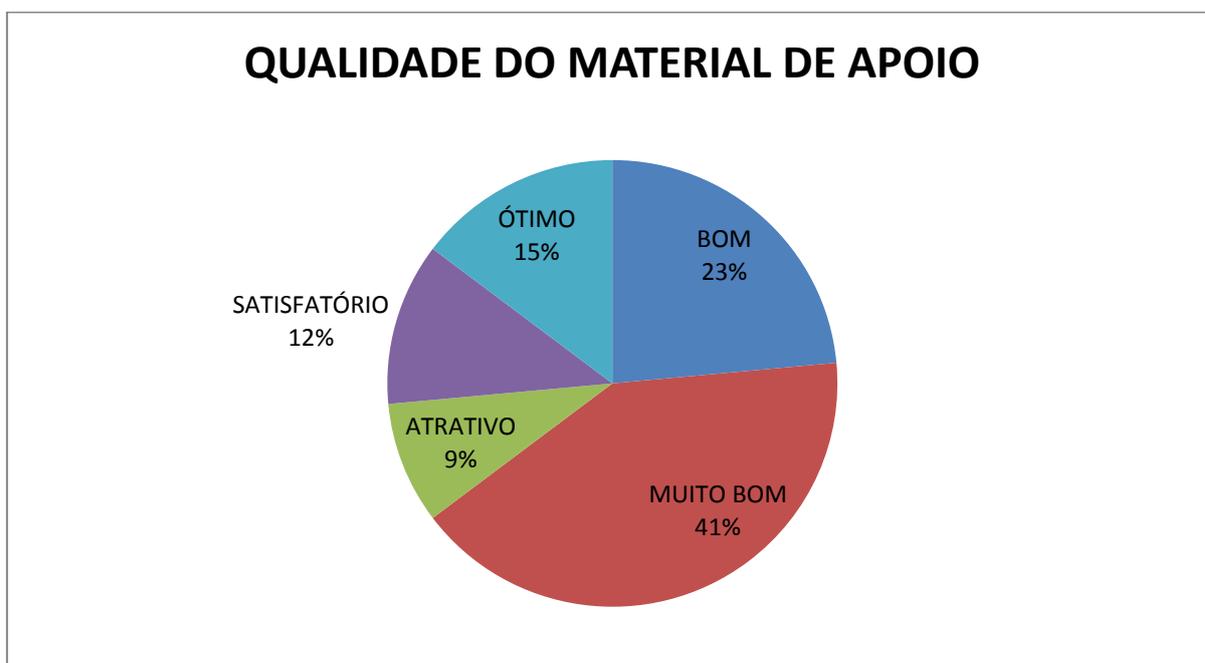
Nesta etapa foram levantadas informações tais como: críticas e sugestões quanto ao material produzido, se o mesmo poderia ser usado para o ensino de tópicos de Biologia Celular, dificuldades com o uso da tecnologia da realidade aumentada, críticas quanto ao design, tamanho da fonte, velocidade de transmissão, qualidade de áudio, vídeo e se a proposta do uso da realidade aumentada (RA), como ferramenta facilitadora para o ensino de Biologia Celular, era válida.

A primeira página do segundo questionário além de informações para identificação dos docentes, havia um questionamento a respeito de possíveis críticas

ou sugestões com relação ao material elaborado, solicitando-se uma justificativa imediata.

Responderam a essa primeira pergunta 34 entrevistados, sendo que 33 deles afirmaram não apresentar críticas ou sugestões, escrevendo em suas justificativas os seguintes termos em relação ao material: “bom”, “adequado”, “ótimo” “satisfatório”, “muito bom” e “completo”. Alguns desses termos apareceram mais de uma vez nas respostas o que possibilitou a elaboração do gráfico quantitativo inserido abaixo (Figura 20).

Figura 20 – Quantitativo relacionado as justificativas apresentadas quanto à qualidade do material didático de apoio.



Fonte: O Autor, 2019

A sugestão apresentada por um dos participantes foi a diminuição do conteúdo teórico e a inserção de mais imagens e vídeos, o que segundo o docente pesquisado, poderia diminuir uma possível dispersão dos alunos, pois o tempo exigido para leitura de todo material ficou longo.

Foi solicitado que os entrevistados avaliassem a satisfação a respeito de características como *design*, tamanho da fonte para leitura, qualidade das

informações apresentadas, velocidade de navegação e qualidade de áudios e visualizações. Foram obtidas 34 respostas, sendo que 31 destas não apresentaram críticas negativas quanto a estas características. Um dos entrevistados afirmou que o áudio de alguns vídeos estava um pouco baixo. Outro sugeriu que o tamanho da fonte para leitura deveria ser aumentada nos vídeos somente e um terceiro fez abordagens conceituais em relação a parte teórica do material, sugerindo algumas alterações pedagógicas. Todas as sugestões foram aceitas e agregadas à versão final do material.

Quando perguntados se a proposta do uso da realidade aumentada (RA) como ferramenta facilitadora para o ensino de Biologia Celular era válida e se ensinariam tópicos de Biologia Celular, utilizando essa tecnologia, todos os 34 participantes responderam sim para os dois questionamentos. Os trechos transcritos abaixo trazem a justificativa de alguns dos entrevistados:

- “O material está com um visual atrativo, o uso da realidade aumentada torna a aula mais interessante e seria um bom material complementar” (P4).

- “A proposta foi muito válida para um assunto muito abstrato, logo seria um material que usaria em minhas aulas” (P5).

- “Acho a proposta válida, todo material complementar é válido, ainda mais utilizando a realidade aumentada, que é algo que pode trazer o aluno mais para dentro da sala de aula. Inserir uma TIC é sempre interessante” (P6).

A análise dos resultados obtidos junto ao questionário avaliativo do produto formado, nos permitiu concluir que a proposta do uso da realidade aumentada (RA) como ferramenta facilitadora para o ensino de Biologia Celular é válida, atingindo-se então a resposta para a pergunta investigativa que norteou o presente estudo.

Por ser interativa, a realidade aumentada pode estimular e motivar estudantes com questões acadêmicas até mesmo fora do ambiente escolar onde o aluno pode atuar em um ritmo próprio (DE OLIVEIRA; MANZANO, 2016).

Um material didático associado a elementos virtuais intensifica aspectos sensoriais, podendo aumentar a capacidade cognitiva da aprendizagem (ROLIN et al., 2011). O desenvolvimento do material de apoio, contendo parte textual, imagens

em realidade aumentada (RA) e vídeos que podem ser observados a partir do aplicativo desenvolvido para utilização em *smartphones*, servindo como instrumento pedagógico para melhor compreensão e visualização dos assuntos relacionados ao tema Biologia Celular, atendeu assim às demandas descritas pelos profissionais que foram entrevistados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa desenvolvida e apresentada ao longo desta dissertação teve como objetivo a elaboração de um material de apoio, com a utilização da tecnologia de Realidade Aumentada (RA), como possível ferramenta facilitadora do processo de ensino-aprendizagem do tema célula, tratado nas séries iniciais do ensino médio.

Para a elaboração do respectivo material fez-se necessário um primeiro levantamento de dados através da utilização de um questionário semi estruturado, que apontasse para as dificuldades que os profissionais da educação encontram ao abordarem o tema em suas aulas, atingindo-se assim um dos objetivos específicos propostos no estudo.

A criação do material didático utilizado como ferramenta de apoio para o ensino de Biologia Celular e a aplicação de um segundo questionário avaliativo para validação do produto didático, foram ao encontro de os outros dois objetivos específicos da pesquisa, a saber: elaborar um material didático utilizando a realidade aumentada (RA) para o ensino de Biologia Celular; validar a atividade proposta junto aos professores do ensino médio.

O produto final é composto de elementos teóricos, e de modelos 3D e vídeos que podem ser observados, na forma de RA, através de aplicativo também produzido pela pesquisa. A hipótese investigativa de que o ensino da Biologia Celular pode ser facilitado com o uso da tecnologia da realidade aumentada RA, foi confirmada a partir da análise das respostas obtidas com os questionários aplicados.

Os docentes que fizeram parte da coleta de dados inicial indicaram o desejo da utilização de diferentes recursos em suas práticas ao tratarem o tema, o que está de acordo com a nossa linha de pesquisa, pois a mesma sugere a inserção de material tecnológico na abordagem pedagógica.

Os pesquisados destacaram também, nesse primeiro momento, o baixo entendimento do assunto pela maioria dos alunos e descreveram como possíveis causas a necessidade do elevado grau de abstração que o tema requer, ausência de recursos e equipamentos adequados e disponíveis durante as abordagens. Diante da análise da nossa pesquisa apontaram como válida a proposta do uso da realidade aumentada (RA) como possível ferramenta educacional facilitadora.

Os dados obtidos com o segundo questionário mostraram que os professores participantes validaram positivamente o uso do material de apoio para o ensino da Biologia Celular bem como também o aplicativo criado para observação das imagens e vídeos em realidade aumentada (RA).

