

IFSP - INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO - CÂMPUS CAMPINAS
CURSO MÉDIO INTEGRADO AO TÉCNICO EM ELETRÔNICA

CAMILA DOS SANTOS OLIVEIRA

ENDRIELY PERES FERNANDES

NOAH SERRATI MORENO

Célula 3D com Tecnologia RFID Aplicada ao Ensino Médio
- Fase 2

CAMPINAS

2020

IFSP - INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO - CÂMPUS CAMPINAS
CURSO MÉDIO INTEGRADO AO TÉCNICO EM ELETRÔNICA

Célula 3D com Tecnologia RFID Aplicada ao Ensino Médio **- Fase 2**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto Federal de São Paulo.

Orientador: prof. Dr. Edson Anício Duarte

Coorientador: prof. Dr. João Alexandre Bortoloti

CAMPINAS

2020

AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos a todos os que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste projeto integrador. Foram muito importantes para o caminho que trilhamos.

Ao Professor e Orientador Edson Duarte, pela oportunidade de trabalhar em tal projeto e nos levar a feiras incríveis, nossos sinceros agradecimentos.

Ao Professor e Coorientador João Alexandre Bortoloti, que desde o início mostrou que nossa ideia poderia chegar longe.

Agradecemos também ao CNPq e ao Instituto Federal de São Paulo, pelo apoio e incentivo para dar continuidade ao projeto.

E por fim, às nossas famílias, que nos auxiliaram a chegar tão longe e seguir nossos sonhos.

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino.”

Leonardo da Vinci

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um kit de citologia de célula animal, composta por sua membrana plasmática, núcleo, mitocôndria, lisossomo, centríolo, complexo de Golgiense e retículo endoplasmático rugoso e liso. A célula eucariótica, encontrada nos animais, é formada por diversas organelas membranosas e estruturas diminutas, quando estudadas por meio de imagens ou microscópios e outras ferramentas educacionais, facilitam o entendimento dos estudantes. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) faz obrigatório o ensino de biologia e seus conhecimentos, dentre esses a citologia, o que torna o projeto de extrema importância quando analisado o Censo Escolar de 2019 do órgão INEP, que mostra a existência de 180.610 escolas de educação básica no país, sendo 28.860 (16,0%) de ensino médio. Esse kit é um modelo didático 3D que utiliza um microcontrolador da plataforma Arduino, um sistema de reconhecimento RFID em cada organela impressa em uma impressora 3D e uma saída de som. As organelas impressas possuem um adesivo RFID em sua extremidade que uma vez reconhecida pelo sistema, será pronunciada uma breve explicação sobre suas funções. Como complemento foi inserido a impressão em braile no corpo da organela, aumentando a inclusão de estudantes cegos e de baixa visão, além de facilitar o entendimento de todos os alunos conforme as diretrizes do Desenho Universal. O projeto está finalizado e operacional.

Palavras-chave: Citologia; Educação; Acessibilidade; Microcontrolador; Kit didático.

ABSTRACT

The project introduces the development of a cytology kit, formed by its plasma membrane, nucleus, mitochondria, lysosome, centriole, Golgi complex, rough endoplasmic reticulum and smooth endoplasmic reticulum. The Eukaryotic cell, found in animals, is constituted for a variety of membrane organelle and small structures, studied by images, microscopes and other educational tools that facilitates the understanding of students about the subject. The Base Nacional Comum Curricular (BNCC), or common core, made obligatory the biology study and its knowledges in high school, among those it's cytology, which make this project of utmost importance when analyzed the 2019 School Census from INEP, that reveals the existence of 180.610 basic education in Brazil, 28.860 (16,0%) of secondary school. The kit is a 3D educational model, using the microcontroller of Arduino platform, a RFID reconnaissance system in each printed organelle in a 3D printer and an output sound. The printed organelles have an extern RFID TAG and when recognized will have a brief explanation about its functions. As a complement was inserted in the body of organelle the braille print, increasing inclusion of blind and low sight students as well as ease every student's understanding according to Universal Design directives. The project is finished and operational.

Keywords: Accessibility; Cytology; Education; Microcontroller; Didatic Kit.

Sumário

[OBJ]

1.1 Escopo	14
1.2 Justificativa	14
1.3 Objetivo Geral 2020.....	15
1.3.1 Objetivos Específicos	15
1.4 Objetivo Geral 2021.....	16
1.4.1 Objetivos Específicos	16
2 MATERIAL E MÉTODOS	16
2.1 Organograma.....	16
2.2 Cronograma	17
2.3 Questionário	19
2.4 Diagrama de Blocos	28
2.4.1 Componentes Principais	29
2.4.2 Diagrama de funcionamento	30
2.5 Lista de Materiais	30
2.6 Projeto Elétrico	31
2.6.1 Esquema Elétrico e PCB	31
2.6.2 Prototipagem	34
2.6.3 Programação	36
2.7 Projeto Mecânico	42
2.7.1 Núcleo	43
2.7.2 Mitocôndria	44
2.7.3 Lisossomos	46
2.7.4 Centríolo	48
2.7.5 Complexo de Golgi	49
2.7.6 Retículo Endoplasmático	50
2.7.7 Célula Animal	51
2.7.8 Caixa de Encapsulamento do Circuito Eletrônico	53
2.8 Matriz SWOT e CANVAS	55
2.8.1 Matriz SWOT	55
2.8.2 CANVAS.....	57
2.8.2.1 Proposta de Valor	57
2.8.2.2 Segmento de Clientes	57
2.8.2.3 Canais	58

2.8.2.4 Relacionamento com Clientes	58
2.8.2.5 Fonte de Receitas	59
2.8.2.6 Atividades Chave	59
2.8.2.7 Recursos Chave	60
2.8.2.8 Parceiros Chave	60
2.8.2.9 Estrutura de Custos	60
3 RESULTADOS.....	63
3.1 Próximos Passos.....	77
4 CONCLUSÃO	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Gráfico de escolas.....	12
Figura 2: Número de escolas segundo a etapa de ensino - 2019	12
Figura 3: Organograma.....	17
Figura 4: Metas 2020.....	17
Figura 5 - Cronograma 2020	18
Figura 6- Cronograma 2021	18
Figura 7- Questionário (início)	19
Figura 8- Questionário (dados pessoais).....	20
Figura 9- Questionário (perguntas 1 a 3)	21
Figura 10- Questionário (perguntas 4 a 6)	22
Figura 11- Gráfico - Estado em que trabalham.....	23
Figura 12- Gráfico - Rede em que lecionam.....	23
Figura 13- Gráfico - Séries em que lecionam.....	24
Figura 14- Gráfico - Questão 1	25
Figura 15- Gráfico - Questão 2	25
Figura 16- Gráfico - Questão 3	26
Figura 17- Gráfico - Questão 5	27
Figura 18- Gráfico - Questão 6	28
Figura 19- Diagrama de Blocos	29
Figura 20- Diagrama de Funcionamento.....	30
Figura 21- Esquema elétrico	32
Figura 22- Placa PCB	33
Figura 23- Placa PCB impressa	33
Figura 24- Circuito com Arduino UNO e Módulo MP3	34
Figura 25- Circuito com Arduino UNO e Módulo RFID	35
Figura 26- Circuito Final	35
Figura 27- Programação definida.....	37
Figura 28- Programação serial	38
Figura 29- Programação das mensagens.....	39
Figura 30- Programação das mensagens II.....	40
Figura 31- Programação das mensagens III.....	41
Figura 32- Programação Void Loop	42
Figura 33- Desenho do Núcleo.....	44
Figura 34- Núcleo impresso.....	44
Figura 35- Desenho da Mitocôndria.....	45
Figura 36- Mitocôndria impressa	45
Figura 37- Desenho do Lisossomo.....	46
Figura 38- Lisossomo impresso	46
Figura 39 - Desenho 3D Lisossomo	47
Figura 40- Desenho do Centríolo	48
Figura 41- Centríolo Impresso.....	48
Figura 42- Desenho do Complexo de Golgi	49
Figura 43- Complexo de Golgi impresso	49
Figura 44- Desenho do Retículo Endoplasmático Liso e Rugoso	50
Figura 45- Retículo Endoplasmático Liso e Rugoso impresso.....	50

Figura 46- Corpo da célula fechado.....	52
Figura 47- Corpo da célula aberto	52
Figura 48 - Célula Animal	52
Figura 49- Corte a laser da base superior, inferior e lateral.....	53
Figura 50- Caixa cortada	53
Figura 51- Caixa montada.....	54
Figura 52- Primeiro corte e impressão.....	54
Figura 53- Caixa com as duas primeiras organelas.....	55
Figura 54- Matriz SWOT 2020	56
Figura 55- Matriz SWOT 2021	56
Figura 56- Modelo de negócios CANVAS - B2G.....	61
Figura 57- Modelo de negócios CANVAS – B2B	62
Figura 58- Modelo de negócios CANVAS – B2C	62
Figura 59- Kit com circuito encapsulado e quatro organelas impressas.....	64
Figura 60- Retículo Endoplasmático com o adesivo RFID	64
Figura 61- Circuito eletrônico montado.....	65
Figura 62- Kit completo	65
Figura 63: Célula Animal 3D	66
Figura 64- QR Code – Página inicial	66
Figura 65- Página de apresentação página inicial	67
Figura 66- QR Code – Retículo Endoplasmático Rugoso.....	67
Figura 67- Página de apresentação Retículo Endoplasmático Rugoso	68
Figura 68- QR Code - Retículo Endoplasmático liso.....	68
Figura 69- Página de apresentação Retículo Endoplasmático liso	69
Figura 70- QR Code – Centríolos	69
Figura 71- Página de apresentação Centríolos	70
Figura 72- QR Code – Lisossomo	70
Figura 73- Página de apresentação Lisossomo	71
Figura 74- QR Code – Núcleo	71
Figura 75- Página de apresentação Núcleo	72
Figura 76- QR Code – Mitocôndria	72
Figura 77- Página de apresentação Mitocôndria	73
Figura 78- QR Code – Complexo Golgiense	73
Figura 79- Página de apresentação Complexo Golgiense	74
Figura 80: Tabela de identificação	75
Figura 81- Caixa de organização.....	75
Figura 82- Caixa de organização e equipamentos.....	76
Figura 83 - Kit Didático completo com a placa de identificação	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Lista de materiais	31
Tabela 2: Códigos das TAG RFID	36
Tabela 3: Características dos modelos 3D	43
Tabela 4: Cálculos de lucro projetados	59

1 INTRODUÇÃO

Segundo Gouveia (1971 apud TEIXEIRA, 2008), o reconhecimento da importância da pesquisa em Educação pode ser remetido a 1938, quando se instala o Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos (INEP). O INEP surgiu na época em que o Brasil estava passando pelo processo de industrialização e esse processo demandava trabalhadores mais preparados. Tendo, assim objetivo de realizar pesquisas para indicar os problemas do ensino nacional, em seus diferentes contextos, buscando auxiliar a administração pública para a tomada de decisões sobre os problemas relacionados ao sistema educacional brasileiro.

De acordo com o estudo realizado pelo INEP no ano de 2019, existem cerca de 180,6 mil escolas no Brasil, com 47,9 milhões de matrículas. Esses dados estão distribuídos da seguinte forma: 48,1% são atendidos pela rede municipal; 32% pela rede estadual; 19,1% pela rede privada; 0,8% pela rede federal, conforme pode ser visualizado na figura 1. Totalizando, assim 88,9% das escolas em área urbana. Das matrículas, 26,9 milhões se encontram nas instituições que oferecem o ensino fundamental, entre os anos iniciais do 1º ao 5º, sendo 67,6% nas escolas municipais; 19,2% nas escolas privadas e 13,1% nas estaduais. Já nos anos finais do 6º ao 9º ano, 42,9% estão localizadas nas escolas municipais; 41,6% nas estaduais e 15,4% nas privadas.

O ensino médio concentra aproximadamente 15% do total de matrículas, ou seja, 7,5 milhões. 83,9% dessas matrículas encontram-se na rede estadual; 12,5% na rede privada e 3% na rede federal., estes dados podem ser visualizados na figura 2. Como consequência da grande demanda de escolas e alunos para ser atendidos pelo governo, foram apresentados diversos motivos que impedem o ensino de qualidade, dentre eles: as condições de trabalho, salas super lotadas e a falta de material didático de qualidade para todos.

Fracalanza, Amaral e Gouveia (1987) fizeram um estudo, onde entrevistaram professores que lecionavam ciência, nas séries iniciais do primeiro grau e a pesquisa reafirmou que os professores, mesmo tendo o poder de mudar o plano de aula, optam pelo ensino teórico e decorado, considerados tão pouco eficaz.

Figura 1- Gráfico de escolas



GRÁFICO 1

TOTAL DE MATRÍCULAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA SEGUNDO A REDE DE ENSINO – BRASIL – 2015-2019

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Censo da Educação Básica.

Autoria: INEP, 2019.

Figura 2: Número de escolas segundo a etapa de ensino - 2019

TABELA E2

NÚMERO DE ESCOLAS SEGUNDO A ETAPA DE ENSINO – 2019

ETAPA DE ENSINO	DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA					
	Total	Pública	Federal	Estadual	Municipal	Privada
Educação infantil	114.851	81.242	23	863	80.356	33.609
EF – anos iniciais	109.644	85.755	27	10.896	74.832	23.889
EF – anos finais	61.765	47.758	39	18.922	28.797	14.007
Ensino médio	28.860	20.452	586	19.678	188	8.408

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Censo da Educação Básica.

Autoria: INEP, 2019.

De acordo com Cabrera (2007) a matéria de citologia deve ser apresentada aos alunos de maneira que lhes tragam algum significado, empregando ferramentas lúdicas com intenção didática, ativando o pensamento, a criatividade, a emoção e sensação de prazer, permitindo a realização das atividades em busca da aprendizagem.

A célula representa a vida, sendo uma estrutura básica responsável pela formação de todos os organismos vivos. Esta afirmação já é reconhecida pela comunidade científica e por todos que se identificam com a área de Ciências Biológicas (PENHALVER; LAGANÁ, 2014).

Por outro lado, é evidente que existam problemas no aprendizado desse conteúdo. Neste sentido a questão que sobre as dificuldades encontradas em sala de aula, tendo em mente que o estudo da citologia tem uma definição, mas o entendimento dos alunos se apresenta de forma diferente. A maneira que é trabalhada a matéria de citologia, pode ser considerada complexa para a maioria dos estudantes, o que acaba dificultando o estudo e aprendizagem relacionado a ela (SILVEIRA, 2013).

Com interesse em oferecer um ensino de qualidade, Laburú, Arruda e Nardi (2003) apresentam que a Educação em Ciências se encontra aberta às mudanças no campo educacional, evitando estilos tradicionais que limitam a aprendizagem. Recomendam ainda que quanto mais diversificadas forem os métodos didáticos trabalhados pelo professor, maiores serão as condições oferecidas para o aprendizado dos alunos.

De acordo com Morais (1996, p. 57-69 apud FREITAS et al., 2013) os ambientes de aprendizagem precisam favorecer o desenvolvimento do conhecimento interdisciplinar e da criatividade. O material didático, nessa perspectiva, deve ser atrativo e ajudar a sanar as dificuldades de abstração dos conceitos abordados nas várias áreas das Ciências Biológicas. Entretanto, kits didáticos quando oferecidos pelas escolas, em sua maioria são livros disponibilizados pelo governo, deixando as aulas restritas a lousa e giz. Observa-se também que as escolas brasileiras, excluindo as privadas, pouquíssimas disponibilizam laboratórios de ciências com materiais suficientes para todos os alunos.

O projeto foi focado nos estudos de citologia pela importância de tal tema no conhecimento básico e fundamental para se entender os seres vivos, as suas funções e complexidade, além de ser também mais uma forma de se ensinar conceitos que muitos alunos têm dificuldade. As aulas de citologia se aprofundam nos elementos celulares, os quais são de essencial importância para entender a vida da célula e os seres vivos. Pensando nisso, será desenvolvida uma célula animal 3D com tecnologia RFID aplicada ao ensino médio, tendo como objetivo deixar as aulas de citologia mais didáticas e acessíveis para todos os alunos.

1.1 Escopo

O escopo do projeto é desenvolver uma célula animal 3D com sistema RFID, microcontrolado para auxiliar os estudantes nas aulas de citologia do ensino médio. Este kit será composto por núcleo, mitocôndria, lisossomo, centríolos, complexo de golgiense e retículo endoplasmático. Este projeto irá proporcionar uma visualização mais ampla sobre as estruturas presentes na célula animal, suas organelas e informações táteis por meio do dimensionamento e textura.

1.2 Justificativa

De acordo com o Censo de Educação Básica 2019, foram registradas que da dependência administrativa 56,5% possuem alguns recursos de acessibilidade para pessoas com deficiência, que são: corrimão, elevador, pisos táteis, vão livre, rampas, salas acessíveis, sinalização sonora, tátil ou visual (PCD) (CENSO DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2019, p.6 e 7).

Em uma pesquisa sobre a inclusão de crianças e adolescentes com deficiência realizado pelo Departamento Científico de Adolescência, aponta que 24,94% possuem um grau de alguma deficiência e 7,3% deficiência com grau mais severo entre pessoas de 15 a 64 anos de idade (Departamento Científico de Adolescência, 2017).

Além das dificuldades enfrentadas por adolescentes devido a algum grau de deficiência, muitos professores apontam que os alunos possuem dificuldade na disciplina de biologia, estes também possuem ritmos diferentes de aprendizagem e em experiências vividas socialmente. Considerando isso viu-se a necessidade de

adotar motivações e formas diversificadas de metodologia de ensino e o quanto é importante complementar as aulas práticas na aprendizagem (Oliveira et al., 2015).

Visto que especialmente na abordagem de ensino sobre citologia que trata de conceitos extremamente minucioso de nível atômico, como as células e suas organelas e a principal abordagem que professores utilizam é o contato com as imagens oferecidas pelos livros didáticos e outros meios tecnológico como o vídeo de animação por meio da internet. (Oliveira, Braga, Nascimento, Cavalcante, Sobreira, 2015).

Nessa perspectiva, pode se ter uma defasagem na aprendizagem do aluno, tendo dificuldade na compreensão sobre cada estrutura. Assim Melo e Alves (2011, p. 12), dizem:

[...] a importância de modelos didáticos para se compreender e entender uma visão em nível microscópico leva a crer que as dificuldades de compreensão por parte dos alunos estejam associadas a objetos que não possuem atributos visuais suficientemente adequados, os quais se enquadram conceitos como célula, energia, átomo, entre outros.