Algumas sugestões de modificações quanto à qualidade das imagens e edição final dos áudios e dos vídeos foram destacadas nesse segundo questionário avaliativo, contribuindo então para as modificações executadas na versão final do produto.

Ao longo da pesquisa trouxemos uma reflexão sobre a prática educacional adotada na maioria das escolas brasileiras, que segue ainda em sua grande parte modelos tradicionais de ensino. Ressaltamos que o modelo de ensino tradicional é válido e apresenta aplicabilidade, mas não deve ser considerado como única possibilidade de recurso didático pedagógico.

Chamamos a atenção para a necessidade de iniciativas que promovam novas reflexões no ambiente escolar como, por exemplo, no que se relaciona ao incentivo do uso de diferentes tecnologias, o que coloca a escola alinhada com as necessidades e perspectivas da sociedade atual.

Os alunos de hoje fazem parte de uma sociedade integrada e estruturada em rede e a escola não pode estar alheia a esse processo, suas práticas precisam estar inseridas no contexto atual e a inserção de diferentes tecnologias, como o uso da realidade aumentada RA pode representar esse elo entre ensino e atualidade.

Vale aqui salientar que um dos focos do Profbio é a elaboração de produtos que possam ser replicados nos mais variados ambientes educacionais, principalmente os pertencentes à rede pública de ensino. Dessa forma, para produção do produto final relacionado com o nosso estudo, nos preocupamos em deixar claro aos docentes que por ventura tiverem contato com a nossa pesquisa, que é possível a elaboração de um material de qualidade sem que para isso haja a necessidade de um financiamento próprio, já que todos os recursos utilizados para construção do nosso produto final, tais como sites e softwares, estão disponíveis gratuitamente na internet.

Para que a educação ocorra se faz necessário a fé nos homens e o diálogo horizontal entre os pares, este deve ocorrer de forma humilde, livre da arrogância, partindo de uma contribuição mútua (FREIRE, 2014). Reforçamos que a simples inserção de ferramentas tecnológicas no ambiente educacional não é garantia de

sucesso. Esta deve vir acompanhada da mediação criativa do professor, em um processo de construção e transformação com os discentes e não somente para os discentes. Foi abordado ao longo desta pesquisa essa capacidade de transformação e possível autorreflexão destacada por Paulo Freire (2014), o que possibilitaria essa busca por novos conceitos e novas informações. Sejam essas construídas em coletivo ou individualmente, direcionando-o para um aprendizado e crescimento educacional contínuo.

Dessa forma esperamos termos contribuído com o processo educacional do nosso país, incentivando novas práticas e reforçando o diálogo entre a escola, os docentes, discentes e a sociedade na qual todos nós fazemos parte.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. O. Noção de fotossíntese: obstáculos epistemológicos na construção do conceito científico atual e implicações para a educação em ciência. **Candombá-Revista Virtual**, v. 1, n. 1, p. 16-32, 2005.

AMARO, A.; PÓVOA, A.; MACEDO, L. **A arte de fazer questionários**. Porto, Portugal: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2005.

ARAÚJO, U. F. **Temas transversais, pedagogia de projetos e mudanças na educação**. Goiania: Summus Editorial, 2014.

BASTOS, F. O conceito de célula viva entre alunos de segundo grau. **Em aberto**, Brasília, ano11, n. 55, p. 63-69, 1992.

BATISTETI, C. B.; DE ARAÚJO, E. S. N.; CALUZI, J. J. As estruturas celulares: o estudo histórico do núcleo e sua contribuição para o ensino de Biologia. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, n. 1, p. 17- 42, 2009.

BRANDÃO, C. R. **O que é educação**. Brasília: Editora Brasiliense, 2017.

BRASIL, Base Nacional Comum Curricular. Ensino médio. Disponível em <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/bncc-ensino-medio>>. Acesso em 01 de abril de 2019.

BRASIL, Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino médio. **Brasília: Ministério da Educação**, 1999.

CARDOSO, A., LAMOUNIER, J. KIRNER, C. KELNER, J. **Tecnologias e ferramentas para o desenvolvimento de sistemas de realidade virtual e aumentada**. Recife: Editora Universitária UFPE, 2007.

CASTELLS, M.; MAJER, R. V.; GERHARDT, K. B. **A sociedade em rede**. Fundação Calouste Gulbenkian, 2002.

COELHO, L; PISONI, S. Vygotsky: sua teoria e a influência na educação. **Revista Modelos–FACOS/CNE C Osório**, v.2, n.1, p. 149-152, 2012.

COLIS, B. E-learning e o Transformar da Educação na Economia do Conhecimento. In M. CASTELLS e G. CARDOSO (orgs.) **A Sociedade em Rede, do conhecimento à ação política**. p. 197-203, 2006.

DAHM, R. Discovering DNA: Friedrich Miescher and the early years of nucleic acid research. **Human genetics**, v. 122, n. 6, p. 565-581, 2008.

DA SILVA, J. H.; FOUREAUX, G.; SÁ, M.A.; SCHETINO, L.P.L.; GUERRA, L.B. O ensino-aprendizagem da anatomia humana: avaliação do desempenho dos alunos após a utilização de mapas conceituais como uma estratégia pedagógica. **Ciência & Educação**, v. 24, n. 1, p. 95-110, 2018.

DA SILVA, R. V. O vídeo como recurso de aprendizagem em salas de aula do 5º ano. **Revista EDaPECI**, v. 6, n. 6, p. 1-11, 2010.

DAS NEVES, R. F.; DOS ANJOS C.L. A. M.; FERREIRA, H. S. A imagem da célula em livros de Biologia: uma abordagem a partir da teoria cognitivista da aprendizagem multimídia. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 21, n. 1, p. 94-105, 2016.

DE ANDRADE M., R. Robert Hooke e a pesquisa microscópica dos seres vivos. **Filosofia e historia da Biologia**, v. 6, n. 1, p. 105-142, 2011.

DE OLIVEIRA, L. D.; MANZANO, R. C. Aplicações de realidade aumentada no ensino de Física a partir do software LAYAR. **RENOTE**, v. 14, n. 1, 2016.

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R.V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gest. Prod., São Carlos**, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

FISCHER, R. M. B. Foucault e a análise do discurso em educação. **Cadernos de pesquisa**, n. 114 (nov. 2001), p. 197-223, 2001.

FOMBONA C. A. J.; GOULAO, M. de F.; GARCÍA TAMARGO, M. A. Melhorar a atratividade da informação através do uso da realidade aumentada. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.19, n.1, p. 37-50, 2014.

FREIRE, P. **Educação e mudança**. São Paulo: Editora Paz e terra, 2014.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2014.

GEST, H. The discovery of microorganisms by Robert Hooke and Antoni Van Leeuwenhoek, fellows of the Royal Society. **Notes and records of the Royal Society of London**, v. 58, n. 2, p. 187-201, 2004.

GOMES, L. M. de J. B.; MESSEDER, J. C. Fotossíntese e Respiração Aeróbica: vamos quebrar a cabeça? Proposta de jogo. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 12, n. 2, p. 91-107, 2014.

GONÇALVES, M. de A.; WANDERLEY, S. Saber Escola e Formação Docente na Educação Básica. O PIBID UERJ/CAPES, Concepções e Propostas. **Revista Aproximando**, v. 1, n. 2, p 01-09, 2015.

IVIC, I.; COELHO, E. P. **Lev Semionovich Vygotsky**. Coleção Educadores. Recife: Fundação Joaquim Nabuco. Editora Massangana, 2010.

JUNIOR, P. G. **História da educação brasileira**. 3. ed. São Paulo, Editora Cortez, 2010.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias**. São Paulo, Editora: Papyrus, 2007.

KIRNER, C.; KIRNER, T. G. Evolução e tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências. Cap**, v. 1, p. 10-25, 2011.

KIRNER, C.; ZORZAL, E. R. Aplicações educacionais em ambientes colaborativos com realidade aumentada. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. V. 1, n. 1, p. 114-124, 2005.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. São Paulo: EdUSP, 2004

LÜCK, H. **Gestão educacional: uma questão paradigmática**. São Paulo: Editora Vozes Limitada, 2017.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.

MARTINS, João Carlos. Vygotsky e o papel das interações sociais na sala de aula: reconhecer e desvendar o mundo. **Série Idéias**, v. 28, p. 111-122, 1997.

MILGRAM, P. et al. Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. **Telemanipulator and Telepresence Technologies**, SPIE, V.2351, p. 282-292, 1995.

MONTEIRO, A. M. Ciep–escola de formação de professores. **Em Aberto**, v. 21, n. 80, p. 1–17, 2009.

ORLANDO, T. C. et al. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 7, n. 1, p. 1-17, 2009.

PIMENTEL, F. S. C.; COSTA, C. J. de S. A. A CULTURA DIGITAL NO COTIDIANO DAS CRIANÇAS: APROPRIAÇÃO, REFLEXOS E DESCOMPASOS NA EDUCAÇÃO FORMAL. **Interfaces Científicas-Educação**, v. 6, n. 3, p. 135-146, 2018.

PRAY, Leslie. Discovery of DNA structure and function: Watson and Crick. **Nature Education**, v. 1, n. 1, p. 100, 2008.

PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants part 1. **On the horizon**, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001.

RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Educação–SEEDUC. **Currículo Mínimo de Ciências e Biologia**. Rio de Janeiro, 2012.

ROLIM, ALS et al. Realidade aumentada no ensino de ciências: tecnologia auxiliando a visualização da informação. **Atas do VIII encontro nacional de pesquisa em educação em ciências**. Campinas, 2011.

SACCOL, A. et al. M-learning e u-learning: novas perspectivas da aprendizagem móvel e ubíqua. São Paulo, editora Pearson, 2011.

SANTOS, E. O. dos. Biblioteca da UFB: *Educação online: cibercultura e pesquisa-formação na prática docente*. 2005. 351 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

SANTOS, E. O. dos.; OKADA, A. L. P. A construção de ambientes virtuais de aprendizagem: por autorias plurais e gratuitas no ciberespaço. **Actas da 26ª Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, Poços de Caldas. ANPEd**, 2003.

SAVI, R.; WANGENHEIM, C.G. von; ULBRICHT, V.; VANZIN, T. Proposta de um modelo de avaliação de jogos educacionais. **RENOTE**, v. 8, n. 3, p. 01-12, 2010.

SCHEID, N. M. J. et al. Educação continuada de professores com uso de ambiente virtual de aprendizagem: aportes, limites e desafios. **Memórias da Octava Conferencia Iberoamericana em Sistemas, Cibernética e Informática (CISCI) e VI Simposium Iberoamericano en Educación, Cibernética e Informática (SIECI)**. Orlando, Flórida (EUA), v. 10, p. 93-98, 10 a 13 de julio de 2009.

SILVA, D.; COSTA, J.; INGRACIO, P. OLIVEIRA, W. Realidade Virtual Aumentada Aplicada como Ferramenta de Apoio ao Ensino. **Tecnologias em Projeção**, v. 2, n. 1, p 01-14, 2011.

SILVA, M. De Anísio Teixeira à cibercultura: desafios para a formação de professores ontem, hoje e amanhã. **Boletim Técnico do SENAC**, v. 29 n. 3, p 30-41, 2018.

SILVA, M. Educar na cibercultura: desafios à formação de professores para docência em cursos *online*. **Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, v. 3, n. 20, p. 39-51, 2010.

SILVA, M. Sala de aula interativa: a educação presencial e a distância em sintonia com a era digital e com a cidadania. **Boletim Técnico do SENAC**, v. 27, n. 2, 2001.

SOUZA, G. G. L. de et al. **A neurociência e a educação: como nosso cérebro aprende?** São Paulo: Editora Artimed, 2011.

URSI, S. et al. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 7-24, 2018.

VALENTE, J. A. Mudanças na sociedade, mudanças na educação: o fazer e o compreender. **O computador na sociedade do conhecimento**, v. 1, p. 29-48, 1999.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

**Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara
Gomes**



Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa: *O ensino de Biologia Celular através da realidade aumentada (RA) em uma escola pública do estado do Rio de Janeiro*, de responsabilidade do pesquisador Alan Portella de Souza. A pesquisa é parte obrigatória para a obtenção do grau de Mestre no curso de Pós-graduação em ensino de Biologia – PROFBIO.

O objetivo deste estudo é estritamente acadêmico e visa, em linhas gerais: discutir a importância da Biologia Celular para alunos do primeiro ano do ensino médio, bem como também diferentes formas de abordar o tema em questão.

A sua participação no estudo é voluntária e terá a finalidade de colaborar para a pesquisa, através do preenchimento de um questionário a respeito do tema célula. O tempo previsto para responder as questões é de cerca de 5-8 minutos, ou o período de tempo que você necessitar para respondê-las. Você não receberá incentivo financeiro como também não terá ônus financeiro algum por participar do estudo. Como sua participação na pesquisa se definirá pela colaboração em responder o questionário, você não terá nenhum tipo de despesa.

Assim, em caso de qualquer eventualidade ou dúvida decorrente da pesquisa, entre em contato com o pesquisador Alan Portella através do Celular (22) xxxxxxxx ou email alanportella78@gmail.com.

Ao aceitar participar dessa pesquisa, você poderá contribuir para a melhoria do ensino em nossa unidade escolar assim como também para uma melhoria na educação básica. Sua privacidade será respeitada e o seu nome não será citado na apresentação do estudo em eventos e revistas científicas, sendo-lhe assegurado o sigilo sobre suas respostas e informações pessoais. Os possíveis desconfortos dados pela sua participação no estudo podem ser ocasionados por um sentimento de frustração e constrangimento no caso de você, eventualmente, não encontrar respostas para as perguntas apresentadas, o que pode lhe proporcionar também um conflito por sentir-se na obrigação de responder. Quanto a isso, reiteramos que sua participação no estudo não é obrigatória e, portanto, não se sinta forçado a responder as questões, mas sim, fique à vontade para respondê-las livremente, da forma que lhe for possível. Reforçamos também que o sigilo das informações concedidas por você é garantido, e sua privacidade será integralmente preservada. Você

poderá desistir da pesquisa a qualquer momento, sem qualquer prejuízo, retirando seu consentimento.

Rubrica do (a) participante: _____

Rubrica do (a) pesquisador (a) responsável: _____

Rubrica da testemunha: _____

Caso você tenha dúvidas ou se sinta prejudicado (a), poderá contatar o pesquisador Alan Portella através do telefone ou e-mail indicado acima.

Caso queira obter esclarecimentos relacionados à ética da pesquisa, poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) – SR2 Rua São Francisco Xavier, 524, Sala 3018, Bloco E. Cep: 20550-900 Tel:(21) 2334-2180 E-mail: etica@uerj.br

O COEP é um comitê que analisa e aprova os estudos científicos para garantir que eles estejam de acordo com as normas brasileiras de proteção ao sujeito de pesquisa e que os direitos dos participantes sejam respeitados durante e após o estudo.

Dessa forma, se você concorda em participar da pesquisa como consta nas explicações e orientações acima, e autoriza o uso de suas respostas para o presente estudo solicitamos sua assinatura de autorização no local indicado abaixo. Todas as páginas desse termo deverão ser rubricadas por você e pelo pesquisador responsável nos espaços indicados. Desde já, agradecemos a sua colaboração e solicitamos a sua assinatura de autorização neste termo, que será também assinado pela pesquisadora responsável em duas vias de igual teor, sendo que uma ficará com você e a outra com o pesquisador.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de 2018.

Assinatura do (a) participante: _____

Assinatura do pesquisador: _____

Assinatura da testemunha: _____

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara
Gomes



Prezado Professor (a),

Abaixo segue um pequeno questionário que busca entender quais as suas principais dificuldades ao abordar o tema célula em sala de aula. As informações contidas neste questionário serão utilizadas no trabalho de dissertação intitulado: *O ensino de Biologia Celular através da realidade aumentada (RA) em uma escola pública do estado do Rio de Janeiro*, no programa PROFBIO-UERJ (MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA) realizado pelo mestrando Alan Portella de Souza, sob orientação da Dra. Rosane Meirelles.

Agradecemos a sua atenção ao responder ao questionário, contribuindo assim para a melhoria da educação básica.

Iniciais do nome: _____

Formação profissional: _____

Tempo de exercício profissional: _____

Tempo de formação: _____

1- Ao ensinar tópicos de Biologia Celular, você vê alguma dificuldade neste tema?

SIM

NÃO

Justifique:

2-Que recursos você usa para ensinar Biologia Celular?

3- Se você tivesse oportunidade, que outros recursos gostaria de utilizar para ensinar Biologia Celular (os quais não estão disponíveis no momento, na escola)?

4- Sobre o uso de *smartphone* como recurso para o ensino de Biologia: você usaria?

SIM NÃO

Justifique:

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO AVALIATIVO DO PRODUTO

**Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico**

**Instituto de Biologia Roberto Alcântara
Gomes**



Prezado Professor (a),

O questionário teste do produto busca entender, quais as melhorias e as dificuldades de se utilizar a tecnologia da realidade aumentada, ao abordar o tema célula em sala de aula. As informações contidas neste questionário, previamente autorizadas pela comissão de ética, serão utilizadas no trabalho de dissertação intitulado: *O ensino de Biologia Celular através da realidade aumentada (RA) em uma escola pública do estado do Rio de Janeiro*, no programa PROFBIO-UERJ (MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA) realizado pelo mestrando Alan Portella de Souza, sob orientação da Dra. Rosane Meirelles e do Dr. Lucio Paulo Machado.