Pensando na educação, acessibilidade e inclusão dos alunos, este projeto visa desenvolver um kit didático com modelos 3D para auxiliar na aprendizagem dos estudantes nas aulas de biologia, proporcionando uma interação e uma visualização mais ampla das estruturas presente na célula animal. Será inserido a impressão em braile para aumentar a inclusão de pessoas cegas e de baixa visão.

1.3 Objetivo Geral 2020

Desenvolver uma célula animal manufaturada em uma impressora 3D, para ser utilizadas em aulas de citologia com som e reconhecimento via RFID. Este kit irá proporcionar uma visualização mais ampla sobre as estruturas presentes em uma célula animal e suas organelas e informações táteis por meio do dimensionamento e textura.

1.3.1 Objetivos Específicos

- a. Montar modelos 3D das principais organelas;
- b. Imprimir organelas selecionadas da célula animal na impressora 3D;
- c. Dimensionar o sistema eletrônico integrado com o RFID;
- d. Desenvolver e aplicar um questionário norteador;
- e. Desenvolver programação em linguagem C.

1.4 Objetivo Geral 2021

Desenvolver uma nova forma de acesso as informações do kit célula 3D com Tecnologia RFID via QR-Code, aumentando assim a acessibilidade ao kit.

1.4.1 Objetivos Específicos

- a. Imprimir conjuntos de organelas;
- b. Implantar sistema de leitura alternativo por QR Code;
- c. Desenvolver site;
- d. Desenvolver a célula;
- e. Atualizar o projeto com as recomendações observadas;

2 MATERIALE MÉTODOS

O projeto foi iniciado em fevereiro de 2020, com a escolha do grupo para trabalhar na disciplina técnica de projeto integrador III. A ementa da matéria consiste em criar, desenvolver e concluir um projeto na área de eletrônica durante o ano letivo.

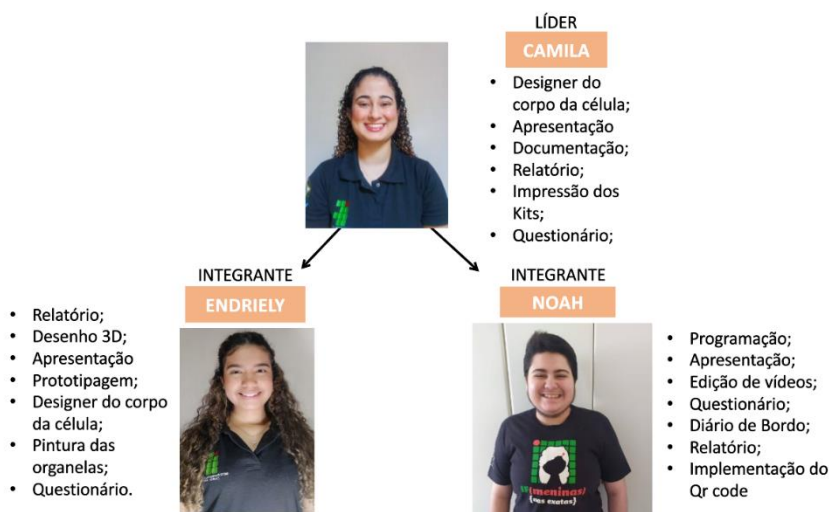
Após a escolha do grupo, iniciou-se a definição do tema, onde foi analisado: tempo, custo e viabilidade. Essa análise foi feita através da “matriz de conhecimento, tempo e custo”. Com todo o processo para saber a viabilidade do projeto, foi escolhido a construção de uma célula 3D com tecnologia RFID que será aplicada para o ensino médio.

No decorrer do tempo as aulas presencias foram canceladas por questões de saúde pública, devido a pandemia do Covid-19. Desta forma o desenvolvimento do projeto passou a ser virtual por meio de videoconferências, sendo realizada duas reuniões durante a semana com nossos orientadores.

Em seguida, com a escolha de objetivos iniciais e construção de um resumo e uma introdução, foi feita a compra dos principais materiais para começar a construção do esquema elétrico.

2.1 Organograma

A fim de um melhor desenvolvimento do projeto foi feito um organograma que representa uma estrutura hierarquia e as distribuições metódicas de cada integrantes. Este projeto é composto por alunos do 3º ano do ensino médio integrado ao técnico em eletrônica do IFSP - Campus Campinas. Este cronograma pode ser visto na figura 3.

Figura 3: Organograma

Autoria: Própria

2.2 Cronograma

Para controle do desenvolvimento do projeto foi feito um planejamento das atividades que será realizada durante um ano, dividida em semestre. A seguir as figuras 4, 5 e 6 mostram as metas e o cronograma desenvolvido.

Figura 4: Metas 2020

Metas	Descrição
1	Formação do grupo e escolha do tema
2	Matriz de conhecimento, tempo e custo
3	Organograma e reuniões iniciais
4	Pesquisa bibliográfica
5	Desenho 2D das organelas
6	Diagrama de blocos
7	Modelo Canvas e Matriz SWOT
8	Documentação
9	Questionário para professores
10	Lista de materiais
11	Desenho 3D
12	Esquema elétrico
13	Prototipagem
14	Programação
15	Inscrição em feiras científicas
16	Impressão 3D
17	Encapsulamento
18	Apresentação
19	Treinamento de apresentação
20	Aprimoramento

Autoria: Própria

Figura 5 - Cronograma 2020

Metas	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	X										
2	X										
3	X										
4		X	X	X	X						
5		X									
6		X	X	X							
7		X									
8			X	X	X	X	X	X	X	X	X
9			X								
10			X	X	X						
11			X	X	X	X					
12				X	X						
13				X							
14				X							
15				X	X	X	X				
16					X	X					
17					X						
18					X						
19					X						
20						X	X	X	X	X	X

Autoria: Própria

Figura 6- Cronograma 2021

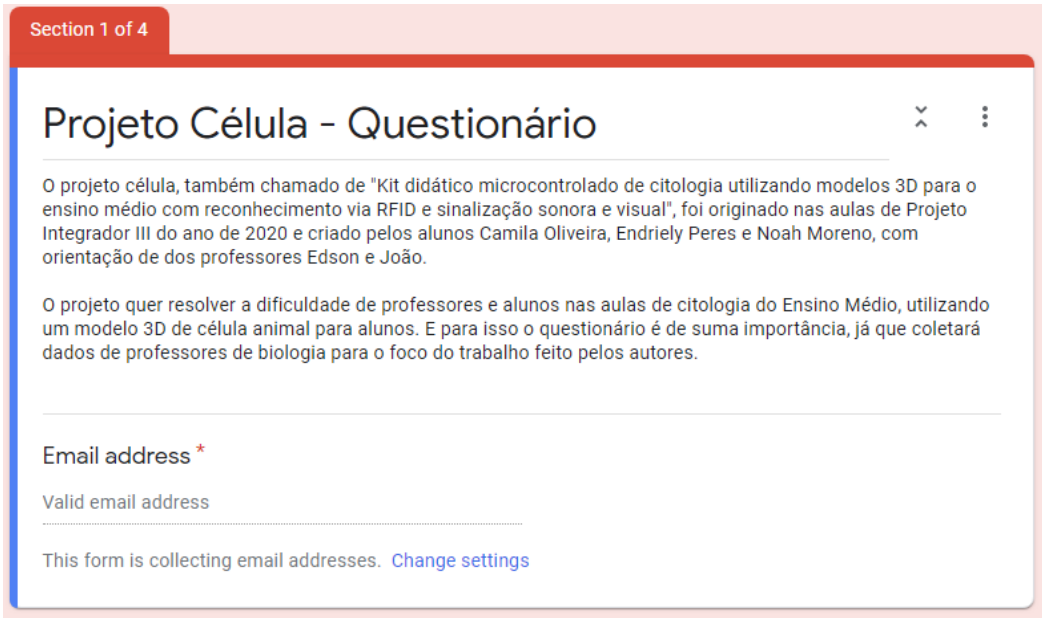
Etapa	Mar	Abr.	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Desenvolver design do corpo da célula	x		-	-	-	-	-	-	-
Pesquisa dos materiais a serem utilizados no desenvolvimento do corpo da célula	x	x	-	-	-	-	-	-	-
Desenvolvimento da membrana plasmática	-	x	x	-	-	-	-	-	-
Desenvolvimento do citoplasma	-	-	x	x	-	-	-	-	-
Encaixe das organelas feitas na fase 1 no corpo da célula	-	-	-	x	x	-	-	-	-
Relatório Parcial					x				
Fase de teste em salas de aula					x				
Pesquisa da implementação do QR-Code	-	-	-	-	x	x-	-	-	-
Fase de teste do sistema QR-Code	-	-	-	-	x	x			-
Fase de teste em salas de aula	-	-	-	-	-	x	x		-
Relatório Final	-	-	-	-	-	-	-	x	x

Autoria: Própria

2.3 Questionário

Para saber qual a real dificuldade dos professores de biologia com seus alunos e os métodos de ensino de citologia, e verificar se um kit auxilia no ensino aprendizagem e quais organelas seriam utilizadas, foi feito um questionário, na plataforma Formulários Google e divulgado por redes sociais para atingir um número razoável de respostas. O questionário possuía dez questões dissertativas de resposta curta, separados em duas seções, a primeira de dados dos professores e a segunda com questões de 1 a 6 sobre as aulas de citologia. As figuras 7, 8, 9 e 10 mostram o questionário elaborado que foi aplicado para os professores.

Figura 7- Questionário (início)



The image shows the start of a Google Form titled "Projeto Célula - Questionário". At the top left, it says "Section 1 of 4". The form has a white background with a red header bar. Below the title, there is a paragraph of text describing the project: "O projeto célula, também chamado de 'Kit didático microcontrolado de citologia utilizando modelos 3D para o ensino médio com reconhecimento via RFID e sinalização sonora e visual', foi originado nas aulas de Projeto Integrador III do ano de 2020 e criado pelos alunos Camila Oliveira, Endriely Peres e Noah Moreno, com orientação de dos professores Edson e João." Below this, another paragraph states: "O projeto quer resolver a dificuldade de professores e alunos nas aulas de citologia do Ensino Médio, utilizando um modelo 3D de célula animal para alunos. E para isso o questionário é de suma importância, já que coletará dados de professores de biologia para o foco do trabalho feito pelos autores." There is a text input field labeled "Email address *" with a red asterisk. Below the field, it says "Valid email address". At the bottom, there is a note: "This form is collecting email addresses. [Change settings](#)".

Autoria: Própria

Figura 8- Questionário (dados pessoais)

Section 2 of 3

Dados do professor

Description (optional)

Nome completo: *

Short answer text

Estado em que trabalho: *

Short answer text

Escola em que leciona: *

Short answer text

Ano do Ensino Médio em que leciona: *

Short answer text

Autoria: Própria

Figura 9- Questionário (perguntas 1 a 3)

Section 3 of 3

Questões

Description (optional)

Questão 1) Em sua opinião qual o maior problema encontrado nas aulas de citologia? *

Long answer text

Questão 2) A utilização de modelos físicos ou kits didáticos ajudam nas aulas de biologia? *

Long answer text

Questão 3) Já utilizou algum modelo ou kit didático em suas aulas? Se sim, *

Long answer text

Autoria: Própria

Figura 10- Questionário (perguntas 4 a 6)

The image shows a digital questionnaire interface with three distinct question blocks, each enclosed in a light pink border. Each block contains a question in blue text, a red asterisk indicating it is required, and a 'Long answer text' input field with a dotted line for text entry.

Questão 4) A utilização de modelos interativos, podem trazer algum benefício aulas? Caso a resposta seja sim, diga um pouco desses benefícios. *

Long answer text

Questão 5) Acredita que um modelo interativo de célula animal te ajudaria a ensinar biologia de maneira dinâmica para seus alunos? Por quê? *

Long answer text

Questão 6) Quais partes da célula animal acredita que deveriam ser montadas em nosso projeto? *

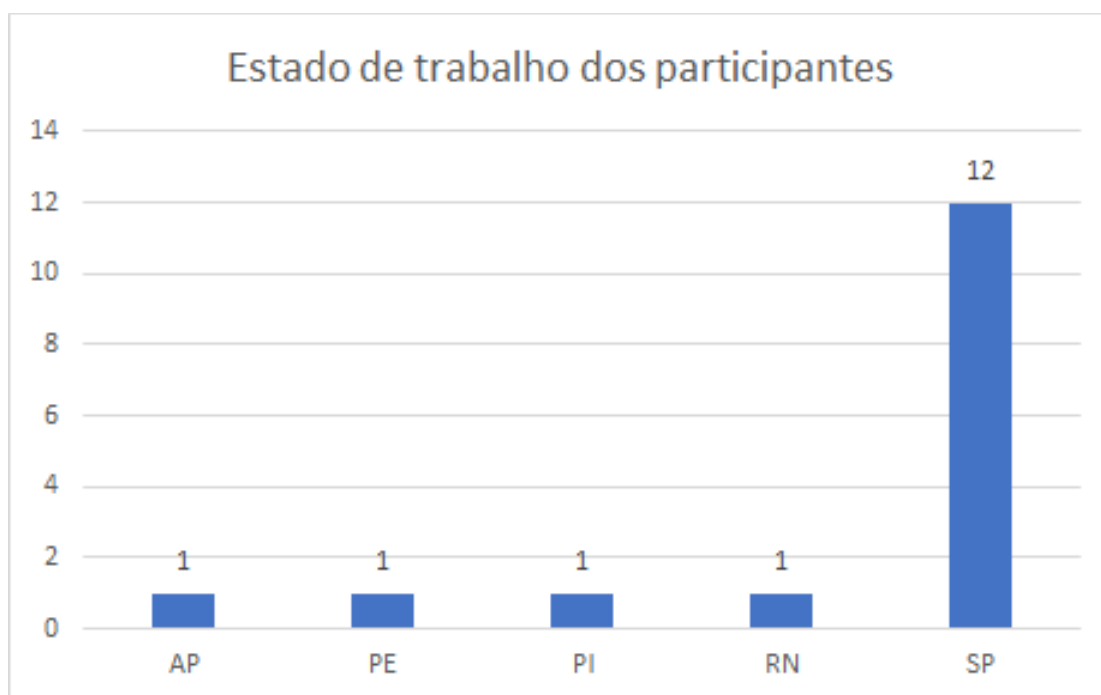
Long answer text

Autoria: Própria

O questionário foi fechado com um total de 16 respostas e a partir disso foi feito a análise dos dados recebidos, transformados em gráficos para facilitar o entendimento numérico (porcentagem) das respostas e assim nortear o desenvolvimento do projeto com a participação do usuário final já na fase de concepção do projeto.

A segunda pergunta do questionário era sobre o estado dos professores que participaram, a fim de saber a abrangência do formulário. A maioria dos participantes (12) responderam serem de São Paulo (SP), mas também havia professores do Amapá (AP), Pernambuco (PE), Piauí (PI) e Rio Grande do Norte (RN). A figura 11 mostra o gráfico com os dados da localização onde os professores lecionam.

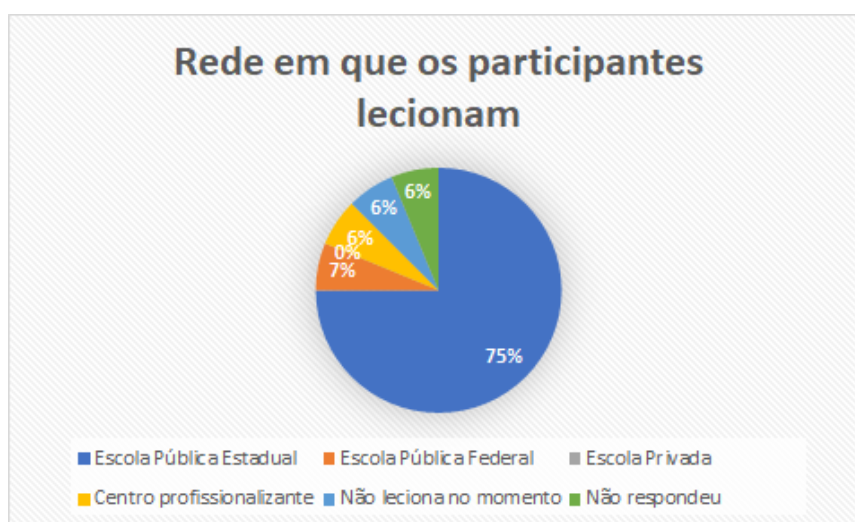
Figura 11- Gráfico - Estado em que trabalham



Autoria: Própria

A terceira questão perguntava a rede de ensino dos participantes, a figura 12 mostra em qual tipo de instituição os professores lecionam e é possível perceber que a maioria dos professores lecionam em escolas públicas estaduais, seguido por escolas públicas federais e sem nenhuma resposta de professores de escola privadas.

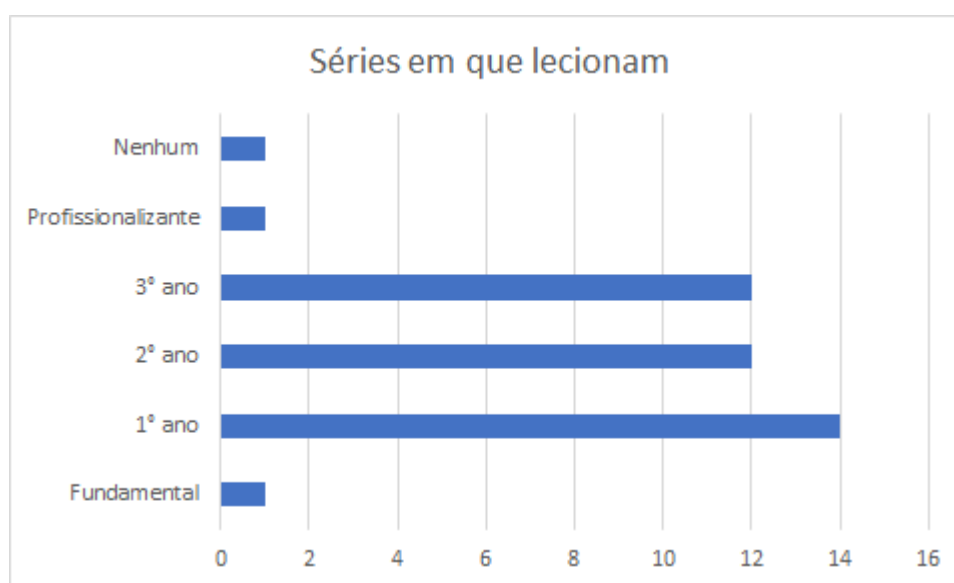
Figura 12- Gráfico - Rede em que lecionam



Autoria: Própria

Seguido da rede em que lecionam, foi questionado as séries em que lecionavam, apesar de inicialmente foco do projeto ser em alunos do ensino médio e técnico integrado, professores de outras vivências podem trazer noções diferentes e que sejam importantes. Foram obtidos os seguintes dados: 1 professor não estava lecionando no momento, 1 leciona em centros profissionalizantes, 1 professor leciona no ensino fundamental, 14 professores lecionam no 1º ano do ensino médio, 12 no 2º ano e 12 no 3º ano do ensino médio. A figura 13 mostra o consolidado destes dados.