Iniciais do nome: _____

Formação profissional: _____

Tempo de exercício profissional: _____

Tempo de formação: _____

1 – Você tem alguma crítica ou sugestão com relação ao material de apoio elaborado?

SIM

NÃO

Justifique:

2 – Você ensinaria tópicos de Biologia Celular utilizando a tecnologia da realidade aumentada ?

SIM NÃO

Justifique:

3- Considere as seguintes características do produto avaliado, citadas abaixo. Descreva se tais características estão satisfatórias para você:

4.1. Design: () sim () não

Justifique:

4.2. Tamanho da fonte para leitura: () sim () não

Justifique:

4.3. Qualidade das informações apresentadas: () sim () não

Justifique:

4.4. Velocidade de transmissão (navegação): () sim () não

Justifique:

4.5. Qualidade de áudio e de visualizações: () sim () não

Justifique:

5- A proposta do uso da realidade aumentada, como ferramenta facilitadora para o ensino de Biologia Celular, foi válida para você?

SIM NÃO

Justifique:

APÊNDICE D – MATERIAL DIDÁTICO DE APOIO – PRODUTO FINAL

A RESPIRAÇÃO CELULAR E A FOTOSSÍNTESE

Material complementar de estudo com
recurso de Realidade Aumentada



Alan Portella
Lúcio Paulo Machado
Rosane Meirelles

Material complementar de estudo
com recurso de Realidade
Aumentada

APRESENTAÇÃO

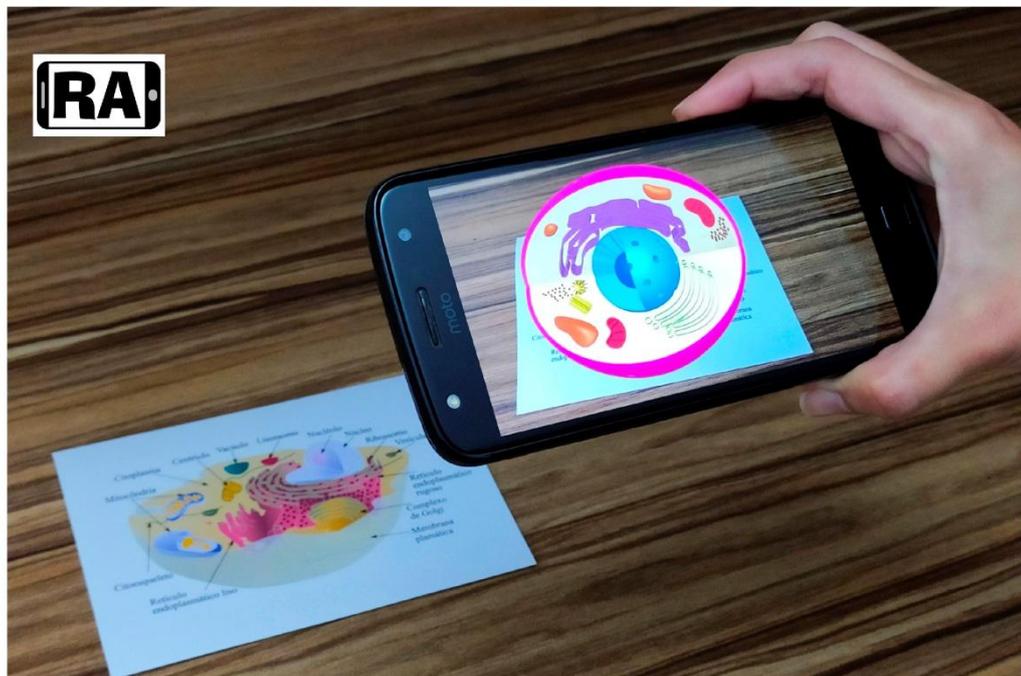
Os assuntos respiração celular e fotossíntese fazem parte do tema principal biologia celular, pertencentes à grade curricular do ensino médio. Por serem dois temas abstratos e que exigem uma maior interação entre diferentes conceitos, (biologia e química principalmente), grande parte dos alunos demonstra dificuldades de compreensão e entendimento.

O objetivo aqui é mostrar um material de apoio que aborde de forma teórica e através do uso da realidade aumentada os dois assuntos, atuando como uma possível ferramenta facilitadora do processo de ensino aprendizagem, somando-se aos demais recursos já utilizados no ambiente educacional.

Antes de iniciar seus estudos, baixe no seu celular ou tablet o aplicativo nomeado E-Célula que encontra-se disponível no Google play store (para sistema operacional android) pelo link tny.sh/3lhXct9, ou pelo QR Code ao lado.



Posicione seu smartphone com o aplicativo aberto sobre as imagens do texto identificadas pelo símbolo  para observá-las em Realidade Aumentada.



ORGANIZAÇÃO CELULAR

Os seres vivos são formados por moléculas organizadas de forma extremamente complexa, formando unidades denominadas **células**. O termo célula foi criado em 1665 quando o cientista Inglês Robert Hooke observou em um microscópio cavidades no interior de cortiças.

Estudos subsequentes contribuíram para a elaboração da teoria celular e demonstraram a presença de células em todos os seres vivos, seja uma bactéria microscópica ou o ser humano. A maioria delas mede de 10 a 100 micrômetros, ou seja, entre 0,01 e 0,1 mm, cerca de 10 a 100 vezes menores do que a cabeça de um alfinete.

Quanto ao número de células, os seres vivos podem ser divididos em **unicelulares** (possuem apenas uma única célula) ou **multicelulares** (formados por várias células).

No que se refere à organização celular, podem ser classificados de duas formas: **procariontes**, caracterizados pela ausência de núcleo individualizado ou **eucariontes**, cujo material genético está separado do restante da célula por uma membrana nuclear denominada carioteca, como nas células animais por exemplo (Figura 1).

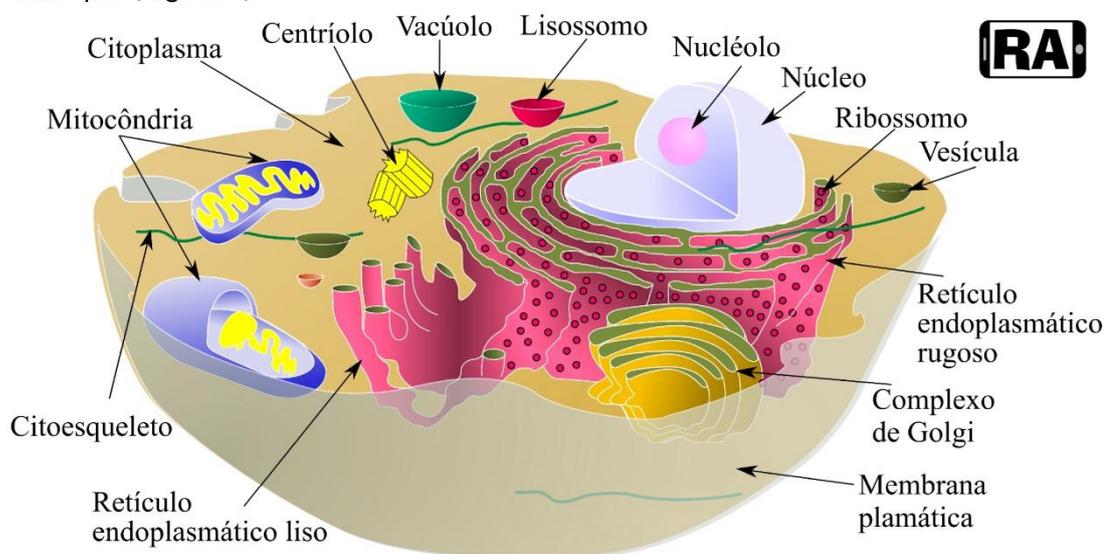


Figura 1. Imagem de célula animal.

As células apresentam a **membrana plasmática** que separa o ambiente intracelular do ambiente extracelular além de controlar a entrada e saída de substâncias através de sua permeabilidade seletiva. A membrana plasmática ou membrana celular é constituída por uma dupla camada de fosfolipídios, colesterol, proteínas integrais (que atravessam parcial ou completamente a membrana) e periféricas (as quais encontram-se aderidas à membrana) e uma pequena quantidade de carboidratos.

As proteínas presentes na membrana exercem funções variadas tais como comunicação, transporte, reconhecimento químico e ação enzimática. Todo esse conjunto de moléculas e a sua organização constitui o que os cientistas denominam de modelo do **mosaico fluido** (Figura 2).

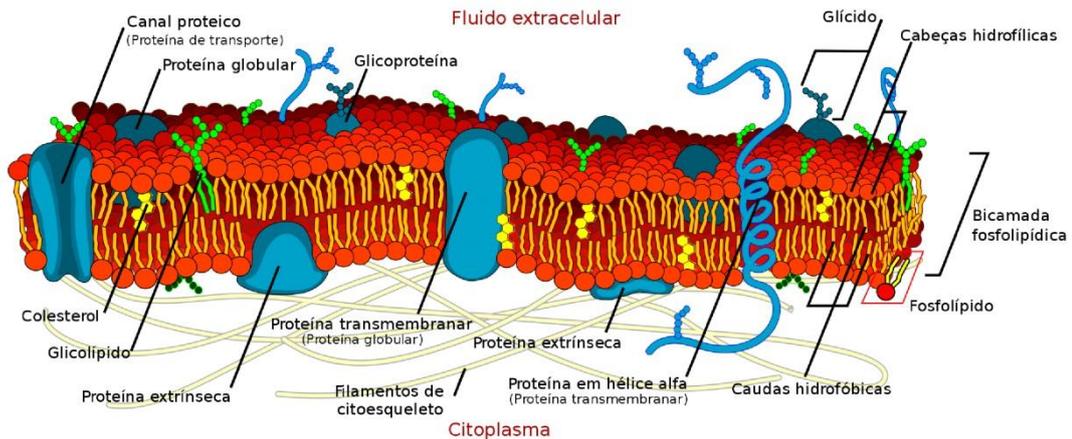


Figura 2. Representação esquemática do modelo do mosaico fluido contendo as moléculas orgânicas formadoras da estrutura da membrana celular.

A região das células eucarióticas que fica entre o núcleo e a membrana celular é definida como **citoplasma**. Nele encontram-se diversas estruturas proteicas e moleculares que formam uma matriz ou rede interna (o chamado citoesqueleto) onde as **organelas celulares** se comunicam e desempenham suas funções (Figura 1), além de estabelecer o formato e possibilitar os movimentos celulares.

As organelas citoplasmáticas podem apresentar uma estrutura membranosa e possuir inúmeros compartimentos, sendo responsáveis por funções determinadas como digestão, armazenamento, síntese e distribuição de substâncias.

Como exemplo de organelas podemos citar as **mitocôndrias** (responsáveis pelo processo de respiração celular) e os **cloroplastos** (que realizam a fotossíntese). A seguir veremos como ocorre a respiração celular, a fotossíntese e o papel das mitocôndrias e dos cloroplastos nesses processos.



A região das células eucarióticas que fica entre o núcleo e a membrana celular é definida como citoplasma.

PRODUÇÃO ENERGÉTICA

A MATÉRIA PRIMA DA VIDA!!

Os organismos necessitam da obtenção de nutrientes do ambiente para se manterem vivos. Tais nutrientes podem ser obtidos para as reações de síntese ou construção, onde se formam moléculas complexas a partir de outras mais simples, com gasto de energia, processo denominado **anabolismo**. As reações anabólicas exigem o suprimento de energia produzida durante o chamado **catabolismo**, que abrange as reações em que compostos orgânicos complexos são convertidos em moléculas mais simples (gerando energia!).

Exemplo de anabolismo: fotossíntese.

Exemplo de catabolismo: respiração celular.



Moléculas conseguidas no ambiente podem ser usadas em reações de síntese (anabolismo) e de conversão energética (catabolismo).

Existem dois componentes básicos necessários para que ocorram as transformações energéticas catabólicas em organismos aeróbicos como o nosso e são eles, o oxigênio e as moléculas orgânicas absorvidas da nossa alimentação.

Mas como os **nutrientes e o oxigênio** chegarão ao interior das nossas células? Nas aulas que você assiste em sua escola, todos os temas abordados nas disciplinas estão conectados, interligados e às vezes não nos damos conta disso!

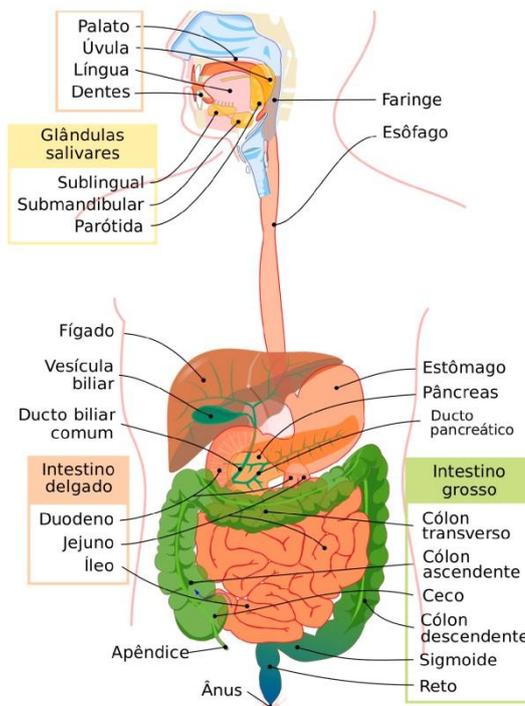


Figura 3. Sistema digestório humano.

No estudo da biologia pode ocorrer a mesma coisa! Para entender como o oxigênio e os nutrientes participam do processo descrito acima, precisamos imaginar que fomos encolhidos e que estamos em uma minúscula nave, com vezes menor que a cabeça de um alfinete, para realizarmos uma viagem pelo interior do corpo humano.

Nossa grande jornada se inicia no interior da boca, por onde seremos introduzidos e passaremos pelos **sistemas digestório, respiratório e circulatório!**

No **sistema digestório** (Figura 3) os nutrientes ingeridos através da nossa alimentação são separados em fragmentos químicos menores, através da ação de moléculas proteicas chamadas de enzimas.

Após a quebra enzimática específica de alguns dos componentes químicos presentes na nossa alimentação, como as proteínas, carboidratos e os lipídios, estes são encaminhados para nossa corrente sanguínea via células do nosso intestino delgado, dotadas de especializações em suas membranas plasmáticas, denominadas microvilosidades. Tais especializações de membrana aumentam a absorção dos nutrientes, fazendo com que os mesmos sejam transferidos do interior do intestino delgado para o nosso sistema circulatório.

Agora já temos no sangue os **nutrientes** oriundos da alimentação, que são ingredientes para iniciar a transformação energética, mas falta o outro ingrediente: **o oxigênio**.

DE QUE FORMA AS MOLÉCULAS DE O₂ SÃO CAPTADAS DA ATMOSFERA E CHEGAM ÀS CÉLULAS?

Para responder essa pergunta a nossa minúscula nave agora precisa se locomover para outro sistema que compõe a nossa fisiologia, ela precisa chegar ao nosso **sistema respiratório!** (Figura 5).

Através de nossos pulmões conseguimos capturar o oxigênio do ar atmosférico e encaminha-lo à corrente sanguínea, assim como também eliminamos o gás carbônico, que é tóxico e não pode se acumular em nosso corpo.

Essa troca de gases que ocorre nos nossos pulmões, mais precisamente nos nossos alvéolos pulmonares é chamada de **hematose** e dessa forma conseguimos então o segundo ingrediente necessário para a conversão energética.

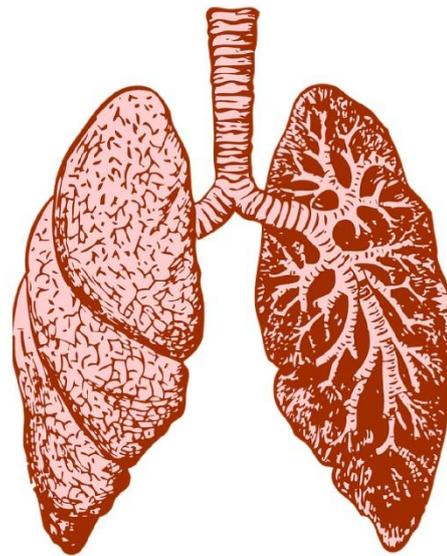


Figura 5. Ilustração mostrando um pulmão representando o sistema respiratório humano.

Mas ainda não acabou!

Agora só falta transportar o oxigênio e os nutrientes até todas as nossas células. É nesse momento que entra outro importante componente da fisiologia do nosso corpo: o **sistema circulatório**!!

O oxigênio que chegou à nossa corrente sanguínea através da hematose se combina com células especiais presentes no sangue, chamadas de **hemácias** (Figura 6), sendo impulsionado pelos nossos batimentos cardíacos até as nossas células! O gás oxigênio então atravessa a membrana celular por um processo passivo de transporte, chamado de **difusão**.

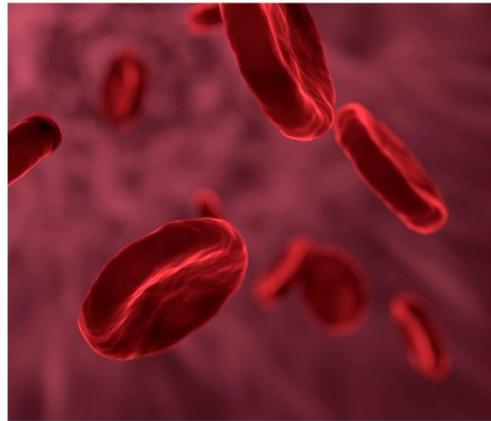


Figura 6. imagem de hemácias humanas.