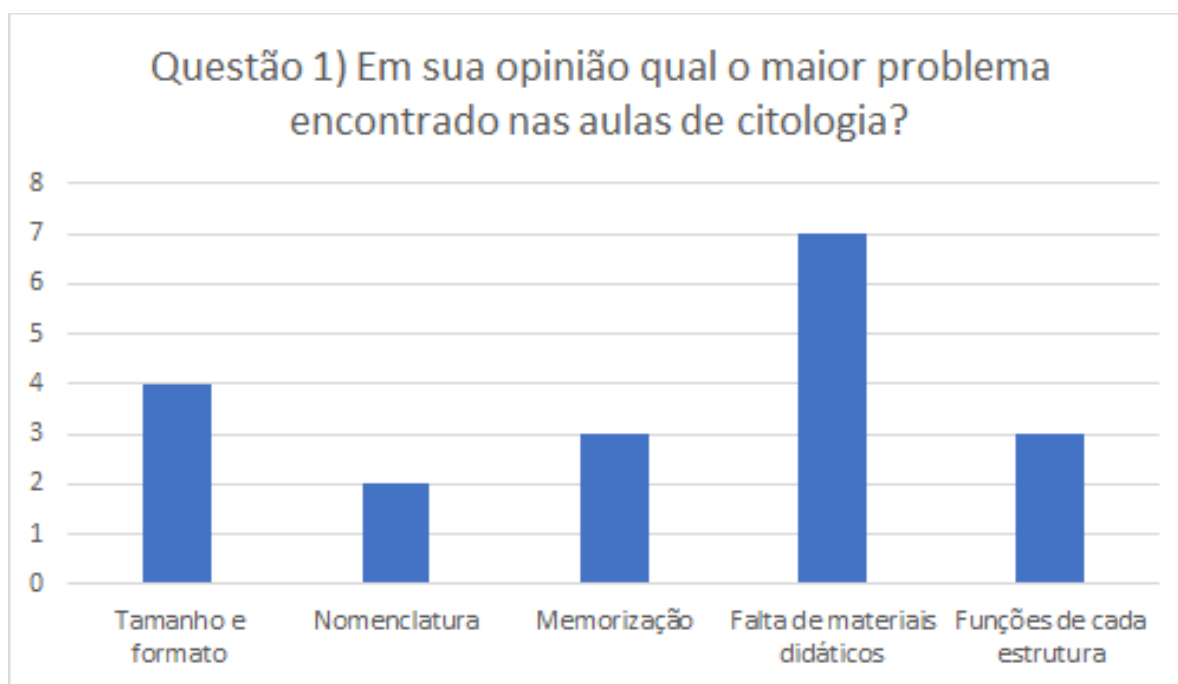
Figura 13- Gráfico - Séries em que lecionam



Autoria: Própria

A segunda seção se inicia após o questionamento anterior e deste ponto em diante estão as perguntas de 1 a 6 sobre as aulas. A abertura traz o debate sobre a visão dos professores acerca das dificuldades na matéria de citologia. Sete dos docentes citaram a falta de recursos didáticos e materiais; quatro citaram o dimensionamento das células, um problema por serem diminutas e tornar complexo a diferenciação 3D e 2D pelos estudantes; três responderam a dificuldade na memorização, enquanto outros três disseram ser as funções de cada estrutura; por último, duas pessoas falaram da nomenclatura, que pode se tornar confusa para os discentes, conforme mostra a figura 14.

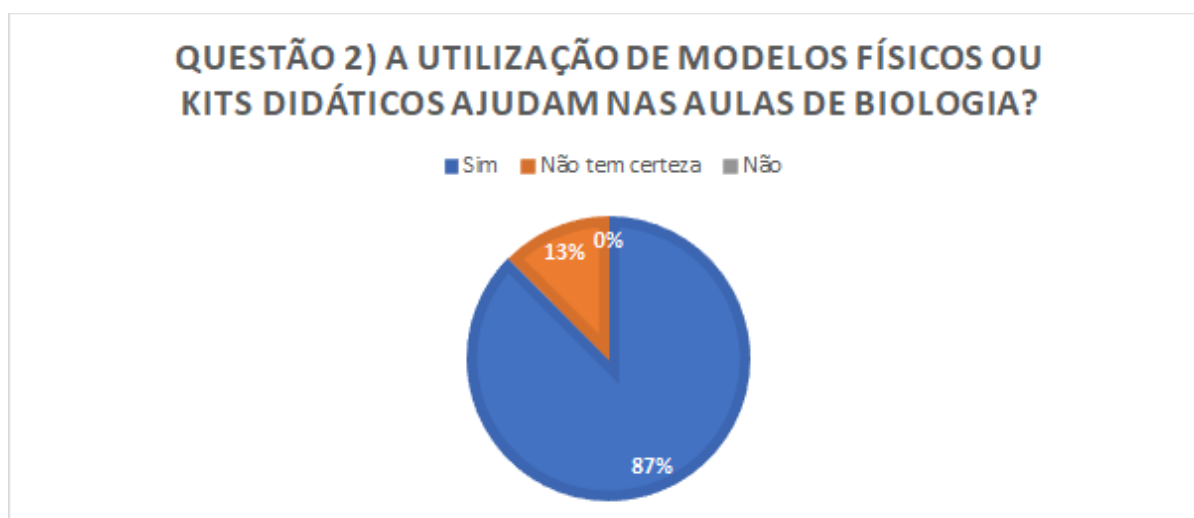
Figura 14- Gráfico - Questão 1



Autoria: Própria

Os participantes deram suas opiniões sobre o uso de modelos físicos ou kits didáticos em aulas, onde foi recebido 87% de respostas positivas, 13% de respostas incertas, implicando no modo e função específicos para cada kit e nenhuma resposta negativa. O número elevado de respostas positivas mostra também um interesse no projeto, como pode ser vista na figura 15.

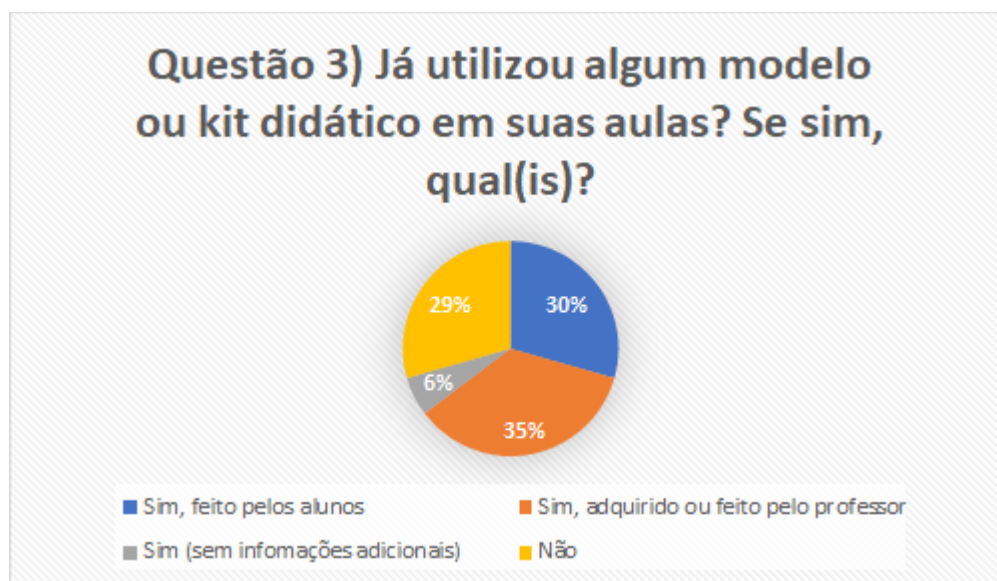
Figura 15- Gráfico - Questão 2



Autoria: Própria

Ligado à questão anterior, foi questionado se os professores já haviam utilizado kits didáticos em aula e de qual tipo ou modelo. 35% dos participantes relataram o uso de modelos adquiridos pelos próprios docentes, 30% citou o uso de modelos feitos pelos alunos, 29% disse que nunca utilizou um kit didático em aula e 6% respondeu que já utilizou, mas não forneceu informações adicionais sobre o(s) kit(s), a figura 16 mostra estes dados.

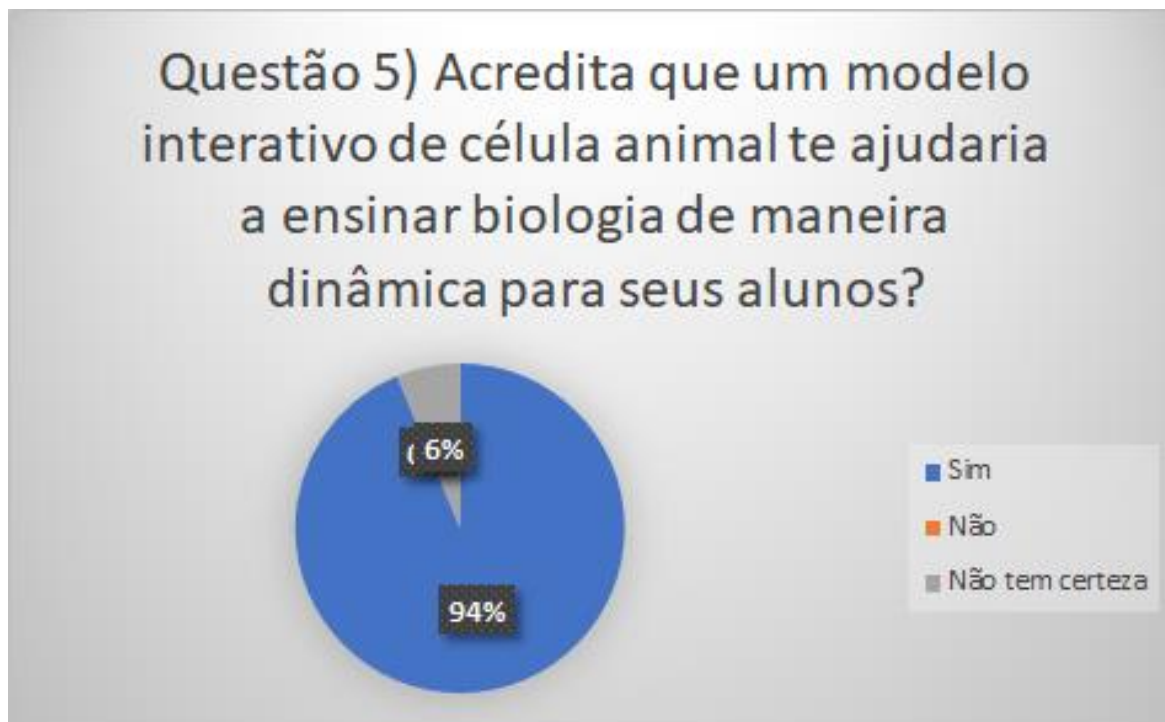
Figura 16- Gráfico - Questão 3



Autoria: Própria

A quinta questão complementa a segunda, onde foi analisado o interesse dos professores em ter um modelo didático para auxiliar suas aulas de citologia. Não houve nenhuma resposta negativa e os 6% que responderam com incerteza disseram que dependeria do estilo utilizado para o desenvolvimento do kit, os outros 94% responderam que sim, seria benéfico ter um modelo de célula animal para aulas, como pode ser visto na figura 17.

Figura 17- Gráfico - Questão 5

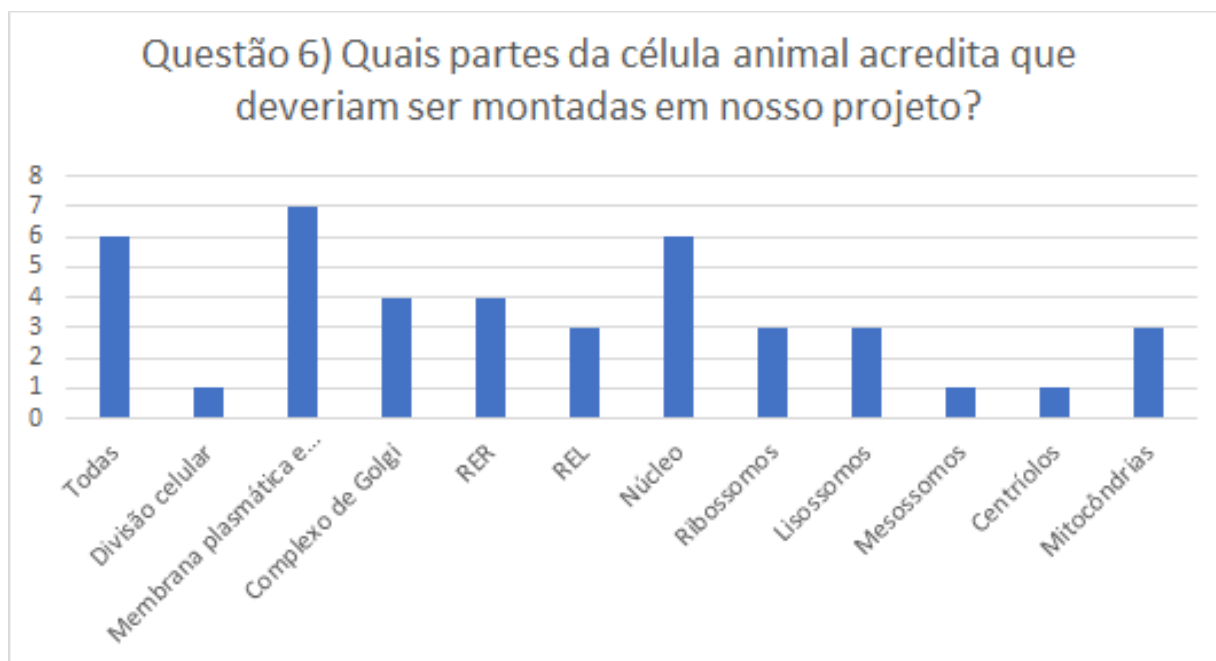


Autoria: Própria

A última pergunta foi feita para a decisão final sobre quais organelas seriam utilizadas, levando em consideração o custo, tempo de produção, dificuldade e respostas dos professores. No subcapítulo 2.7 será explicado detalhadamente o porquê das escolhas do grupo em relação às organelas.

Numa análise aprofundada da figura 18, os professores disseram que deveria ser adicionado a membrana plasmática e o citoplasma; 6 responderam todas e 6 citaram o núcleo; 4 falaram do retículo endoplasmático rugoso e 4 do Complexo de Golgi; tiveram 3 respostas as organelas: retículo endoplasmático liso, ribossomos, lisossomos e mitocôndrias; e com apenas uma citação, a divisão celular, os mesossomos e os centríolos.

Figura 18- Gráfico - Questão 6



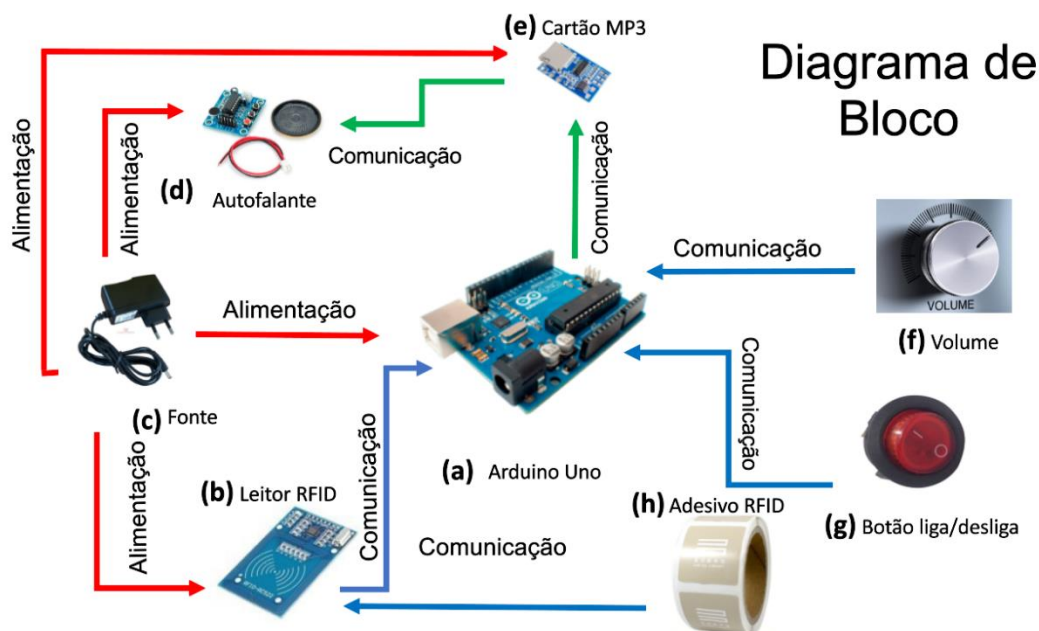
Autoria: Própria

2.4 Diagrama de Blocos

Para ter uma forma visual de todos os elementos que serão necessários para produzir o esquema elétrico, foi construído o diagrama de blocos. Que também permite visualizar uma versão simplificada do circuito separando suas partes principais em partes menores mostrando como serão interconectadas. A diagrama de blocos é mostrado na figura 19.

Este diagrama permite que seja visualizado como os componentes eletrônicos estão integrados e o fluxo da informação. Desta forma é mais prático e rápida a elaboração do esquema elétrico do circuito e a programação do algoritmo de controle que será utilizado no projeto.