Agora, dentro de cada célula do nosso corpo temos moléculas do gás oxigênio e os nutrientes, principalmente os carboidratos, que através de reações bioquímicas que ocorrem inicialmente no citoplasma celular e posteriormente no interior das organelas denominadas mitocôndrias (Figura 7) produzem a energia para nossa sobrevivência!!

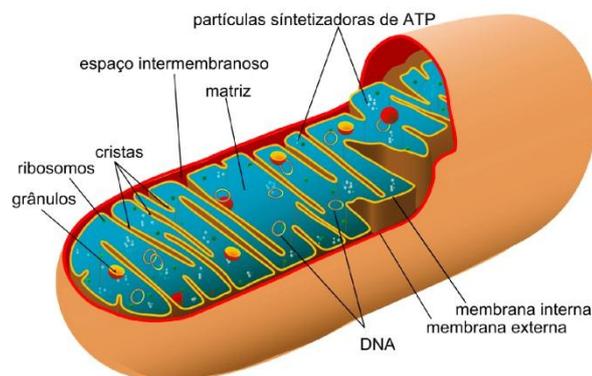


Figura 7. Ilustração de uma mitocôndria.

COMO AS MITOCÔNDRIAS ATUAM ?

Mitocôndrias são organelas celulares membranosas encontradas no interior de nossas células e também de vários outros seres vivos. São formadas por duas membranas, sendo a mais interna cheia de dobras (cristas mitocondriais). Elas são responsáveis por realizarem duas das três fases do processo metabólico chamado **respiração celular**.

O objetivo do processo de respiração celular é transformar a energia oriunda de moléculas químicas em um tipo de energia que possa ser assimilada pelas células, a partir da recuperação de moléculas energéticas, chamadas de ATP.

A primeira etapa do processo é denominada **glicólise** e acontece no citoplasma das células, a partir da quebra de moléculas de glicose. A segunda etapa é denominada **ciclo de Krebs** e ocorre na matriz mitocondrial e a última etapa, chamada de **cadeia respiratória ou fosforilação oxidativa**, se desenvolve nas cristas mitocondriais.

ETAPAS DA RESPIRAÇÃO CELULAR

Transformações energéticas da vida!!

A energia necessária para a manutenção da vida depende de uma molécula chamada **ATP**, que absorve essa energia a partir da degradação de moléculas orgânicas e posteriormente a transfere para a realização de trabalho celular, em um processo constante de ressíntese, pois as moléculas de **ATP**, inicialmente sintetizadas, são prontamente utilizadas no metabolismo celular, necessitando de uma recuperação imediata, em um ciclo contínuo.

As transformações de energia que originam as moléculas de **ATP** ocorrem ao longo das três etapas (Figura 8) que constituem o processo de respiração celular: a glicólise, o ciclo de Krebs e a cadeia respiratória.

1) GLICÓLISE:

A primeira etapa da respiração celular se dá no citoplasma das células, através da ação de enzimas livres. Durante o processo uma molécula de glicose é transformada através de reações de oxidação, em compostos intermediários. Ao final restam duas moléculas de ácido pirúvico e um saldo de duas moléculas de ATP.

Ao longo das transformações químicas da glicólise são liberados também íons H^+ e elétrons que reagem com moléculas da substância NAD^+ formando-se o NADH.

2) CICLO DE KREBS :

No ciclo de Krebs ou ciclo do ácido cítrico as duas moléculas de ácido pirúvico provenientes da glicólise atravessam a membrana mitocondrial e em sua matriz dão início a um conjunto de reações químicas em que são formadas 3 moléculas de NADH, 1 molécula de FADH₂, uma de GTP (similar ao ATP) e duas de CO₂. Moléculas de FADH₂ e NADH formadas durante a glicólise e o ciclo de Krebs participam das reações de produção de ATP na última etapa da respiração celular.

3) FOSFORILAÇÃO OXIDATIVA OU CADEIA RESPIRATÓRIA :

Nesta etapa, que ocorre nas **cristas mitocondriais**, as moléculas de NADH e FADH₂ liberam hidrogênios e elétrons energéticos. Estes últimos são transportados por proteínas intermediárias e a cada passagem fornecem a energia necessária para o acúmulo de íons H⁺ entre as duas membranas mitocondriais.

Ao retornarem por difusão ao interior da mitocôndria os íons H⁺ passam por um complexo proteico chamado ATP sintetase, produzindo então moléculas de ATP.

Ao final do processo os elétrons descarregados e os hidrogênios que passaram pela ATP sintetase se ligam ao oxigênio produzindo-se então moléculas de água.

Por isso os especialistas consideram o oxigênio como aceptor final de elétrons e hidrogênios na cadeia respiratória.

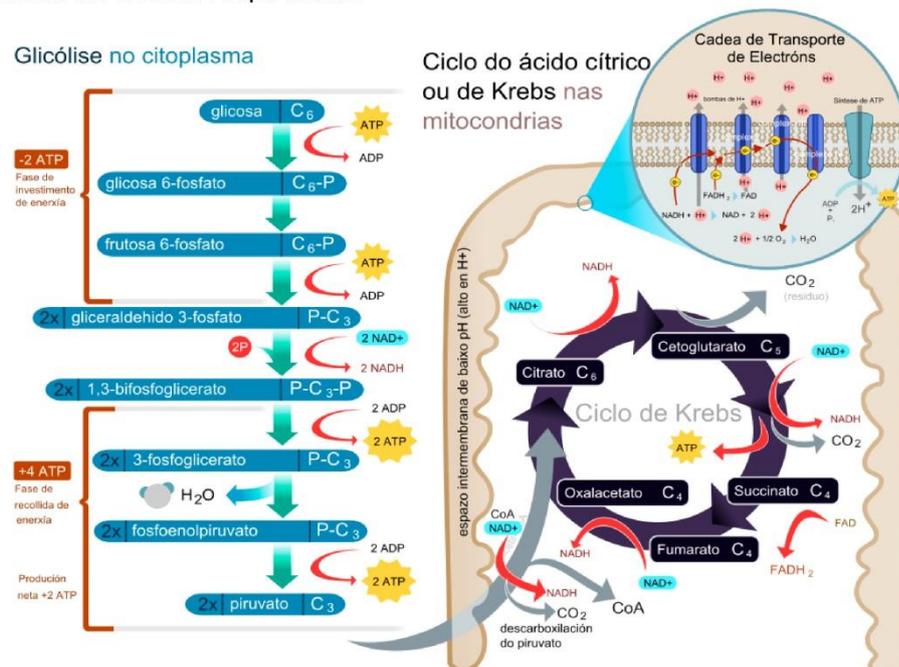
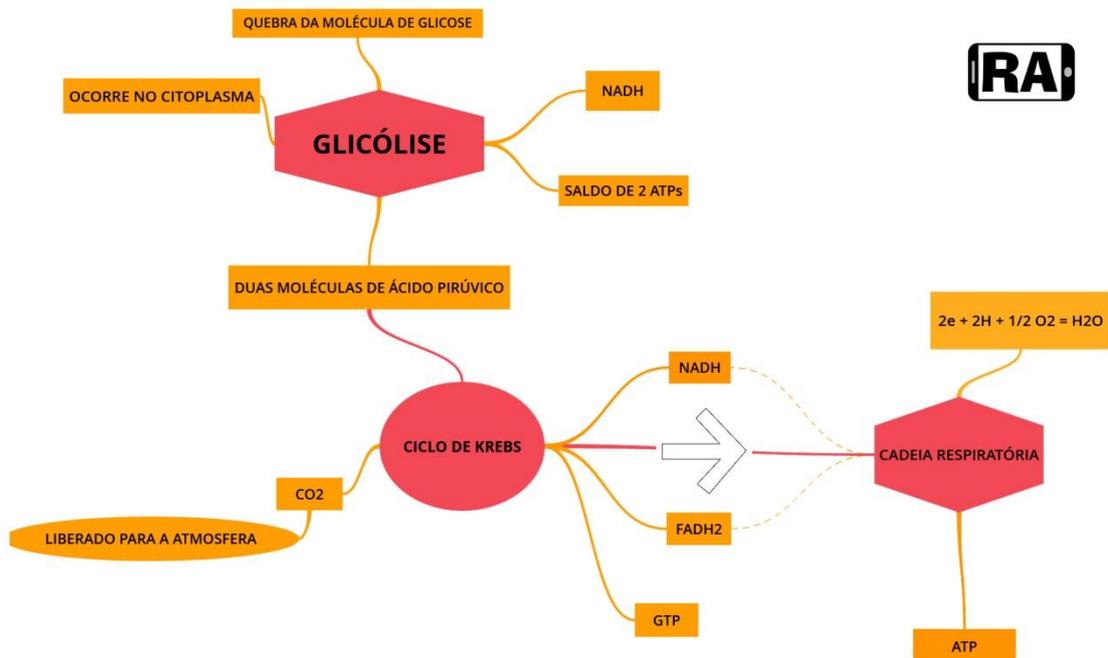


Figura 8. etapas da respiração celular.