Figura 19- Diagrama de Blocos



Autoria: Própria

2.4.1 Componentes Principais

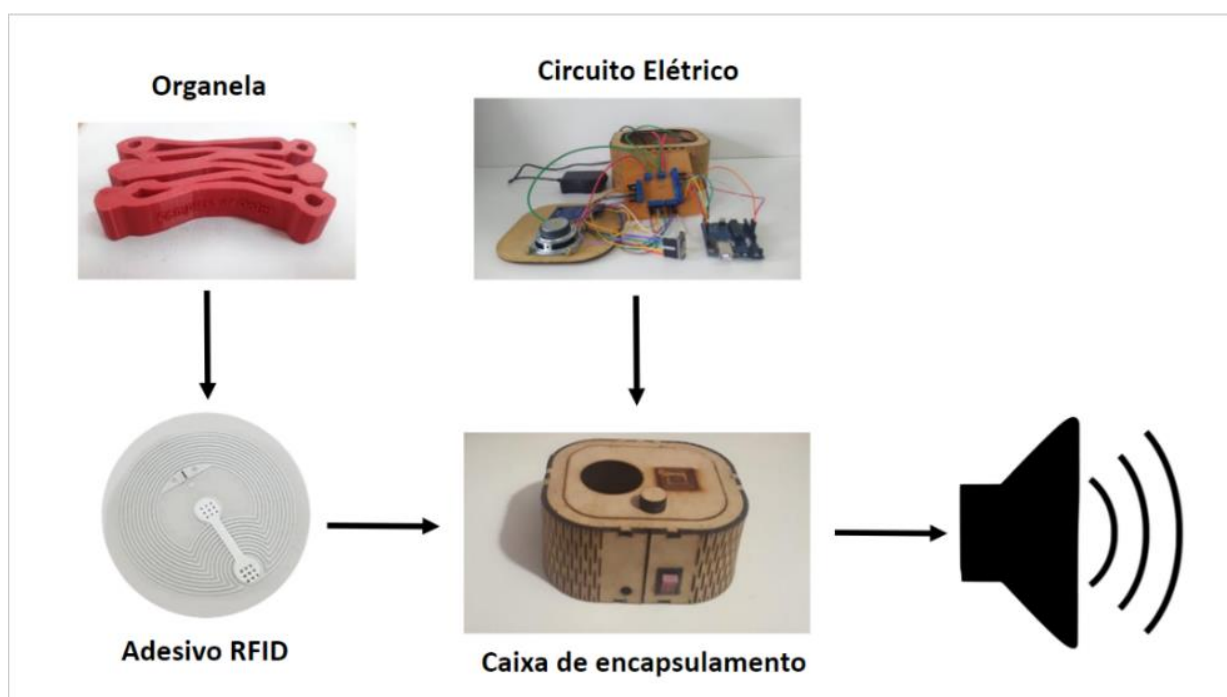
Analisando o diagrama de blocos mostrado na figura 19 segue a descrição do funcionamento:

- I) Cada organela da célula possui um adesivo RFID (h), quando aproximado do leitor RFID (b) automaticamente ocorre a identificação.
- II) O microcontrolador (a) recebe o código lido da TAG, após a identificação pelo leitor RFID (b). Em seguida compara o código com o banco de dados na memória do microcontrolador ativando o módulo MP3 (e) que sonoriza a frase gravada através do auto falante (d).
- III) Botão volume (f) servirá para ajustar o volume do som reproduzido pelo alto falante (d).
- IV) O componente (c) é a fonte de alimentação de todo o circuito.
- V) A Chave Alavanca (g) funciona como botão liga e desliga.

2.4.2 Diagrama de funcionamento

Para um maior entendimento do funcionamento do projeto foi realizado um diagrama de funcionamento, mostrado na figura 20, serve para facilitar o entendimento e demonstração das conexões gerais dos componentes físicos entre si.

Figura 20- Diagrama de Funcionamento



Autoria: Própria

2.5 Lista de Materiais

A lista de matérias foi criada com base no diagrama de blocos e com a necessidade de se fazer um orçamento do custo do projeto. Essa lista também serve para organização e planejamento se tornando um elemento essencial, a tabela 1 apresenta a lista de materiais.

Tabela 1: Lista de materiais

Produto	Código/vendedor	Modelo	Quantidade	Valor (un.)	Valor (total)
Etiqueta RFID	VIZION2000	NFC NTAG 213	10	2,1	21
Kit leitor RFID	VIZION2000	RC522	1	15,99	15,99
Mini MP3 Player	8290/Usinainfo	DFPlayer mini	1	28,68	28,68
Mini Alto-falante	8761/Usinainfo	JB34	1	17,88	17,88
Seladora Madeira	07891019172924/C&C	Coral base água	100 ml	36,99	4,11
Arduino Uno	1810/Baú da eletrônica	Uno R3	1	55,44	55,44
Fonte 5V 2A	FONTOURAESILVAINFORMATICA	5V 2A	1	13,67	13,67
Filamento ABS	THUANICAROLINE	ABS	1 kg	49,9	49,9
Borne KRE 2 vias	BCE35/Filipe-Flop	KRE	9	1,9	17,1
Borne KRE 3 vias	BCE37/Filipe-Flop	KRE	3	1,9	5,7
Placa de fenolite	1323/Baú da eletrônica	10 x 10	1	3,23	3,23
Valor final (R\$): 232,7					

Autoria: Própria

2.6 Projeto Elétrico

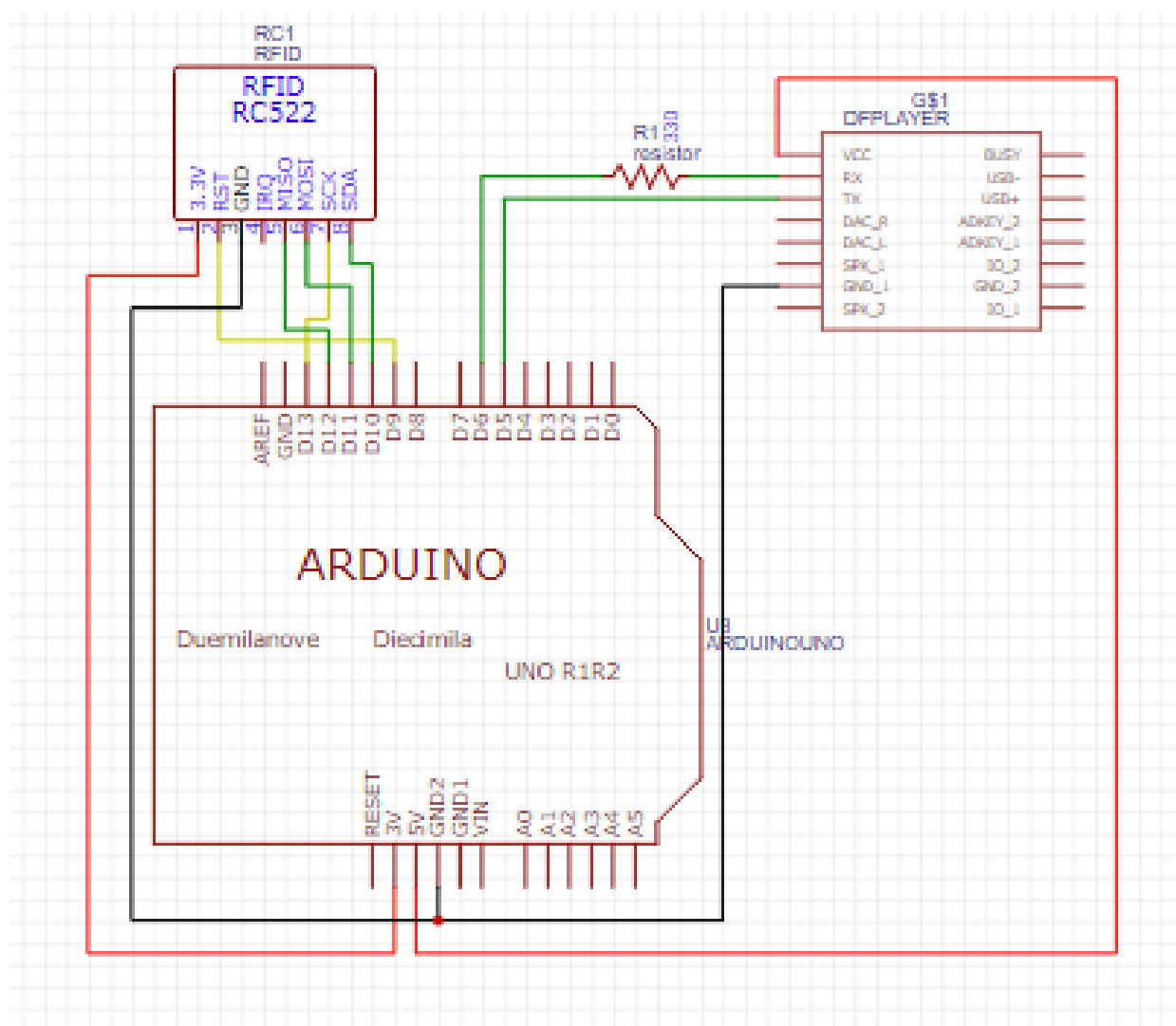
Inicialmente o projeto foi montado em uma placa Protoboard grande para testar suas funcionalidades, antes sendo necessário checar as ligações por sites da internet em que o dispositivo era utilizado e por simuladores online, como o software EasyEDA.

A partir disso um programa foi escrito para cada módulo usado e suas ligações com o Arduino UNO, parte dos programas disponibilizados por meio do Software livre Arduino e suas bibliotecas, para ao final serem adaptadas em apenas um programa, cuja função era a leitura das TAG RFID e a reprodução da faixa de áudio de cada organela, com uma explicação breve na célula animal.

2.6.1 Esquema Elétrico e PCB

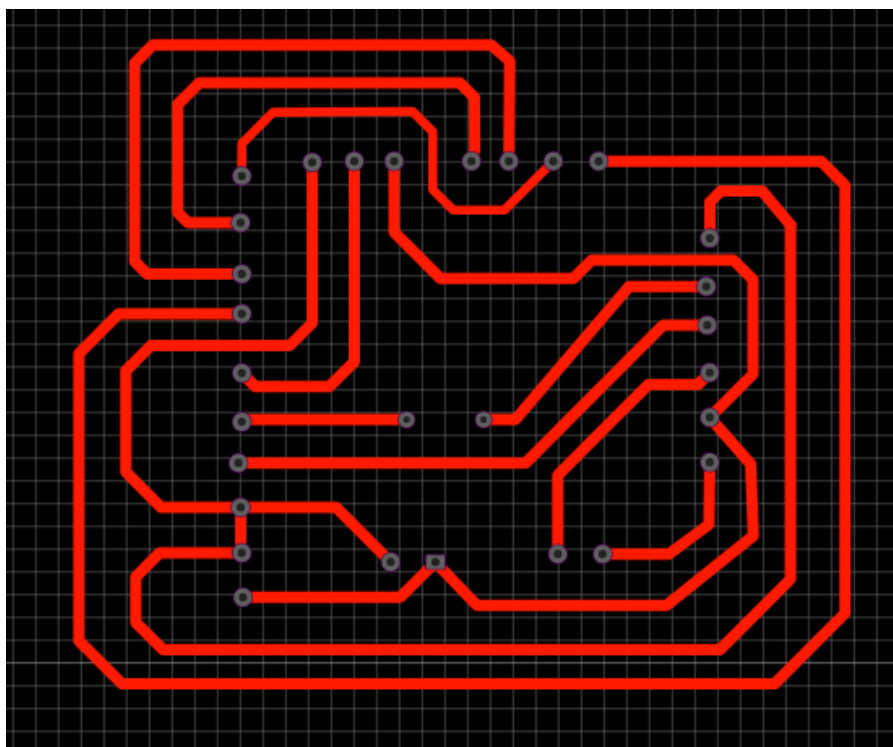
Para simular e projetar o circuito elétrico será utilizado um software de simulação como ferramenta de desenvolvimento. Um exemplo de esquema elétrico desenvolvido no software EasyEDA é mostrado na figura 21. Este software permite a otimização no desenvolvimento do projeto elétrico bem como a simulação dos controles dos periféricos. Na figura 22 mostra o projeto da placa PCB no software e na figura 23 a placa PCB já impressa.

Figura 21- Esquema elétrico



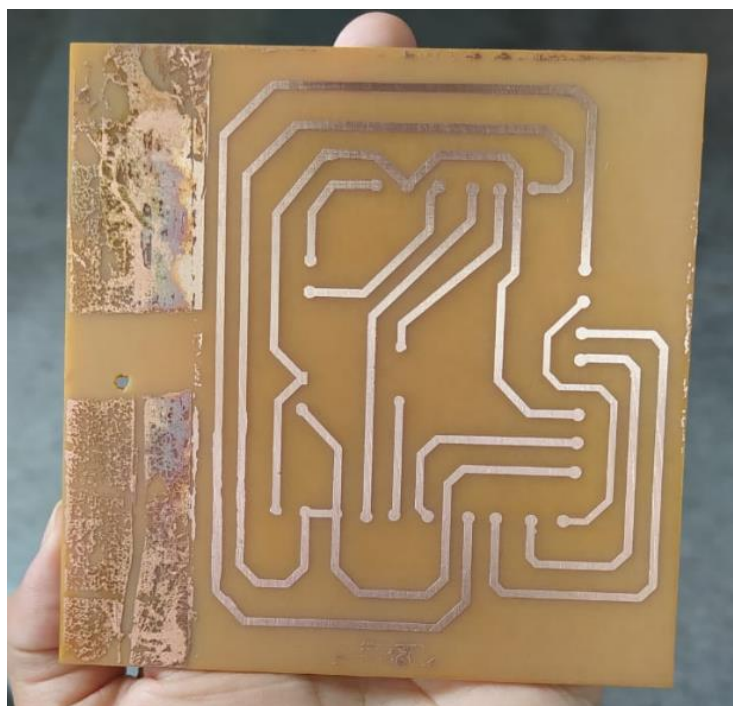
Autoria: Própria

Figura 22- Placa PCB



Autoria: Própria

Figura 23- Placa PCB impressa



Autoria: Própria

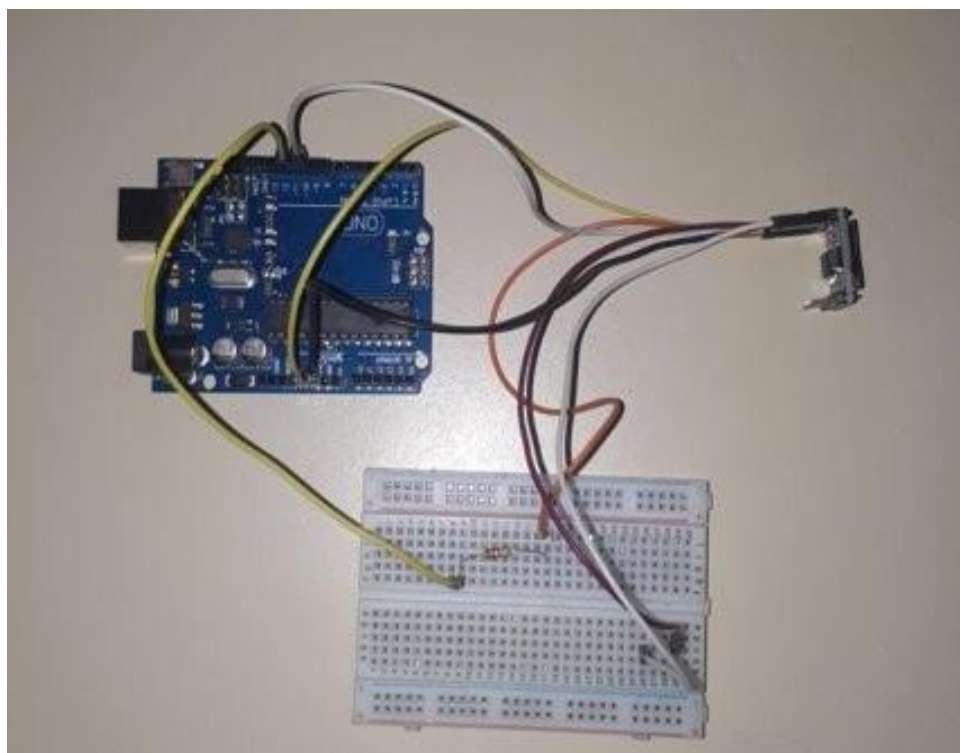
2.6.2 Prototipagem

Na prototipagem foi desenvolvida 3 versões do circuito, sendo testado cada componentes com suas respectivas programações. Na figura 24, é o primeiro circuito, contém o microcontrolador Arduino uno e o modulo MP3 no protoboard, o modulo MP3 grava as informações recebidas pelo microcontrolador.

No segundo circuito há a placa microcontroladora Arduino uno e o modulo RFID, mostrado na figura 25. O modulo lê o código do adesivo e procura o código no banco de dados do microcontrolador. Com todos os componentes funcionando e testado, foi realizado a junção dos dois primeiros circuitos mais o alto falante e aprimoração da programação, formando o circuito final utilizado no projeto, que é mostrado na figura 26.

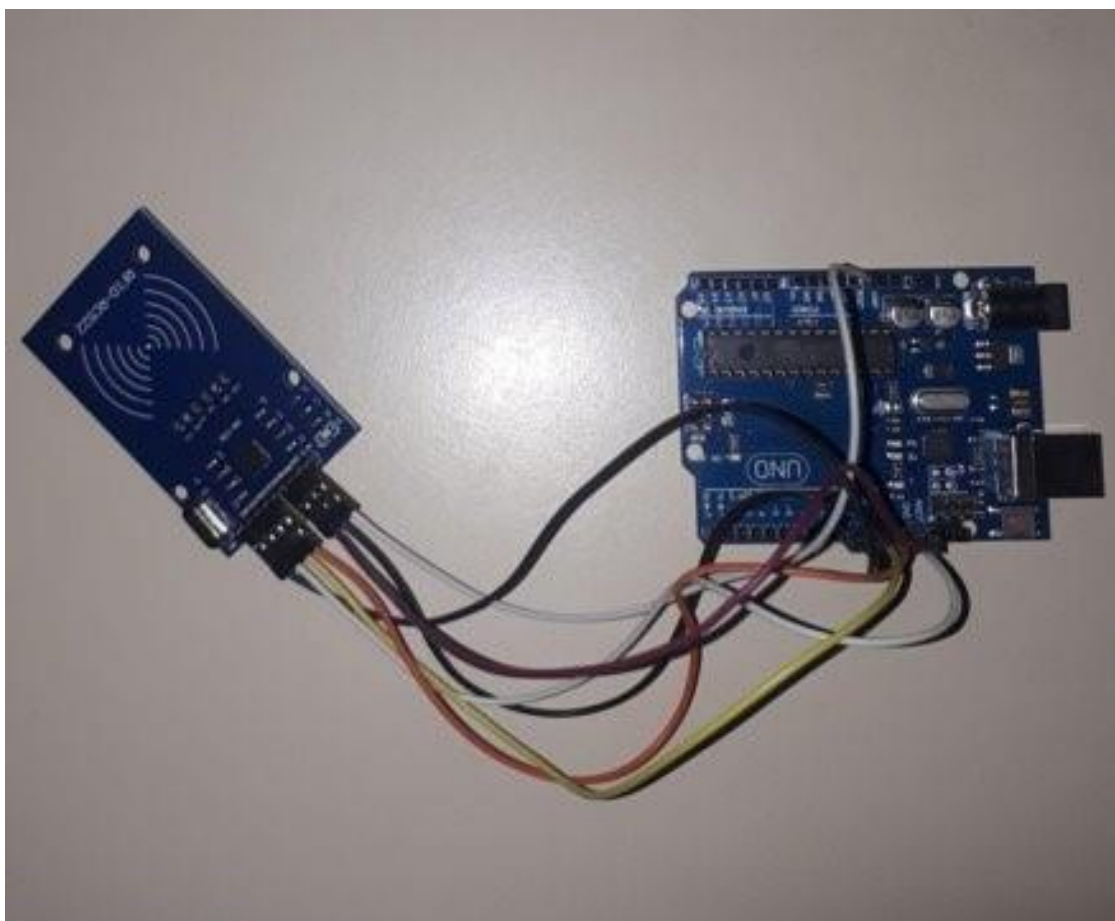
O circuito funciona da seguinte maneira: a programação contém os códigos do adesivo no banco de dados do microcontrolador que logo é gravado no modulo MP3, ao passar o adesivo no leitor, ele identifica o código e pronuncia o texto descrito na programação através do alto falante.

Figura 24- Circuito com Arduino UNO e Módulo MP3



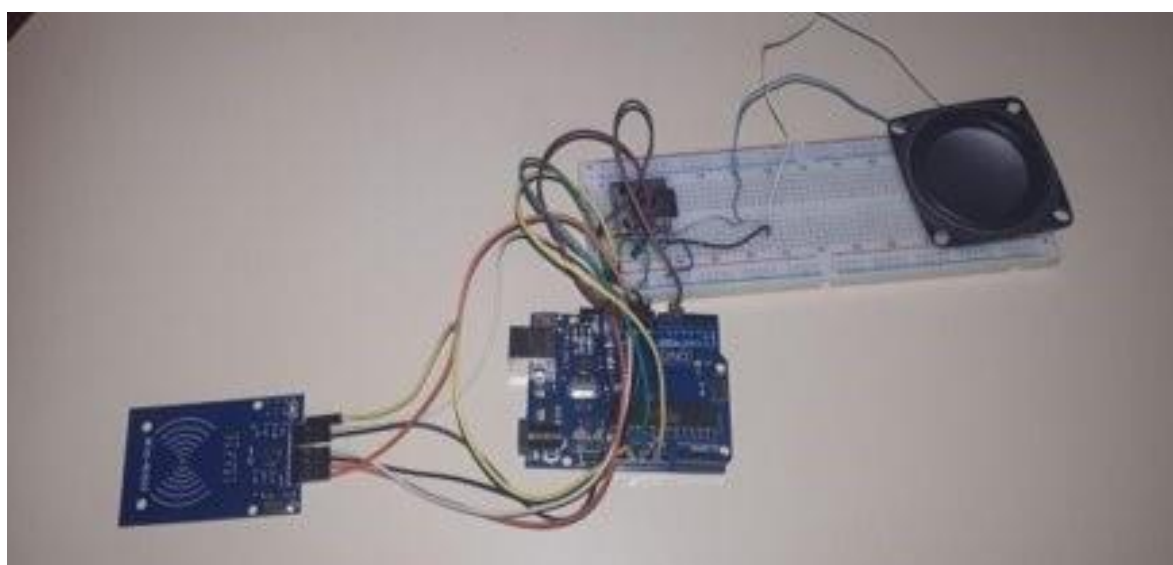
Autoria: Própria

Figura 25- Circuito com Arduino UNO e Módulo RFID



Autoria: Própria

Figura 26- Circuito Final



Autoria: Própria

2.6.3 Programação

O primeiro passo para iniciar a programação foi criar uma tabela que mostrasse uma relação entre os códigos das TAG RFID e suas funções como organelas, de modo a deixar pronto para a aplicação nas organelas impressas. A tabela 2 mostra a lista dos códigos dos TAGs RFID utilizados no projeto.

Tabela 2: Códigos das TAG RFID

Numeração	Código	Função
1	04:94:91:EA	Lisossomo
2	04:9C:91:EA	Complexo de Golgi
3	04:A3:90:EA	Retículo Endoplasmático Rugoso
4	04:AB:90:EA	Retículo Endoplasmático Liso
5	04:B3:90:EA	Mitocôndria
6	04:BB:90:EA	Parou de funcionar
7	04:C3:90:EA	-
8	04:CC:90:EA	Centríolo 1
9	04:D4:90:EA	-
10	04:DC:90:EA	Núcleo

Autoria: Própria

A primeira parte da programação, mostrado na figura 27, diz respeito às bibliotecas utilizadas, sendo SPI, MFRC522, SoftwareSerial e DFRobotDFPlayerMini, seguida da definição dos pinos 10, 9, 6, e 5 como SDA, Reset, RX e TX, respectivamente, comentado estão as informações referentes a cada uma das linhas gerais. As variáveis String, char e int tem como função: identificar uma sequência de caracteres (INÍCIO), armazenar um dado (buf) e converter um dado em forma numérica.

Figura 27- Programação definida

```

//Programa: Módulo MP3 DFPlayer Mini integrado ao leitor RFID
//Projeto: Célula 3D com Tecnologia RFID Aplicada ao Ensino Médio
//Autor do programa: Noah Moreno
//Autores do projeto: Camila, Endriley e Noah

#include "SPI.h"
#include "MFRC522.h"
#include "Arduino.h"
#include "SoftwareSerial.h"
#include "DFRobotDFPlayerMini.h"
String strID = "INICIO";
#define SS_PIN 10 //PINO SDA
#define RST_PIN 9 //PINO DE RESET
int i = 0;
MFRC522 rfid(SS_PIN, RST_PIN); //PASSAGEM DE PARÂMETROS REFERENTE AOS PINOS
//Inicia a serial por software nos pinos 5 e 6
SoftwareSerial mySoftwareSerial(5, 6); // RX, TX

DFRobotDFPlayerMini myDFPlayer;

char buf;
int pausa = 0;
int equalizacao = 0;

```

Autoria: Própria

A segunda parte mostra o programa serial do DF Player Mini, responsável pelo armazenamento das informações do cartão de memória, que são reproduzidas a partir do programa do Leitor RFID MFRC522, é também onde as configurações iniciais de volume, equalização e time out. Caso o cartão SD não esteja inserido no módulo, um aviso é emitido para as informações seriais, que são enviadas para o programa Arduino, que é mostrado na figura 28.

Figura 28- Programação serial

```

void setup()
{
  mySoftwareSerial.begin(9600); //INICIALIZA SOFTWARE SERIAL
  Serial.begin(115200); //INICIALIZA A SERIAL
  //Verifica se o modulo esta respondendo e se o
  //cartao SD foi encontrado
  Serial.println();
  Serial.println(F("DFRobot DFPlayer Mini"));
  Serial.println(F("Inicializando modulo DFPlayer... (3~5 segundos)"));
  if (!myDFPlayer.begin(mySoftwareSerial))
  {
    Serial.println(F("Nao inicializado:"));
    Serial.println(F("1.Cheque as conexoes do DFPlayer Mini"));
    Serial.println(F("2.Insira um cartao SD"));
    while (true);
  }
  Serial.println();
  Serial.println(F("Modulo DFPlayer Mini inicializado!"));

  //Definicoes iniciais
  myDFPlayer.setTimeout(500); //Timeout serial 500ms
  myDFPlayer.volume(30); //Volume 20
  myDFPlayer.EQ(0); //Equalizacao normal

  SPI.begin(); //INICIALIZA O BARRAMENTO SPI
  rfid.PCD_Init(); //INICIALIZA MFRC522
  pinMode (13, OUTPUT);
  digitalWrite (13, LOW);
  Serial.print("Início de testes: ");
  Serial.println(strID); //
  strID = "";
}

```

Autoria: Própria

A figura 29 mostra o terceiro e quarto seguimento dizem respeito à definição das mensagens de explicação de cada organela, o tempo a serem tocadas por faixa, a faixa que cada código pertence, de acordo com a lista mostrada tabela 2.

As figuras 30 e 31 mostram a programação das mensagens a serem sonorizadas para o usuário.

Figura 29- Programação das mensagens

```

void testeRFID()
{
  if (strID == "04:94:91:EA")//Lisossomo
  {
    digitalWrite (13, HIGH);
    myDFPlayer.play(1);
    delay(33000);
    myDFPlayer.stop();
    delay(500);
    digitalWrite (13, LOW);
  }
  if (strID == "04:9C:91:EA")//Complexo de Golgi
  {
    digitalWrite (13, HIGH);
    myDFPlayer.play(7);
    delay(17000);
    myDFPlayer.stop();
    delay(500);
    digitalWrite (13, LOW);
  }
  if (strID == "04:A3:90:EA")//Reticulo Endoplasmático Rugoso
  {
    digitalWrite (13, HIGH);
    myDFPlayer.play(6);
    delay(12000);
    myDFPlayer.stop();
    digitalWrite (13, LOW);
  }
}

```

Autoria: Própria

Figura 30- Programação das mensagens II

```

if (strID == "04:AB:90:EA")//Retículo Endoplasmático Liso
{
    digitalWrite (13, HIGH);
    myDFPlayer.play(5);
    delay(18000);
    myDFPlayer.stop();
    delay(500);
    digitalWrite (13, LOW);
}
if (strID == "04:B3:90:EA")//Mitocôndria
{
    digitalWrite (13, HIGH);
    myDFPlayer.play(3);
    delay(21000);
    myDFPlayer.stop();
    delay(500);
    digitalWrite (13, LOW);
}
if (strID == "04:DC:90:EA")//Núcleo
{
    digitalWrite (13, HIGH);
    myDFPlayer.play(4);
    delay(18000);
    myDFPlayer.stop();
    delay(500);
    digitalWrite (13, LOW);
}

```

Autoria: Própria

Figura 31- Programação das mensagens III

```

// if (strID == "04:C3:90:EA")//Ribossomo
// {
//   digitalWrite (13, HIGH);
//   myDFPlayer.play(7);
//   delay(10000);
//   myDFPlayer.stop();
//   delay(500);
//   digitalWrite (13, LOW);
// }
if (strID == "04:CC:90:EA")//Centríolo 1
{
  digitalWrite (13, HIGH);
  myDFPlayer.play(2);
  delay(30000);
  myDFPlayer.stop();
  delay(500);
  digitalWrite (13, LOW);
}
// if (strID == "04:D4:90:EA")//Centríolo 2
// {
//   digitalWrite (13, HIGH);
//   myDFPlayer.play(2);
//   delay(30000);
//   myDFPlayer.stop();
//   delay(500);
//   digitalWrite (13, LOW);
// }
strID = "";
}

```

Autoria: Própria

O seguimento final pertence ao Void Loop do programa, onde a programação do RFID é finalizada e recebe a função de continuar em funcionamento enquanto ligada, além de permitir que uma mesma TAG seja lida duas vezes ou mais, sem seus dados serem armazenados novamente, conforme pode ser visto na figura 32.

Figura 32- Programação Void Loop

```

void loop() {
  if (!rfid.PICC_IsNewCardPresent() || !rfid.PICC_ReadCardSerial()) //VERIFICA SE O CARTÃO PRESENTE NO LEITOR É DIFERENTE DO ÚLTIMO CARTÃO LIDO. CASO NÃO SEJA, FAZ
    return; //RETORNA PARA LER NOVAMENTE

  /*INICIO BLOCO DE CÓDIGO RESPONSÁVEL POR GERAR A TAG RFID LIDA*/

  for (byte i = 0; i < 4; i++) {
    strID +=
      (rfid.uid.uidByte[i] < 0x10 ? "0" : "") +
      String(rfid.uid.uidByte[i], HEX) +
      (i!=3 ? ":" : "");
  }
  strID.toUpperCase();
  /*FIM DO BLOCO DE CÓDIGO RESPONSÁVEL POR GERAR A TAG RFID LIDA*/

  Serial.print("Identificador (UID) da tag: "); //IMPRIME O TEXTO NA SERIAL
  Serial.println(strID); //IMPRIME NA SERIAL O UID DA TAG RFID
  testeRFID();
  rfid.PICC_HaltA(); //PARADA DA LEITURA DO CARTÃO
  rfid.PCD_StopCrypto1(); //PARADA DA CRIPTOGRAFIA NO PCD
}

```

Autoria: Própria

2.7 Projeto Mecânico

O projeto mecânico consiste em elaborar um desenho 3D para fazer a impressão utilizando a tecnologia da manufatura aditiva, que é a impressão 3D.

Foram selecionadas as principais organelas da célula, sendo elas: Núcleo, mitocôndria, lisossomos, centríolos, Complexo de Golgiense e retículo endoplasmático liso e rugoso.

Sendo assim foi feita uma pesquisa na internet de modelos já existente no formato STL para facilitar a aplicação no projeto, e realizando adaptações a partir do software SolidWorks. A tabela 3 mostra as características dos modelos 3D que foram desenvolvidos.

Os 5 modelos encontrados foram das respectivas organelas, o núcleo, mitocôndria, Complexo de Golgiense, retículo endoplasmático liso e rugoso. Duas das 7 organelas foram desenvolvidas por autoria própria, que são o centríolo e o lisossomo. Os modelos utilizados são apresentados a partir das imagens de 33 a 46.

O corpo celular e as organelas se complementam, portanto, foi desenvolvido uma peça em 3D integrando as organelas existentes, afim de dimensionar a estrutura e organização que ela possui dentro da célula animal.

A tabela 3 apresenta as características dos modelos 3D das organelas que serão utilizadas no kit didático, nesta tabela podem ser visualizadas o tamanho de cada organela, a cor escolhida e tempo de impressão.

Tabela 3: Características dos modelos 3D

ORGANELA	QUANTIDADE	DIMENSÃO (milímetros)	TEMPO DE IMPRESSÃO	Quant. De Filamento (gramas)	Custo (Reais)
Núcleo	1	120 Ø	7h 1 min	213 g	R\$ 10,65
Mitocôndria	1	100x 40x 40 mm	1h 2 min	62 g	R\$ 3,10
Lisossomos	1	50 Ø mm	21 min	30g	R\$ 1,50
Centríolo	2	40x 40x 60 mm	32 min	38g	R\$ 1,90
Complexo Golgiense	1	100x 40x 15 mm	30 min	36 g	R\$ 1,80
Retículo endoplasmático Liso/ rugoso	1	150x 80x 15 mm	20 min	55g	R\$ 2,75
				Total: 434g	R\$21,70

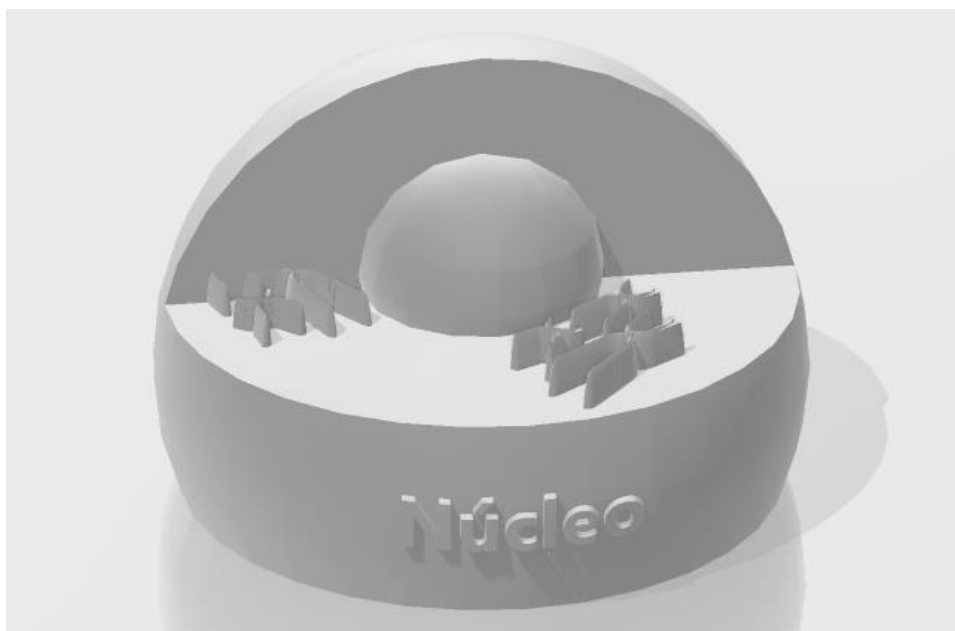
Autoria: Própria

Os tópicos 2.7.1 a 2.7.7 apresentam o desenho de cada seguimento, o modelo impresso e a explicação utilizada na programação para introduzir o tema aos alunos.

2.7.1 Núcleo

O núcleo é delimitado pelo envoltório nuclear, e se comunica com o citoplasma através dos poros nucleares. Suas funções básicas são regular as reações químicas que ocorrem de modo intracelular e armazenar as informações genéticas da célula, o DNA. A figura 33 mostra o desenho em 3D e a figura 34 mostra o modelo impresso.