MAPA CONCEITUAL DA RESPIRÇÃO CELULAR



FOTOSÍNTESE

Processo celular que garante a vida!!

A fotossíntese é um processo celular no qual seres **autotróficos**, como vegetais terrestres, aquáticos e algas, constroem suas moléculas orgânicas. Cianobactérias e algumas bactérias também são capazes de realizarem fotossíntese, mas não apresentam cloroplastos.

Para que esse evento bioquímico ocorra se faz necessário a chegada de substâncias inorgânicas e nutrientes, como água e sais minerais por exemplo às células desses seres autótrofos (Figura 9).

Essas substâncias são absorvidas por rizomas ou pelas raízes dos vegetais e chegam até as células através de vasos condutores de seiva bruta, classificados como xilema. No caso do grupo vegetal das briófitas (avasculares), das algas unicelulares e da maioria das algas multicelulares, que fazem parte do reino Proctista, esse transporte se dá por difusão e os nutrientes são passados de célula a célula.

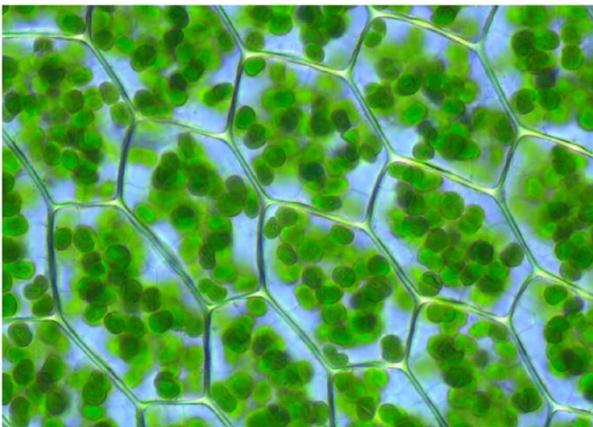


Figura 9. Imagem microscópica de células vegetais. Os pontos verdes no interior de cada célula representam os cloroplastos.

O que são cloroplastos? De que forma eles estão relacionados com o oxigênio que inspiramos?

Existe um grupo de organelas citoplasmáticas denominadas plastos e que são encontradas em células de plantas e algas, apresentando formato e tamanhos variados. Os plastos são divididos em três tipos principais: leucoplastos, cromoplastos e cloroplastos (Figura 10).

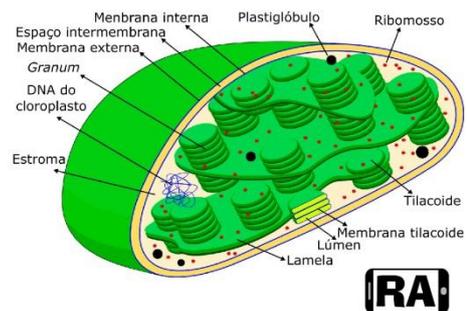


Figura 10. Esquema de um cloroplasto mostrando suas estruturas básicas.

É correto afirmarmos que a nossa energia depende indiretamente da luz do sol ??

O que você acha??

Os **cromoplastos** apresentam em seu interior pigmentos vermelhos ou amarelos, sendo responsáveis pela coloração de partes vegetais como flores (Figura 11), frutos, raízes e folhas.



Figura 11. Flores com cores chamativas devido a presença de cromoplastos.

Os **leucoplastos** não apresentam pigmentos e sua função é de armazenar amido, um carboidrato de reserva.

Os cloroplastos possuem internamente uma grande quantidade de um pigmento verde, denominado clorofila e responsável pela absorção da luz solar.

A maior parte dessas organelas é formada por duas membranas, mas existem cloroplastos com três e até quatro membranas, com ocorre com algumas algas como a *Euglena sp.*, e as diatomáceas respectivamente. A membrana interna apresenta várias dobras e é chamada de tilacóide. O seu interior é preenchido por um líquido denominado estroma contendo enzimas, DNA, RNA, ribossomos e grande quantidade de moléculas de clorofila para captação de luz solar.

É nos cloroplastos que ocorre o importantíssimo processo de fotossíntese, onde algas e plantas produzem todos os elementos de natureza orgânica necessários ao seu metabolismo. Dentre esses elementos temos os glicídios (carboidratos) que serão utilizados em suas mitocôndrias para a produção de ATP.

Uma parte dos glicídios produzidos é também armazenado na biomassa dos organismos fotossintetizantes e chega aos demais seres através das cadeias alimentares, participando então de processos anabólicos ou catabólicos, como o que ocorre na respiração celular para geração de energia, visto anteriormente.

Vegetais e algas apresentam em seu interior tanto cloroplastos como também mitocôndrias e essas duas organelas estão diretamente relacionadas com a sobrevivência desses organismos!

Você já se perguntou como os cloroplastos e as mitocôndrias surgiram?

Cientistas acreditam que células eucarióticas ancestrais incorporaram células procarióticas respiradoras, estabelecendo uma troca de benefícios. Eucariontes forneciam abrigo e alimento e os procariontes garantiam energia por meio da respiração aeróbia. Esses seres procariontes deram origem então as mitocôndrias.

A história dos plastos é semelhante. Seriam o resultado da associação entre células eucariontes, que já possuíam mitocôndrias, com bactérias fotossintetizantes que teriam então, dado origem aos cloroplastos atuais.

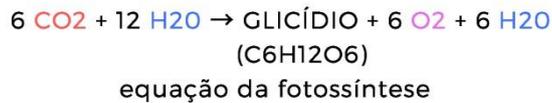
Essa hipótese é conhecida como endossimbótica ou simbiogênica!!!!

No processo fotossintético (Figura 12) moléculas de gás carbônico (CO_2) e água (H_2O) reagem quimicamente, a partir da absorção de luz do sol, produzindo moléculas orgânicas, como os glicídios, e o gás oxigênio (O_2).

No processo de respiração celular glicídios e oxigênio reagem quimicamente, produzindo energia (ATP) gás carbônico (CO_2) e água (H_2O).

Reparem que a matéria prima utilizada no processo de fotossíntese (CO_2 e H_2O) é o resultado do produto gerado na respiração celular e que a matéria prima usada na respiração celular (GLICÍDIO e O_2) são os produtos gerados na fotossíntese.

Observe o esquema de cores das equações abaixo:



Seres heterótrofos dependem da matéria orgânica produzida pelos seres autótrofos.

Ao analisarmos as equações anteriores é importante notarmos a troca de relações existente entre respiração celular e fotossíntese e conseqüentemente entre seres autótrofos e heterótrofos.

Notem que oxigênio e as moléculas orgânicas necessárias para que a respiração celular ocorra, são originados através do processo fotossintético e o gás carbônico que serve de elemento base no processo de fotossíntese é originado da respiração aeróbia.

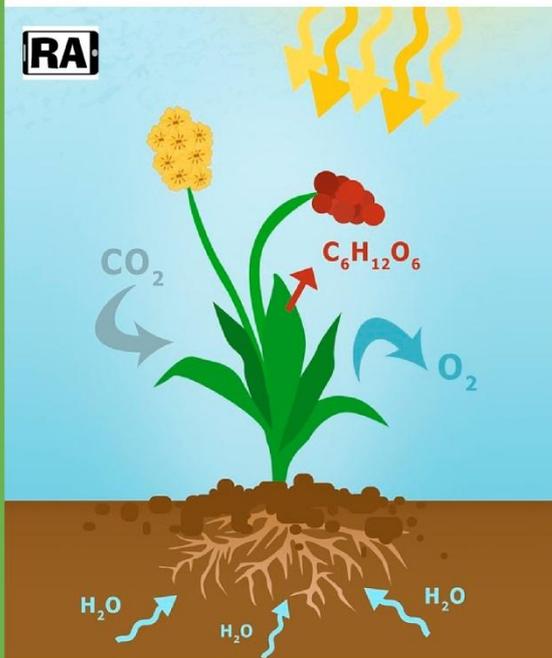


Figura 12. ilustração mostrando esquema da fotossíntese.

Observem que os seres autótrofos, através da fotossíntese, produzem a própria matéria orgânica que será utilizada por eles na manutenção do metabolismo.

Os seres heterótrofos, que não realizam fotossíntese e necessitam da ingestão de alimentos, dependem diretamente da matéria orgânica produzida pelos autótrofos, pois sem essa matéria a vida desses seres seria inviável.