Figura 33- Desenho do Núcleo



Autoria: Própria

Figura 34- Núcleo impresso



Autoria: Própria

2.7.2 Mitocôndria

É formada por uma dupla membrana lipoproteica, sendo a externa contínua e a interna com cristas, também possui DNA e ribossomos próprios. É responsável pela respiração celular, que é a obtenção de energia, chamada ATP, através da quebra de

glicose na presença de oxigênio. A figura 35 mostra o projeto da célula e a figura 36 a célula impressa.

Figura 35- Desenho da Mitocôndria



Autoria: Própria

Figura 36- Mitocôndria impressa



Autoria: Própria

2.7.3 Lisossomos

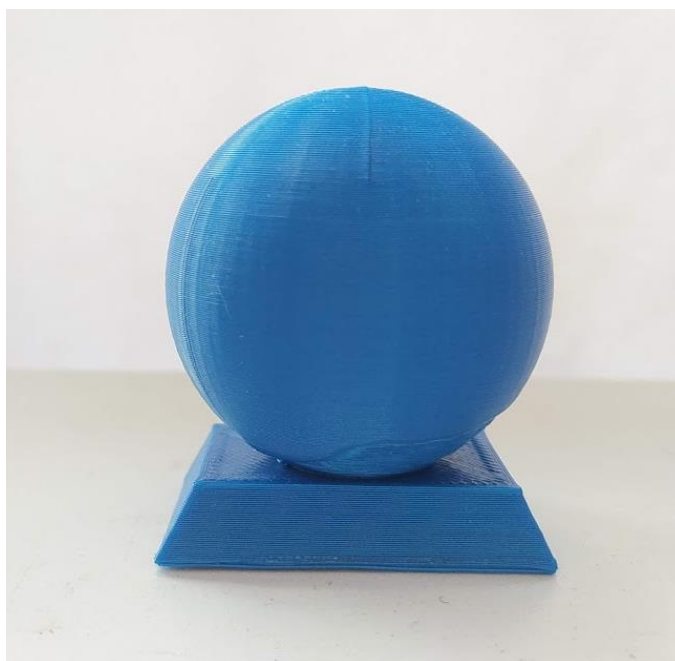
Os lisossomos são bolsas membranosas que contêm enzimas digestivas para a digestão intracelular. A partir dos lisossomos, formam -se os vacúolos digestivos, também chamados de fagossomos ou pinossomos. Após a digestão celular, os restos são eliminados por vesículas residuais, num processo chamado de clasmocitose ou citose. Outra função importante do lisossomo é a autofagia, capacidade de digerir partes da própria célula, seja para eliminação de partes velhas ou para alimentação. A figura 37 mostra o projeto da célula e a figura 38 a célula impressa.

Figura 37- Desenho do Lisossomo



Autoria: Própria

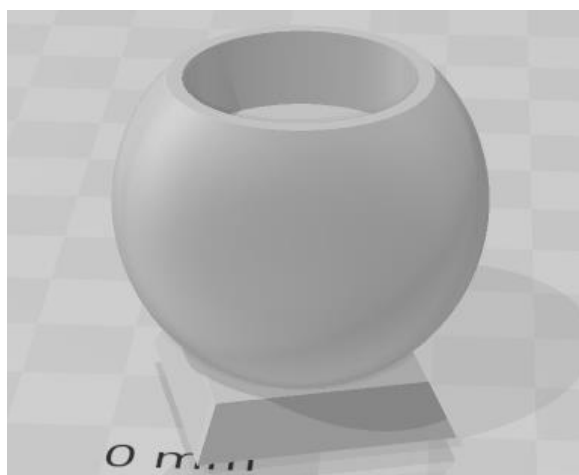
Figura 38- Lisossomo impresso



Autoria: Própria

Em busca de melhorar a visualização visual e tato da organela lisossomo, foi desenvolvido um segundo modelo que consiste em trazer uma interação maior de como a estrutura é formada, com uma pequena abertura em sua parte superior com cola de silicone para simbolizar as várias enzimas digestivas que se localizam em seu interior (figuras 39 e 40), cada uma delas é capaz de digerir determinado tipo de substância, por exemplo: proteases (digerem aminoácidos), lipases (digerem lipídios), nucleases (digerem ácidos nucleicos).

Figura 39 - Desenho 3D Lisossomo



Autoria: Própria

Figura 40 - Lisossomo 3D com as enzimas

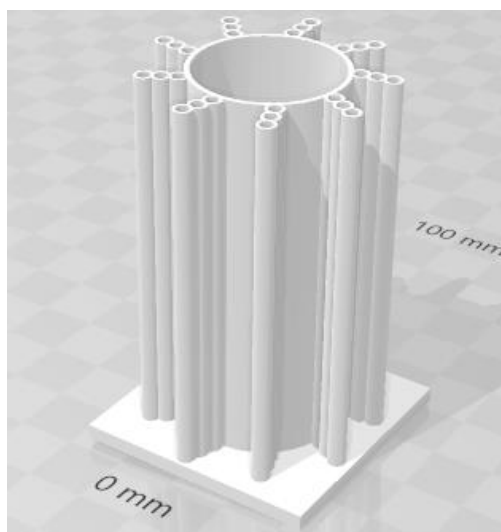


Autoria: Própria

2.7.4 Centríolo

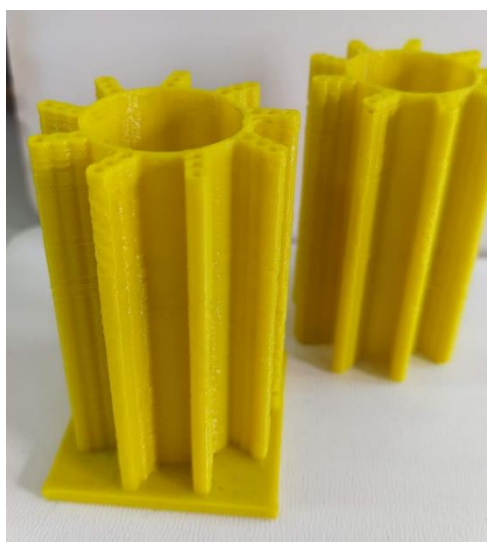
Os centríolos são pequenas estruturas cilíndricas que estão presentes nas células eucarióticas, são compostos por nove conjuntos de três microtúbulos cada, e eles se mantêm unidos por meio de proteínas adesivas, as dineínas. Eles participam do processo de divisão celular das células animais, e têm a capacidade de se autoduplicar antes da célula começar a se dividir. Os centríolos também participam da formação dos cílios e flagelos. A figura 41 mostra o desenho da célula e a figura 42 a célula impressa.

Figura 41- Desenho do Centríolo



Autoria: Própria

Figura 42- Centríolo Impresso



Autoria: Própria

2.7.5 Complexo de Golgi

O Complexo de Golgi é formado por bolsas membranosas achatadas e empilhadas. Suas principais funções são a modificação, o empacotamento, a secreção de substâncias, a formação dos lisossomos e dos acrossomos de espermatozoides. A figura 43 mostra o desenho da organela e a figura 44 a organela impressa.

Figura 43- Desenho do Complexo de Golgi



Autoria: Própria

Figura 44- Complexo de Golgi impresso



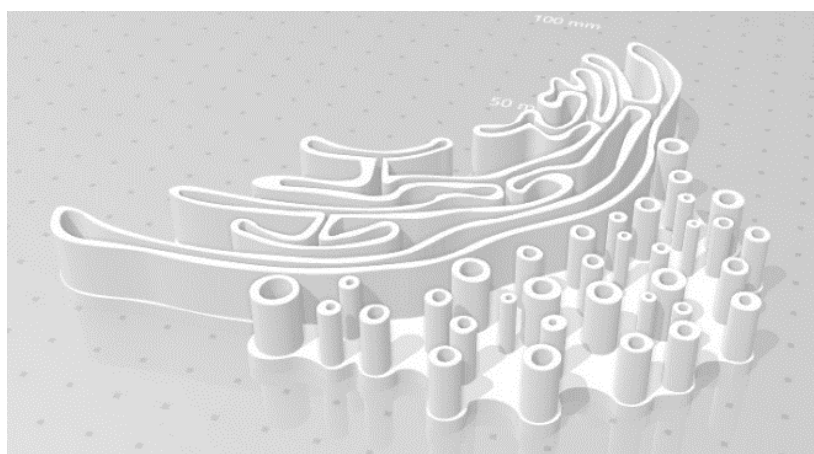
Autoria: Própria

2.7.6 Retículo Endoplasmático

O Retículo Endoplasmático Liso é formado por membranas lisas, sem ribossomos ligados. Sua principal função é a síntese de lipídios, como esteroides, colesterol e fosfolipídios. Também atua na eliminação de toxinas da célula. O Retículo Endoplasmático Rugoso é formado por membranas rugosas, com ribossomos aderidos. Sua principal função é a síntese de proteínas.

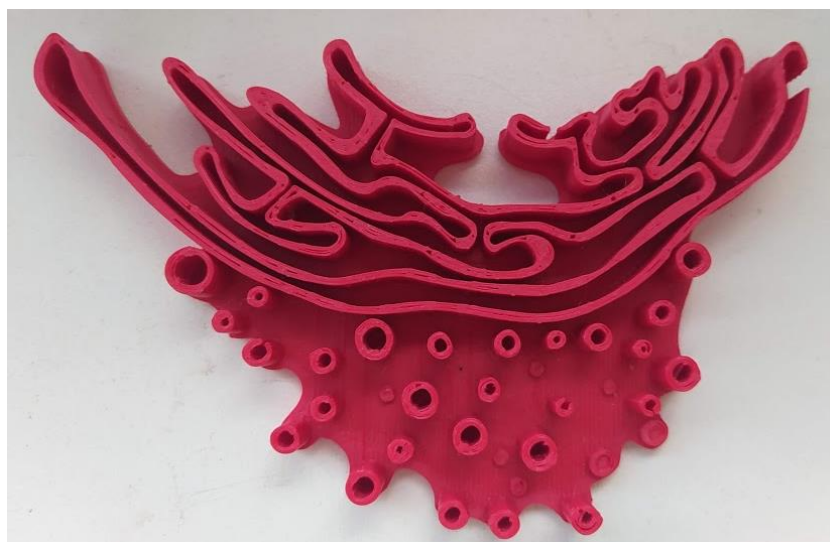
O Retículo Endoplasmático Rugoso está representado em forma de fitas, que se localiza logo atrás do Retículo endoplasmático liso, enquanto o Retículo Endoplasmático Liso está representado na forma de pequenos tubos e podem ser visualizados na figura 45 e 46.

Figura 45- Desenho do Retículo Endoplasmático Liso e Rugoso



Autoria: Própria

Figura 46- Retículo Endoplasmático Liso e Rugoso impresso



Autoria: Própria

2.7.7 Célula Animal

A célula animal é uma célula do tipo eucariótica. Algumas organelas permitem diferenciar uma célula animal de uma célula vegetal, como por exemplo a ausência de parede celular, plastídios e vacúolo central ou de suco celular.

As características básicas de uma célula animal, assim como todas as células, apresentam membrana plasmática e citoplasma. Por ser uma célula eucarionte, possui núcleo e também organelas celulares.

A membrana plasmática é uma membrana que envolve a célula, garantindo a separação do conteúdo celular do meio externo. Ela é constituída por uma bicamada lipídica, na qual se encontram proteínas associadas de diferentes formas.

O citoplasma está localizado, nas células eucarióticas, entre a membrana plasmática e o núcleo, preenchendo o interior celular. É no citoplasma que são encontradas as chamadas organelas celulares e também o citoesqueleto.

As organelas são estruturas envolvidas por membrana que se encontram suspensas no citosol de células eucariontes. Nas células animais, podemos observar a presença das seguintes organelas:

- retículo endoplasmático;
- complexo golgiense;
- lisossomo;
- peroxissomo;
- mitocôndria;
- centríolos.

Algumas dessas organelas podem ser vistas na célula animal desenvolvida. As figuras 47 e 48 apresentam o corpo da célula já impresso para utilização no kit didático e a figura 49 mostra a célula animal finalizada com 7 tipos de organelas.

Figura 47- Corpo da célula fechado



Autoria: Própria

Figura 48- Corpo da célula aberto



Autoria: Própria

Figura 49 - Célula Animal

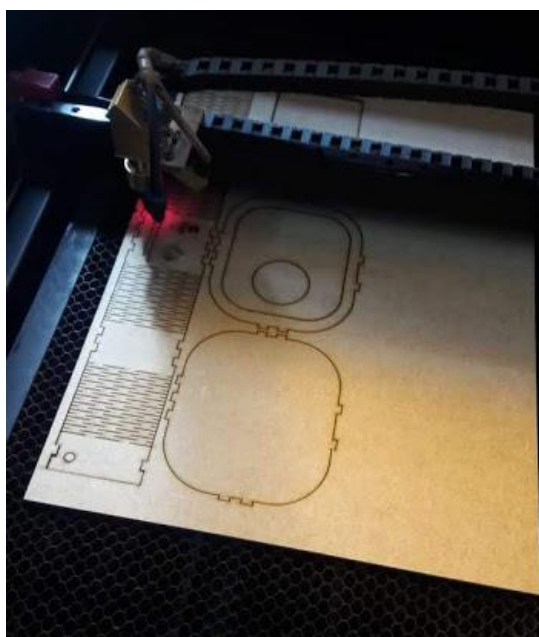


Autoria: Própria

2.7.8 Caixa de Encapsulamento do Circuito Eletrônico

No espaço maker da escola, foi elaborado na máquina corte a laser uma caixinha de MDF para encapsular o circuito elétrico e feito um designer da saída do aut falante, fonte e a localização do leitor RFID, conforme pode ser visto nas figuras 50 a 54.

Figura 50- Corte a laser da base superior, inferior e lateral



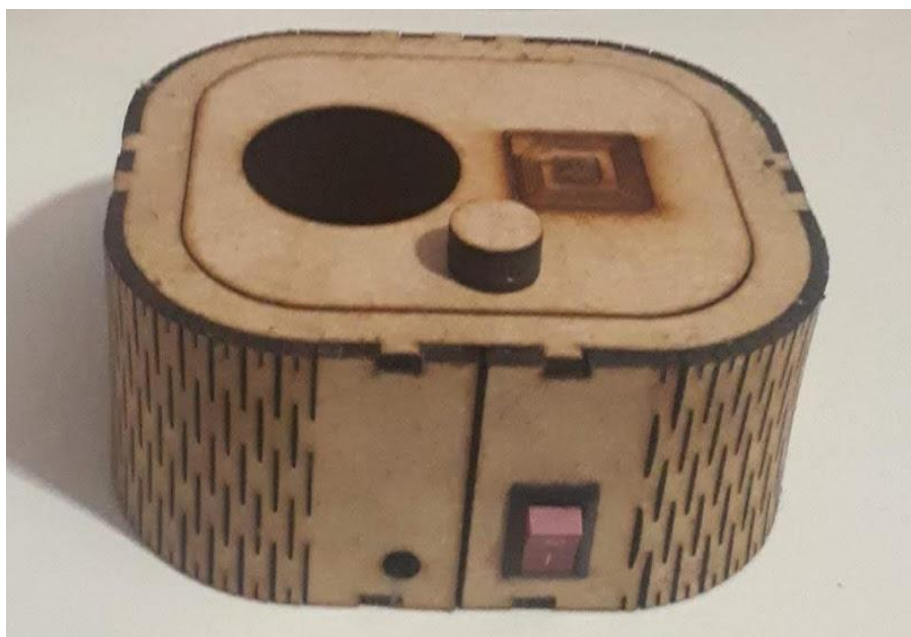
Autoria: Própria

Figura 51- Caixa cortada



Autoria: Própria

Figura 52- Caixa montada



Autoria: Própria

Figura 53- Primeiro corte e impressão



Autoria: Própria

Figura 54- Caixa com as duas primeiras organelas



Autoria: Própria

2.8 Matriz SWOT e CANVAS

Foram utilizadas algumas ferramentas de administração no desenvolvimento deste projeto que serão detalhadas a seguir.

2.8.1 Matriz SWOT

Também conhecida como Análise SWOT, é uma ferramenta que funciona para planejamento estratégico. Devido a sua ampla visualização do cenário do projeto e simplicidade, foi decidido utilizá-la. A figura 55 mostra a o SWOT de 2020 e 56 a matrize SWOT 2021.

Figura 55- Matriz SWOT 2020



Autoria: Própria

Figura 56- Matriz SWOT 2021



Autoria: Própria

2.8.2 CANVAS

O Business Model Canvas é também uma ferramenta de gerenciamento estratégico, que permite desenvolver e projetar modelos de negócio novos ou existentes. Consiste em um modelo de mapa visual contendo nove blocos do modelo de negócios.

2.8.2.1 *Proposta de Valor*

A proposta inicial é o Produto Mínimo Viável (MVP), o produto mínimo viável é um kit didático microcontrolado de citologia utilizando modelos 3D para ser utilizado por estudantes do ensino médio e terá reconhecimento via RFID e sinalização sonora e visual para proporcionar uma melhor experiência para o aprendizado de Biologia. A partir disto é possível criar variações para outros assuntos da matéria de biologia, com o pedido do consumidor.

Posteriormente se decidiu por outras propostas valorizadas por cada segmento para o B2G, B2C e escolas privadas, há a inclusão de alunos com deficiência visual e o ganho de conhecimento e autonomia desses, o que é procurado por escolas e pais. Já em exclusividade para o segmento B2B, o produto é uma inovação, uma ferramenta didática que proporciona inclusão de alunos com deficiência visual sem a necessidade de uma tutoria 100% de um professor ou orientador, além de ser uma fonte de lucro caso seja revendido por empresas associadas.

2.8.2.2 *Segmento de Clientes*

Para a escolha de segmentos a serem trabalhados pelo projeto, foi utilizado o modelo “Business to”, segue abaixo os tipos de segmentos escolhidos:

- B2B - Business to Business (empresa para empresa)
- B2C - Business to Consumer (empresa para o consumidor final)
- B2G - Business to Government (empresa para governo)

O mercado determinado para B2G foi a rede de educação básica, controlada pela rede federal, municipal e estadual. Já para o representante B2B, foram as empresas privadas, destas as que já utilizavam de kits didáticos. Por último, a limitação B2C, foi focada nos pais e responsáveis legais de estudantes com algum grau de deficiência visual ou que tenham dificuldade nessa matéria. Foi levada em conta a falta de materiais didáticos disponíveis nesse ensino, em vista que os atuais

não visam a inclusão de todos os alunos. Para sanar essa limitação, foi realizada uma pesquisa com professores da área de biologia para dimensionar os problemas encontrados por eles.

2.8.2.3 Canais

Os canais servem para a entrega do produto ao cliente e seu contato rápido com o produtor, numa forma de manter o relacionamento mantido com cada segmento de cliente. Dentre os canais escolhidos, alguns foram definidos especificamente para cada tipo de cliente e outros de modo geral para acessar o produto:

- Editais do governo e licitações municipais e estaduais, definidos para o segmento B2G, como a forma utilizada para a compra desse tipo de produto.
- E-commerce por um site próprio, a venda online do projeto por meio de um site criado pela empresa, onde cada segmento pode facilmente acessar se localizar.
- E-commerce por sites de vendas online, como sites próprios para a venda de produtos virtuais, como o Mercado Livre, entre outros.
- Contatos parceiros, nesse caso há um enfoque para o segmento B2C e B2G caso o produto seja revendido por outras empresas no modelo B2B.

2.8.2.4 Relacionamento com Clientes

O relacionamento estabelecido com o cliente dos segmentos escolhidos pela equipe, será por meio de fórum de discussões, um blog ou site próprio, redes sociais, FAQ e por vídeos demonstrando o funcionamento. Utilizando meios físicos ou virtuais para reunir e inserir questões e questionamentos sobre o produto, o modo de uso, perguntas frequentes, buscando a divulgação, baseadas no comportamento online e compras efetuadas pelos clientes. Mantendo, assim, uma interação entre o produtor e o consumidor, visando um vínculo de longo prazo com o cliente.

Numa forma de manter o vínculo direcionado às mais de 180,6 mil escolas no Brasil, com 47,9 milhões de matrículas de acordo com o INEP 2019, e a pessoas com deficiência visual, de acordo com Departamento Científico de Adolescência, 2017 aponta que 24,94% possuem um grau de alguma deficiência e 7,3% deficiência com grau mais severo entre pessoas de 15 a 64 anos de idade.

2.8.2.5 Fonte de Receitas

A fonte de receita para o projeto foi a partir da definição dele como um produto, seus segmentos de clientes, os canais utilizados e a proposta de valor. Assim definiu-se a venda e assistência técnica como forma de gerar receita para o grupo.

Em contrapartida foi necessário definir o custo total dos materiais, como pode ser visto na lista de materiais na aba 10 - estrutura de custos, com o valor total de R\$232,70 e ter ao final o lucro que poderia ser tirado da venda.

Para o cálculo desse lucro utilizou-se da ferramenta online da Shopify, a Calculadora de Margem de Lucro, onde é necessário colocar o valor gasto e a taxa de lucro que quer ter. Na tabela 4 é mostrado os cálculos realizados com esses valores de acordo com margens pré-definidas e geralmente usadas por empresas de pequeno e médio porte.

Tabela 4: Cálculos de lucro projetados

Custo do produto	Taxa de lucro	Preço de venda (R\$)	Margem bruta	Lucro pessoal (R\$)
232,7	0%	232,7	0%	0
	10% *	255,97	9,09%	23,27
	25%	290,88	20,00%	58,17
	50%	349,05	33,33%	116,35
	100%	465,4	50,00%	232,7
	200%	698,1	66,67%	465,4

Autoria: Própria

Com a finalização do projeto em dezembro de 2020, a equipe fará um questionário para os interessados na compra do produto, de forma a definir a margem de lucro que será utilizada e seu preço de venda.

2.8.2.6 Atividades Chave

A customização do projeto se baseia nas seguintes atividades: impressão 3D, montagem física, montagem elétrica, programação, apresentação do produto e manual de instrução para o uso do kit, quando disponibilizados para os clientes.

A impressão 3D foi responsável por dar forma às organelas e trazer a ideia do tato para aqueles que têm baixa ou nenhuma visão. Já a parte da montagem elétrica, trouxe a funcionalidade do projeto, juntamente com a programação que foi essencial para o sistema fazer a leitura da TAG RFID e explicar a função de cada organela.

A montagem física trouxe proteção e estética para a parte elétrica do projeto, de modo a não ficar exposta para meios externos, além de ter um formato de fácil manipulação.

Como citado em “Canais”, o kit acompanhará um manual de instruções virtual, este poderá ser baixado e impresso por meio do site ou redes sociais, a fim de facilitar o uso para cada cliente, além da aba FAQ, onde podem perguntar sobre algo específico ou saber mais.

2.8.2.7 Recursos Chave

Os recursos chaves necessários para a manutenção e fabricação do produto a serem utilizados são: os computadores para a alteração e aperfeiçoamento da programação e desenvolvimento dos modelos das organelas 3D pelo software SolidWorks; impressoras 3D para a impressão física das organelas; máquinas de corte a laser para o encapsulamento de todo o esquema elétrico e designer em MDF ou acrílico; laboratórios de eletrônica para a realização de todo o desenvolvimento elétrico.

Além da disponibilização de um espaço maker, com pessoas responsáveis por monitorar o funcionamento das máquinas e checagem dos componentes. E por fim recursos financeiros do grupo por meio de um fluxo de caixa, para ser possível a compra dos materiais e reposição em possíveis problemas.

2.8.2.8 Parceiros Chave

Os parceiros que irão auxiliar no desenvolvimento do produto serão empresas (B2B) que já possuem uma relação de produção e distribuição de kits didáticos. O Ministério da Educação (B2G) como uma estratégia para fornecer o produto para escolas da rede pública municipal, estadual ou federal e escolas privadas; parcerias com professores destas redes e com pais de alunos com deficiência visual e promover uma aliança de Associação de classe para o apoio sem fins lucrativos em prol das causas sociais.

2.8.2.9 Estrutura de Custos

Para a fabricação do produto são necessárias suas matérias-primas, como filamento 3D, resina, MDF, peças eletrônicas etc., o que totaliza no total R\$232,70, com base na lista de materiais produzidos durante o processo de compra de

materiais, com base nas lojas onde foram comprados, o preço na data, quantidade e valores da unidade e total.

Com o custo inicial definido, foi necessário consultar calculadoras automáticas de lucro, levando em consideração o tempo para a produção e custo inicial do produto. A partir disso se definiu o lucro de 0%, 10%, 25%, 50%, 100% e 200%, para a base que poderá ser usada futuramente, detalhada na tabela utilizada na fonte de receitas.

Os modelos de negócios CANVAS foram desenvolvidos de acordo com cada segmento de mercado, e podem ser identificados na figura 57 que se referente ao modelo canvas B2G, a figura 58 mostra canvas B2B e a figura 59 canvas B2C.

Figura 57- Modelo de negócios CANVAS - B2G

Modelo de Negócios Canvas - B2G				
Parcerias-chave - Professores de alunos com ou sem deficiência; - Associações de classe; - Ministério da Educação; - Secretaria de Educação Municipal e Estadual.	Recursos-chave - Impressão 3D; - Montagem física; - Montagem elétrica; - Programação; - Apresentação do produto; - Ensino do uso do kit. Atividades-chave - Computadores; - Impressoras 3D; - Máquinas de corte a laser.	Proposta de valor - Produto mínimo viável: Kit didático microcontrolado de citologia utilizando modelos 3D com sinalização sonora e visual; - Variações do produto inicial com outros temas. - Inclusão de alunos de baixa ou nenhuma visão; - Ganho de conhecimentos e autonomia para alunos com deficiência;	Relacionamento com clientes - Fórum de discussões; - Blog ou site; - Redes sociais; - FAQ; - Vídeos de funcionamento. Canais - Contatos parceiros; - E-commerce pelo site próprio; - E-commerce por sites de venda online. - Editais do governo; - Licitações municipais ou estaduais.	Segmentos de clientes Escolas públicas e instituições governamentais educacionais
Estrutura de custos - Matéria-prima: Filamento 3D, resina, MDF e peças eletrônicas; - Mão de obra.		Fontes de receita A venda e assistência técnica do produto.		

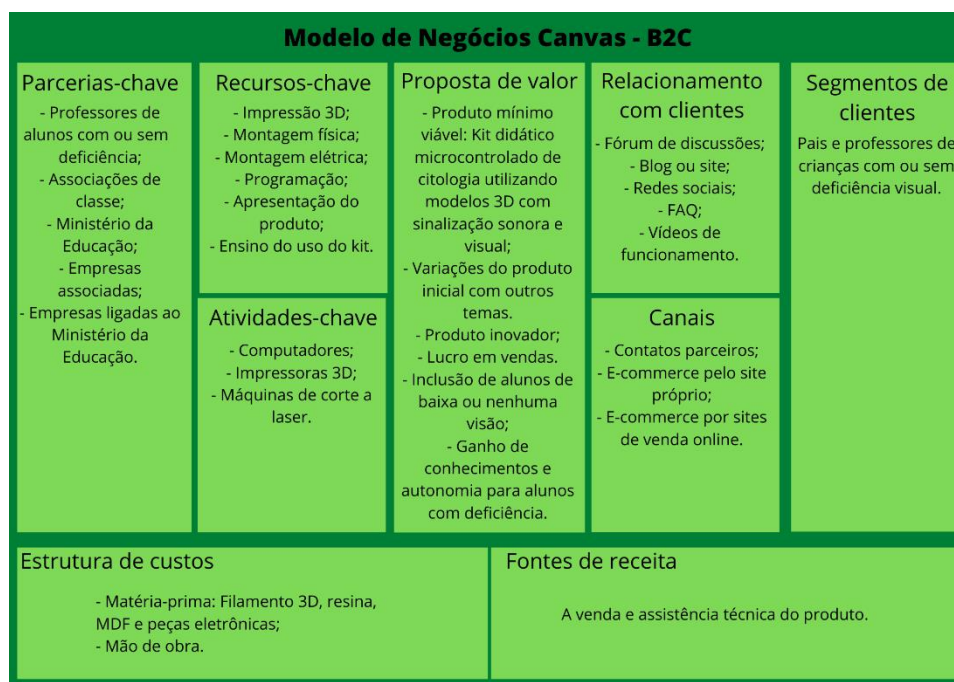
Autoria: Própria

Figura 58- Modelo de negócios CANVAS – B2B



Autoria: Própria

Figura 59- Modelo de negócios CANVAS – B2C



Autoria: Própria

3 RESULTADOS

O protótipo está funcional e os testes de bancada indicam que o kit didático consegue executar as funções sonoras e visuais definidas no escopo deste trabalho. Sendo a sinalização sonora executada pelo módulo MP3 DFPlayer Mini da plataforma Arduino integrado a um alto-falante de 3W RMS e visual, as organelas impressas.

As estruturas foram impressas utilizando filamento PLA, todas organelas definidas no escopo deste projeto já foram impressas, o Complexo golgiense, mostrado na figura 44, retículo endoplasmático liso e rugoso, mostrado na figura 46, mitocôndria mostrado na figura 36, lisossomo mostrado na figura 40, o Núcleo mostrado na figura 34, o centríolo mostrado na figura 42.

A figura 60 mostra o kit didático inicial desenvolvido com quatro organelas impressas, o Complexo golgiense, retículo endoplasmático liso e rugoso, lisossomos e mitocôndria, juntamente com o sistema eletrônico que é composto da sinalização sonora e o sistema de reconhecimento RFID. As TAGs do sistema de reconhecimento RFID foram fixadas na parte inferior de cada estrutura, como por exemplo na figura 61 no retículo endoplasmático liso e rugoso.

As figuras 24 e 26 mostram sistema eletrônico do projeto, a placa PCB e o circuito final na placa impressa, respectivamente, por conseguinte a figura 62 apresenta a placa PCB finalizada e já soldada com todos os componentes.

Uma das propostas definidas no escopo deste projeto foi desenvolver 7 organelas, com às limitações de acesso ao espaço maker da escola devido a pandemia Covid-19 e ao isolamento social, e as dificuldades encontradas para representar o ribossomo em 3D não foi possível concluir a impressão. Por conta disso foi necessário a substituição dessa organela por outra, sendo a organela escolhida o centríolo. Durante a primeira fase de impressão duas organelas, a mitocôndria e o núcleo, não atingiram a escala adequada, necessitando realizar uma nova impressão.

O kit didático 3D está completo com suas sete organelas, sendo elas, o núcleo, mitocôndria, complexo golgiense, retículo endoplasmático liso, rugoso e centríolo. Com sistema de reconhecimento RFID e sistema de sonorização que pronuncia o nome e a função de cada organela, quando passado pelo sistema elétrico desenvolvido, que se encontra na figura 63.

Figura 60- Kit com circuito encapsulado e quatro organelas impressas



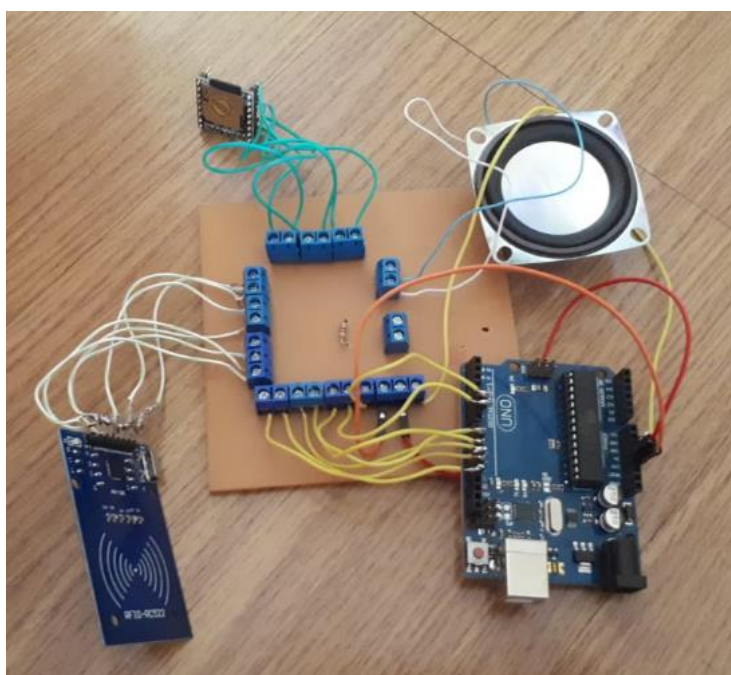
Autoria: Própria

Figura 61- Retículo Endoplasmático com o adesivo RFID



Autoria: Própria

Figura 62- Circuito eletrônico montado



Autoria: Própria

Figura 63- Kit completo



Autoria: Própria

A segunda fase do projeto foi iniciada no ano de 2021, tendo como objetivo o desenvolvimento da célula animal, as novas modificações para o projeto em resposta as sugestões dadas pelos avaliadores de algumas feiras e os próximos passos que haviam sido decididos anteriormente pelo grupo.

Foi desenvolvido a célula animal (figura 64), desenhada no software SolidWorks e impressa na impressora 3D, contendo as setes organelas desenvolvidas afim de demonstrar como elas são organizadas no interior da célula.

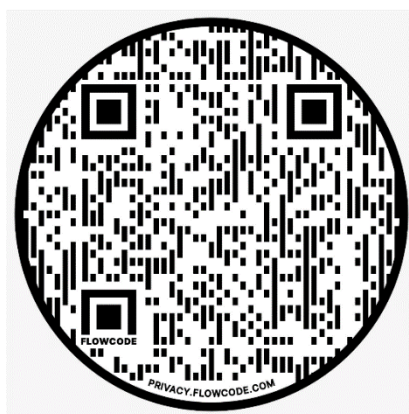
Figura 64: Célula Animal 3D



Autoria: Própria

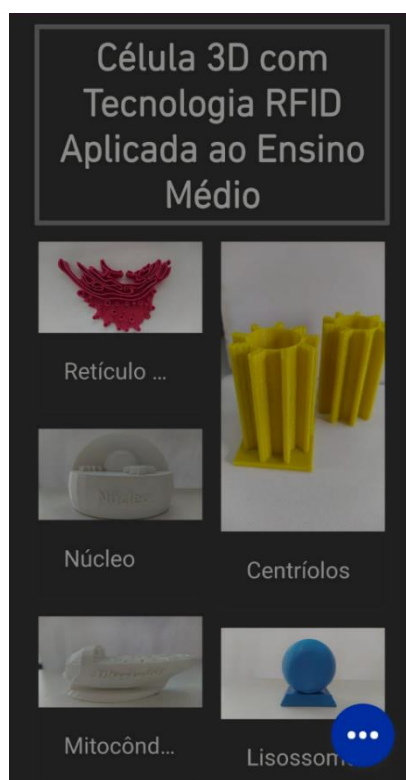
Uma das sugestões apresentada pelos avaliadores foi adicionar o QR Code ao RFID, de modo que alunos possam acessar as informações por um celular com câmera, que levará à página de cada organela e apresentará fotos e um texto explicativo. As figuras 65 a 80 apresentam os QR-Codes e suas páginas referentes ao site.