Tradicionalmente o glicídido representado na equação global da fotossíntese é a glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), mas o produto direto da reação é o gliceraldeído - 3 - fosfato ($\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_6\text{P}$) conhecido também com PGAL, que pode ser convertido em amido ainda no estroma ou sair do cloroplasto, transforma-se em sacarose e posteriormente em glicose.

ETAPAS DA FOTOSÍNTESE

Produção de Substâncias Orgânicas!!

A fotossíntese é um processo capaz de absorver energia luminosa e convertê-la em energia química. Utiliza para isso moléculas inorgânicas como H₂O e CO₂ e sintetiza substâncias orgânicas, como carboidratos por exemplo.

Pode ser dividida em duas fases: a **etapa fotoquímica** (fase clara) e o **ciclo de Calvin** (fase escura) e as duas ocorrem nos cloroplastos.

1) ETAPA FOTOQUÍMICA (FASE CLARA):

A etapa fotoquímica ocorre nos tilacóides dos cloroplastos. Durante o processo são produzidas moléculas de ATP e NADPH que serão utilizadas na próxima etapa da fotossíntese.

A sequência de eventos que ocorre nessa fase são:

- a) captura da luz por moléculas de clorofila que emitem elétrons carregados a partir dessa absorção.
- b) decomposição de moléculas de água (fotólise) em íons H⁺, O₂ e elétrons. Estes últimos irão repor os que foram perdidos pela clorofila.
- c) os elétrons energizados da clorofila passam por uma cadeia transportadora e liberam energia para produção de moléculas de ATP, com a participação dos íons H⁺ liberados na fotólise da água.
- d) os íons H⁺, após participarem da síntese de ATP e os elétrons da clorofila, agora descarregados, se ligam quimicamente a moléculas de NADP e formam NADPH.

2) CICLO DE CALVIN (FASE ESCURA):

O ciclo de Calvin ocorre no estroma dos cloroplastos e depende das substâncias produzidas na etapa fotoquímica (NADPH e ATP).

É nessa etapa que o CO₂ será convertido em carboidrato a partir de reações que constituem o ciclo das pentoses ou ciclo de Calvin-Benson.

Nessa transformação bioquímica participam várias enzimas, sendo a mais relevante chamada de rubisco, responsável por incorporar três moléculas de CO₂ por cada ciclo.

A cada ciclo é produzido um açúcar de três carbonos, chamado ácido fofoglucérico (PGAL) com a participação do NADPH e do ATP.

O ADP e o NADP⁺ formados no ciclo das pentoses retornam aos tilacoides e são novamente utilizados na fase clara em um processo contínuo.



A etapa fotoquímica e o ciclo de Calvin ocorrem no interior dos cloroplastos.

MAPA CONCEITUAL DA FOTOSSÍNTESE



CURIOSIDADE!!

Você já se perguntou de onde vem o oxigênio liberado na atmosfera durante a fotossíntese?

Até meados do século XX acreditava-se que o oxigênio liberado no processo fotossintético era oriundo da quebra química da molécula de gás carbônico.

Na década de 1940 pesquisadores realizaram experimentos onde forneceram às plantas água cujo oxigênio era de massa 18 (O¹⁸, isótopo pesado do oxigênio). Ao término do processo verificou-se que o oxigênio liberado pela fotossíntese era o O¹⁸, o mesmo que estava presente na água, comprovando então sua origem.

SUGESTÕES DE USO NA PRÁTICA DOCENTE

Prezado professor:

Este material foi elaborado como sugestão de ferramenta pedagógica facilitadora do ensino de biologia celular, mais especificamente dos tópicos **respiração celular e fotossíntese**.

Sabemos que não há uma única estratégia de ensino e que estas dependem do contexto em que se dá o processo de ensino aprendizagem e por isso, trazemos para vocês algumas sugestões:



- Estimule uma participação mais ativa do aluno no processo de aprendizagem, tornando-o agente de sua construção de conhecimentos. A inserção tecnológica proposta nesse material aproxima o docente de hoje do ambiente educacional, contribuindo para uma maior interação com o seu cotidiano.
- Proponha atividades que incentivem a curiosidade e funcionem como um desafio ao estudante. Dessa forma podem aplicar a informação adquirida em situações novas facilitando a contextualização dos conteúdos.

Ao longo do texto destacamos alguns segmentos com informações complementares, dicas e perguntas relacionadas ao assunto principal, possibilitando despertar no discente uma atitude mais investigativa e reflexiva a respeito do tema estudado. Estimule que o estudante traga novas informações a partir de novas buscas na Internet, por exemplo!

Esperamos assim contribuir com o processo educacional do nosso país, incentivando novas práticas e reforçando o diálogo no ambiente escolar.

"Ensinar não é transmitir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção." Paulo Freire

REFERÊNCIAS

ALBERTS, B. et al. *Biologia molecular da célula*. Artmed Editora, 2010.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. *Biologia*. São Paulo. Editora Moderna, 2009.

BENCHIMOL, M., Attias, M., Silva, N. L. C., & Carvalho, T. M. U. *Métodos de estudo da célula*. Rio de Janeiro. Editora Teatral, 1996.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. *Biologia hoje*. São Paulo. Editora Ática, 2010.

ANEXO A – PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA

ANEXO IV - PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA VISANDO ELABORAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes



PROFBIO

Ensino de Biologia em Rede Nacional

Prezado Diretor (a) da Escola CIEP 257 - Joaquim do Rego Barros, localizado na Rua Inajara s/n°, Bairro nova cidade - Município de Rio das Ostras/RJ.

Venho por meio desta, solicitar autorização para realização de pesquisa a ser realizada na Unidade Escolar sob sua direção, visando à elaboração de dissertação de mestrado, um dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre, pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

O objetivo da dissertação é discutir a melhoria do ensino de biologia celular a partir do uso da ferramenta tecnológica de Realidade Aumentada. Declaramos que a participação na pesquisa é livre, e os participantes da pesquisa serão devidamente informados da natureza do trabalho, assim como garantimos o anonimato dos participantes.

Em anexo segue a proposta da pesquisa.

Atenciosamente,

Nome e assinatura do mestrando (a)

ALAN PORTIELLA DE SOUZA 

Nome e assinatura do orientador (a)

LUCIO MACHADO  **Lúcio Paulo Machado**
Chefe do DECB
Matr. 36477-8/ID. 4436118
DECB/IBRAG/UERJ

Autorização da Direção da escola.

Diretor(a) Fábio S. da Rocha  **Fábio S. da Rocha**
Diretor Adjunto - CIEP 257
Matr. 0964910-4
ID 4391055-6

Rio das Ostras, 27 de agosto de 2018.

ANEXO B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UERJ - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 2.908.574

atividade proposta junto a professores do Ensino Médio.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Risco: Possível constrangimento dos professores ao responderem os questionários ou testarem o produto gerado com a pesquisa, contudo, o pesquisador deixa claro no projeto e no TCLE que o participante tem liberdade para recusar permanecer no estudo.

Benefício: possível melhoria do ensino de biologia celular através de ferramenta tecnológica

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Foram atendidas as pendências apresentado no último parecer quanto à:

Termo de Anuência Institucional (TAI) - Apresentado termo assinado pela direção da escola;

Orçamento detalhado - O orçamento apresentado é compatível com o estudo proposto;

Descrição no projeto dos riscos relacionados à participação na pesquisa: Foram incorporadas informações acerca dos riscos junto ao Instrumento de informações básicas e também no TCLE;

Atualização do cronograma - O pesquisador atualizou o cronograma no instrumento de informações básicas, contudo, no projeto o cronograma indica que a pesquisa já está na fase de análise de dados, devendo haver concordância entre todos os documentos apresentados ao CEP.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todas as pendências foram atendidas, devendo apenas adequar o cronograma no projeto apresentado.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Ante o exposto, a COEP deliberou pela aprovação do projeto, visto que não foram observadas implicações éticas que impeçam a realização do mesmo.

Considerações Finais a critério do CEP:

Faz-se necessário apresentar Relatório Anual - previsto para setembro de 2018. A COEP deverá ser informada de fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo, devendo o pesquisador apresentar justificativa, caso o projeto venha a ser interrompido e/ou os resultados não sejam publicados.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1060428.pdf	27/08/2018 21:28:27		Aceito

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br

UERJ - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 2.908.574

Outros	assinaturadirecao.pdf	27/08/2018 21:27:26	ALAN PORTELLA DE SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ANEXOIIIITCLE.docx	27/08/2018 21:26:09	ALAN PORTELLA DE SOUZA	Aceito
Folha de Rosto	plataformabrazilassinada.pdf	28/05/2018 15:58:20	ALAN PORTELLA DE SOUZA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetomestrado.docx	26/02/2018 19:32:23	ALAN PORTELLA DE SOUZA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 21 de Setembro de 2018

Assinado por:

Patricia Fernandes Campos de Moraes
(Coordenador(a))

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br