Figura 65- QR Code – Página inicial



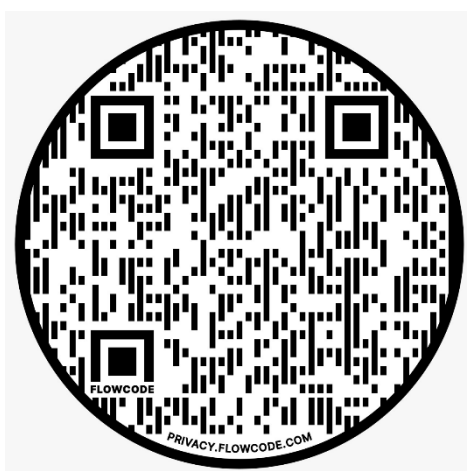
Autoria: Própria

Figura 66- Página de apresentação página inicial



Autoria: Própria

Figura 67- QR Code – Retículo Endoplasmático Rugoso



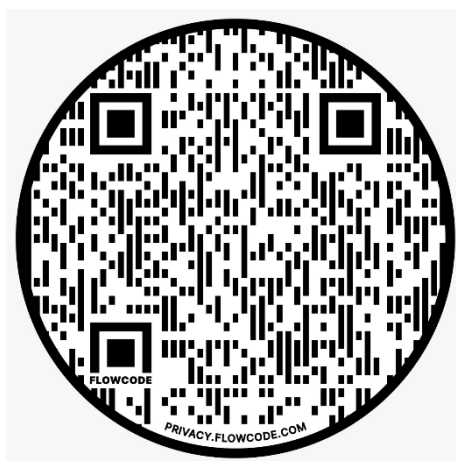
Autoria: Própria

Figura 68- Página de apresentação Retículo Endoplasmático Rugoso



Autoria: Própria

Figura 69- QR Code - Retículo Endoplasmático liso



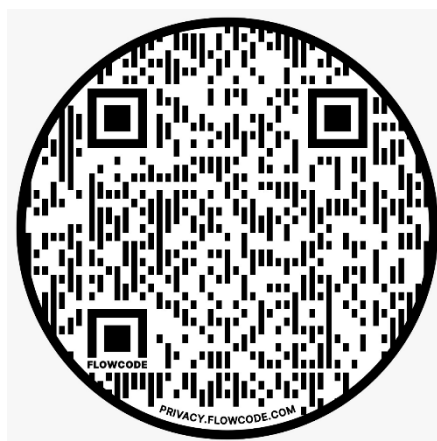
Autoria: Própria

Figura 70- Página de apresentação Retículo Endoplasmático liso



Autoria: Própria

Figura 71- QR Code – Centríolos



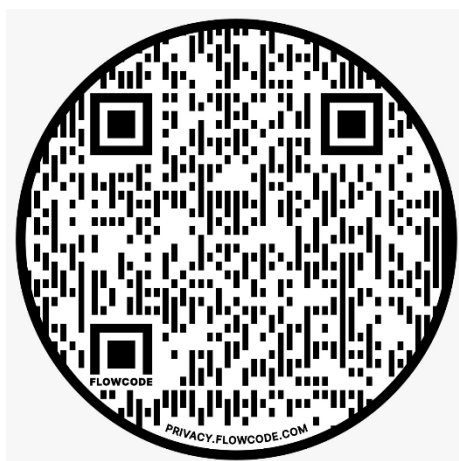
Autoria: Própria

Figura 72- Página de apresentação Centríolos

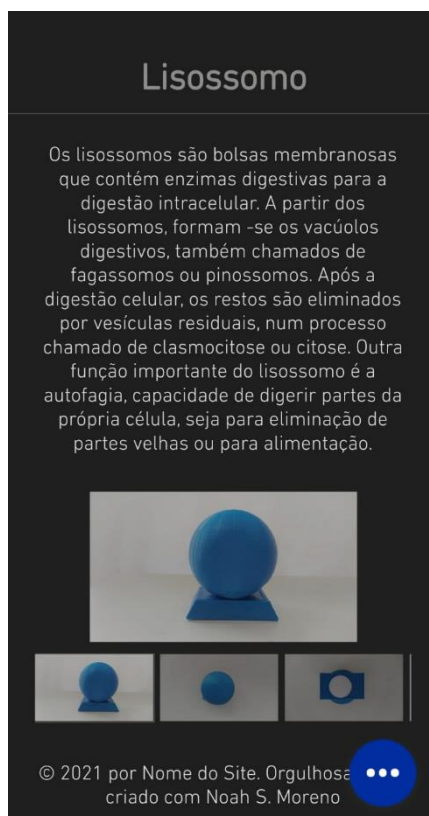


Autoria: Própria

Figura 73- QR Code – Lisossomo



Autoria: Própria

Figura 74- Página de apresentação Lisossomo

Autoria: Própria

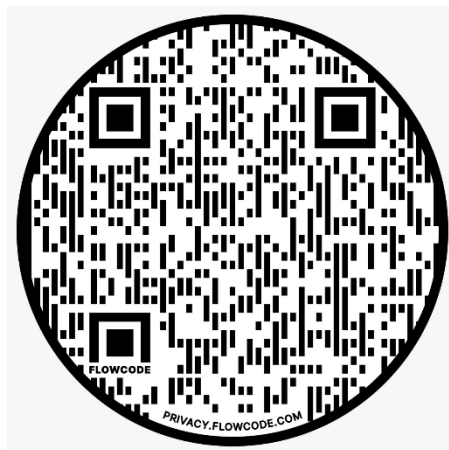
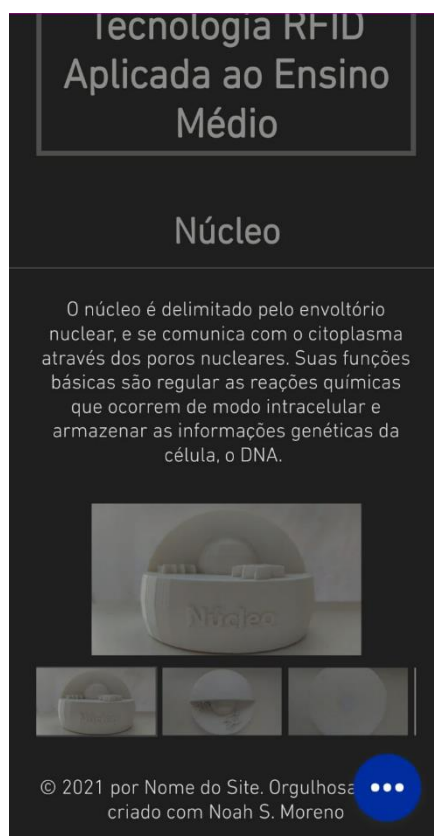
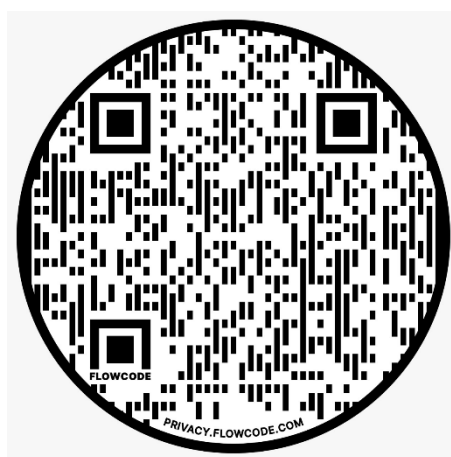
Figura 75- QR Code – Núcleo

Figura 76- Página de apresentação Núcleo



Autoria: Própria

Figura 77- QR Code – Mitocôndria



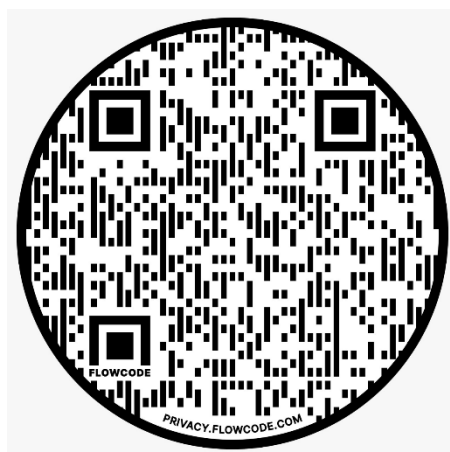
Autoria: Própria

Figura 78- Página de apresentação Mitocôndria



Autoria: Própria

Figura 79- QR Code – Complexo Golgiense



Autoria: Própria

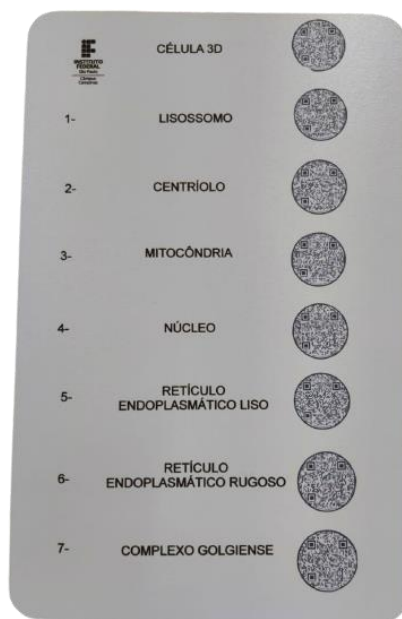
Figura 80- Página de apresentação Complexo Golgiense



Autoria: Própria

Viu se a necessidade de desenvolver uma placa para a identificação das organelas juntamente com os QR-Codes. Assim, foi feito no espaço maker da escola, utilizando a máquina corte a laser e o MDF a confecção da mesma, com um número que corresponde a cada organela e seu respectivo QR-Code, a placa pode ser vista na figura 81. Está sendo estudado a implementação a escrita em braile para facilitar o entendimento e a inclusão de todos os usuários.

Figura 81: Tabela de identificação



Autoria: Própria

Foi construído uma caixa de MDF para guardar o kit, ela possui uma espuma com os recortes de cada organela e da célula animal. A figura 82 mostra a caixa fechada e a figura 83 mostra ela com o kit completo. A caixa ainda está em finalização de seus detalhes.

Figura 82- Caixa de organização



Autoria: Própria

Figura 83- Caixa de organização e equipamentos



Autoria: Própria

O kit Didático se encontra finalizado com seu sistema eletrônico funcional com as sete organelas e a célula animal impressas com o adesivo RFID em sua extremidade e a placa de identificação com os QR-Codes do site prontos para o uso. A figura 84 mostra o kit completo.

Figura 84 - Kit Didático completo com a placa de identificação



Autoria: Própria

O diferencial deste projeto é utilizar componentes comerciais de baixo custo para resolver um problema real de boa parte das escolas de ensino fundamental e médio do país, desde alunos a professores, além de ser uma inovação dessa área com possibilidade de ser replicado em todo o território nacional.

Os autores dispõem de recursos de infraestrutura escolar e pessoal para que o projeto se torne uma realidade, uma vez que os projetos integradores desenvolvidos no campus vêm ano a ano se consolidando. Este é um projeto interdisciplinar que tem potencialidade para mobilizar os alunos dos mais diversos níveis escolares.

3.1 Próximos Passos

Os próximos passos a serem realizados será a partir do kit em seu estado final, para assim ser feito a documentação necessária para os testes em sala de aula, que serão feitos inicialmente em escolas do IFSP e uma escola do Centro Paula Souza, estas devem aceitar a participação e encaminhar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os pais e responsáveis ou alunos maiores de idade. Os alunos que tiveram o termo assinado participarão da pesquisa utilizando o protótipo final nas aulas de citologia da matéria de biologia, acompanhado do professor, que deverá utilizar o kit como uma ferramenta didática de auxílio-aprendizagem.

Feitos os testes serão recolhidos os dados por meio de uma pesquisa de conhecimentos, onde os alunos serão avaliados em relação ao quanto aprenderam e um questionário extra sobre o uso do kit didático, permitindo que deem suas opiniões sobre o modelo apresentado.

A fase de melhorias será feita após os resultados dos testes e do questionário, levando em consideração a nota dos alunos e a relação com o kit. Após a finalização dos implementos será aplicado uma segunda fase de testes nas escolas escolhidas, para averiguar o funcionamento do sistema e validar o ensino-aprendizado por meio deste kit didático.

4 CONCLUSÃO

Portanto, pode ser concluído que os objetivos foram alcançados, sendo ele desenvolver um kit de didático com sistema de som e reconhecimento via RFID. Por conta da pandemia, durante o ano de 2020 não foi possível realizar os testes em sala de aula, ficando para os próximos passos como previsão para 2021. O projeto está

agora em sua segunda fase de desenvolvimento, com a implementação do QR code finalizada e construção do corpo celular em andamento.

Importante ressaltar que este projeto teve início em fevereiro de 2020 e em março as aulas foram interrompidas por conta da pandemia do COVID-19. Isto fez com que o grupo elaborasse um novo planejamento das ações do projeto como por exemplo, orientações por vídeo chamadas, reagendamento das atividades de pesquisa e validação do protótipo. Isso resultou os seguintes aprendizados para o grupo: responsabilidade, autonomia, comprometimento e engrandecimento nas atividades de iniciação científica.

O projeto teve sua finalização da primeira fase em dez/2020 e está operacional, atingindo os objetivos propostos, que foi o desenvolvimento de um kit didático em 3D com sete organelas impressas, com sistema de reconhecimento RFID e sistema de sonorização. A segunda fase começou em 2021, com a implementação de melhorias ao protótipo. Devido a atual situação de pandemia e a população não está totalmente vacinada a validação em sala de aula fica comprometida, pois se faz necessário o manuseio presencial do kit com os alunos para saber se o kit atende as necessidades de aprendizagem dos mesmos.

5 REFERÊNCIAS

ARDUINO E CIA (Brasil). Como usar o Módulo MP3 DFPlayer Mini. *In*: ARDUINO E CIA (Brasil). **Arduino e Cia**: Posts. Brasil, 25 out. 2017. Disponível em: <https://www.arduinoecia.com.br/modulo-mp3-dfplayer-mini-dfrobot-arduino/>. Acesso em: 23 abr. 2020.

BORGES, Regina Maria Rabello; LIMA, Valderéz Marina do Rosário. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vigo, Espanha, v. 6, n. 1, p. 165-175, 2007. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART10_Vol6_N1.pdf. Acesso em: 21 abr. 2020.

BRASIL. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, DF: Congresso Nacional, ano 108, 20 dez. 1996. Disponível em: https://www.geledes.org.br/wp-content/uploads/2009/04/lei_diretrizes.pdf. Acesso em: 21 abr. 2020.

CABRERA, Waldirléia Baragatti. **A Ludicidade para o Ensino Médio na Disciplina de Biologia: Contribuições ao processo de aprendizagem em conformidade com os pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa**. 2007. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000120306> Acesso em: 28 fev 2021.

DELORS, Jacques et al. EDUCAÇÃO: UM TESOURO A DESCOBRIR: Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. *In*: UNESCO: Digital Library. Brasil: CORTEZ EDITORA/UNESCO no Brasil, 2008. Disponível em: https://www.pucsp.br/ecopolitica/documentos/cultura_da_paz/docs/Dellors_alli_Relatorio_Unesco_Educacao_tesouro_descobrir_2008.pdf. Acesso em: 21 abr. 2020.

FRACALANZA, Hilário; AMARAL, Ivan Amorosino; GOUVEIA, Mariley Simões Flória. O ENSINO DE CIÊNCIAS NO PRIMEIRO GRAU. São Paulo: Atual, 1987. 98 p. Disponível em:
<https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/cef/article/view/9169/4608>. Acesso em: 21 abr. 2020.

FREITAS, M. E. M. Desenvolvimento e aplicação de kits educativos tridimensionais de célula animal e vegetal. Ciências em Foco, v. 2, n. 1, 31 jan. 2013.

GOVERNO FEDERAL (Brasil). Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasil: Ministério da Educação, [21--]. Disponível em:
<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 21 abr. 2020.

IBGE (Brasil). IBGE Educa. Conheça o Brasil - População: Pessoas com deficiência. Brasil: IBGE, 2010. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/20551-pessoas-com-deficiencia.html>. Acesso em: 21 abr. 2020.

INEP. PISA. **Brasil no PISA 2015**: Análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros. Brasil: Fundação Santilla, 2015. 274 p. Disponível em:
http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa2015_completo_final_baixa.pdf. Acesso em: 28 maio 2020.

Interdisciplinar (Curso de Ciências Biológicas) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, SP, 2011. Disponível em:
https://www.mackenzie.br/fileadmin/OLD/47/Graduacao/CCBS/Cursos/Ciencias_Biologicas/1o_2012/Biblioteca_TCC_Lic/2011/2o_2011/Gislene_Melo_e_Laura_Alves.pdf. Acesso em: 28 maio 2020.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. **Pluralismo metodológico no ensino de ciências. Ciência e Educação**, v. 9, n. 2: 247-260. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/07.pdf> Acesso em: 28 fev 2021.

MELO, Gislene dos Santos; ALVES, Laura de Araujo. **DIFICULDADES NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA CELULAR EM INICIANTE DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS.**
Orientador: Prof.^a Dr.^a Flavia Pinheiro Zanotto. 2011. 43 f. Trabalho de Graduação

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. INEP. História. In: MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. INEP. Sobre INEP. Brasília, DF, 2019a. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/historia>. Acesso em: 21 abr. 2020.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. O censo escolar. Brasília, 2019b. Infográfico. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/censo-escolar>. Acesso em: 21 abr. 2020.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Diretoria de estatísticas educacionais. Censo da educação básica: Notas estatísticas. Brasil: Ministério da Educação, 2019c. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/documents/186968/0/Notas+Estat%C3%ADsticas+-+Censo+da+Educa%C3%A7%C3%A3o+B%C3%A1sica+2019/43bf4c5b-b478-4c5d-ae17-7d55ced4c37d?version=1.0>. Acesso em: 21 abr. 2020.

OLIVEIRA, Ana Carolina Sabino *et al.* MODELOS DIDÁTICOS COMO RECURSO PARA O ENSINO DE BIOLOGIA: UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE IGUATU/CE. In: EDUCERE: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO, XII., 2015, Curitiba, PR. **Anais [...]**. Curitiba, PR: [s. n.], 2015. Tema: Educação, p. 24263-24274. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/17802_10070.pdf. Acesso em: 28 maio 2020.

OLIVEIRA, Euler. Como usar com Arduino: KIT RFID MFRC522. *In*: BLOG MASTER WALKER SHOP (Brasil). **MasterWalker**: Eletronic Shop. Brasil, 29 ago. 2019. Disponível em: <https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-kit-rfid-mfrc522/>. Acesso em: 9 abr. 2020.

PENHALVER, N. G.; LAGANÁ, H. **Abstração e escala no ensino de citologia**. Revista da SBEnBio, n. 7: 5998-6007. 2014 Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/download/1279/818> Acesso em: 28 fev 2021.

SBP. Departamento Científico de Adolescência. **Atualização sobre Inclusão de Crianças e Adolescentes com Deficiência**. Brasil: SBP, 2017. 22 p. v. 3. Disponível em: https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/2017/05/Atualizacao-sobre-Inclusao-de-Crianas-e-Adolescentes-com-Deficincia.pdf. Acesso em: 28 maio 2020.

SILVEIRA, M. L. **Dificuldades de aprendizagem e concepções alternativas em Biologia: a visão de professores em formação sobre o conteúdo de citologia**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte. 197 p. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/16104/1/MarianaLS_DISSERT.pdf Acesso em: 28 fev 2021.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini. PESQUISA EM ENSINO DE BIOLOGIA NO BRASIL [1972-2004]: UM ESTUDO BASEADO EM DISSERTAÇÕES E TESES. Orientador: Jorge Megid Neto. 2008. 406 p. Tese de doutorado (Faculdade de educação, doutorado) - Unicamp, Campinas, SP, 2008. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/251678/1/Teixeira_PauloMarceloMarini_D.pdf. Acesso em: 21 abr. 2020.