



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA



**SIMENDEL: UM APLICATIVO DE CELULAR PARA SIMULAR AS
LEIS DE MENDEL**

EDUARDO PORTO

Rio de Janeiro

2022

EDUARDO PORTO

**SIMENDEL: UM APLICATIVO DE CELULAR PARA SIMULAR AS
LEIS DE MENDEL**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, do Instituto de Biologia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Prof. Dra. Carolina Moreira Voloch

Rio de Janeiro

2022

P853s Porto, Eduardo
SIMENDEL: Um aplicativo de celular para simular
as leis de Mendel / Eduardo Porto. -- Rio de
Janeiro, 2022.
51 f.

Orientador: Carolina Moreira Voloch.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Programa de
Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional,
2022.

1. Origem da vida, evolução, ecologia e
biodiversidade. 2. Biodiversidade animal e evolução.
3. Aplicativo de celular. I. Voloch, Carolina
Moreira, orient. II. Título.

Eduardo Porto

SIMENDEL: UM APLICATIVO DE CELULAR PARA SIMULAR AS LEIS DE MENDEL

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, do Instituto de Biologia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Aprovada em: 31/08/2022

Por:

Assinatura presidente: Caroline Voloch
Prof^a. Dr^a. Carolina Moreira Voloch

Assinatura: Ana Lucia Gianni
Nome completo: Prof^a. Dr^a. Ana Lucia Moraes Giannini
Instituição à qual é vinculado(a): UFRJ

Assinatura: Roberta K.T.M. Loh
Nome completo: Prof^a. Dr^a. Roberta Kuan Tchien de Mello Loh
Instituição à qual é vinculado(a): IFRJ

Rio de Janeiro
Agosto/2022

Relato do Mestrando

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Mestrando: Eduardo Porto

Título do TCM: SIMENDEL: UM APLICATIVO DE CELULAR PARA SIMULAR AS LEIS DE MENDEL.

Data da defesa: 31/08/2022.

PROFBIO: um desafio que valeu a pena. Ser aprovado no processo seletivo do PROFBIO 2020 foi um momento muito especial enquanto professor. Exercendo o magistério desde o primeiro ciclo do fundamental na década de 80 e hoje no ensino médio, o sonho pelo Mestrado parecia cada vez mais impossível de se realizar, principalmente com o avanço da idade e a aposentadoria já a caminho. Até o dia da prova pensei em desistir por não ter me preparado, no entanto fui incentivado pela esposa, que mais uma vez se mostrara ao meu lado sendo a fiel e maior apoiadora. O mestrado passou a se tornar muito mais que um curso, passou a fazer parte de uma agradável convivência e troca de experiências com professores, colegas e amigos. Que me fortaleceu ainda mais para superar os desafios contemporâneos no ensino de Biologia. Assim, tive momentos alegres e outros nem tanto, mas que foram fundamentais e marcantes para continuar. Vários foram os desafios, porém quero ressaltar dois deles dentro da minha experiência no PROFBIO. O primeiro momento foi à proficiência em língua estrangeira, inglês especificamente, embora gostando muito do inglês ainda não conseguir estudá-lo o suficiente. O contato com a língua sempre foi na necessidade de traduzir palavras soltas ou dentro de textos, principalmente nos artigos científicos, reprovei na primeira tentativa por poucos pontos, mas, que me deixou muito chateado e preocupado com a segunda e última chance. Outro momento especial, foi na qualificação do tema 2, eu e alguns colegas tivemos que complementar as respostas em vídeos no dia 26 de setembro de 2021. Momentos tensos que foram superados. Por fim, ficou uma grande aprendizagem a partir deste mestrado, superar as dificuldades existentes dentro das salas de aula e, também as dificuldades pessoais, que às vezes são inevitáveis, mas, que devemos passar para continuar reinventando a nossa vida pessoal e profissional. Todo Mestrado ocorreu no período pandêmico e, como toda humanidade, precisamos de apoio, fé e união. Nossa turma se mostrou unida, lutamos, buscamos e nos apoiamos nos momentos mais críticos. Contamos muito como os excelentes professores que tivemos e também com colegas de outros polos. Enquanto escrevo, sinto a sensação que estamos vencendo este período pandêmico com muita ciência e Fé. Uma confirmação que como seres humanos somos capazes. A Educação continua sendo o caminho para o bem estar da civilização.

AGRADECIMENTO

A Deus pela vida e todas as oportunidades das minhas conquistas.

A professora Dr^a. Carolina Moreira Voloch por sua paciência na orientação, parceria e confiança para a realização deste trabalho, sempre a disposição e principalmente no incentivo nos momentos mais críticos.

A todos os professores do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Biologia, PROFBIO da UFRJ, pelas excelentes aulas ministradas e todos os ensinamentos passados.

Aos colegas e amigos da turma de 2020 que unidos foram significativamente importantes na superação dos desafios, principalmente neste período pandêmico que muitas barreiras tiveram que serem superadas.

Ao excepcional grupo de estudo intitulado como grupo 5, representado pelas amigas mestrandas Amanda Macedo de Freitas, Renata Santos de Meirelles Lagden Muratori, Suelen Soares Sérico e Tatiana Vargas Loures.

A representante de turma, Luciana Maria Pinheiro Vieira que com seu empenho e dedicação peculiar, nos representou perante a coordenação local e Nacional.

A SEEDUC-RJ e ao Ciep Brizolão 355 Roquete Pinto pelo apoio e valorização que sempre dedica aos profissionais de educação.

A toda minha família pela compreensão das minhas ausências, principalmente minhas netas: Fernanda, Giovana, Thalita, Cecília e Celina.

Um agradecimento especial à minha esposa e companheira Maria da Gloria, que sempre esteve ao meu lado e de quem recebi o maior incentivo desde o sonho para a realização do Mestrado.

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

*“Ensinar não é transferir conhecimento, mas
criar as possibilidades para a sua própria
produção ou a sua construção”
Paulo Freire*

RESUMO

A utilização de aparelhos de telefonia celular pelos alunos durante as atividades didáticas tem sido motivo de preocupação dos profissionais de educação por, normalmente, estar associada a um baixo rendimento escolar. Por outro lado, não se pode negar que os avanços tecnológicos, mais especificamente, os recursos possibilitados pela utilização dos aparelhos de telefonia celular, são fundamentais para a conectividade e praticidade que a vida moderna exige. Dessa forma, a utilização dos *smartphones* já faz parte do cotidiano de uma parcela relevante da população brasileira. Atualmente, diversas atividades cotidianas incorporaram o uso dos celulares e tem seu desenvolvimento mediado e/ou facilitado pelo uso de aplicativos específicos. Observa-se que esse fenômeno de migração digital para aplicativos celulares tem sido observado por diversos setores, incluindo o financeiro, e comercial, por exemplo, e tem potencial de ser um grande aliado no desenvolvimento educacional também, desde que, utilizado de forma consciente, responsável e legal. Aplicativos específicos para a educação podem melhorar a relação ensino-aprendizagem tornando-a mais gratificante e prazerosa. Este trabalho teve como objetivo criar um aplicativo totalmente gratuito para dispositivo móvel na plataforma Android, cujo principal objetivo é incentivar o processo de aprendizagem proporcionando aos alunos a oportunidade de simular os experimentos das Leis de Mendel. Por meio de simulações, o usuário poderá escolher e testar as sete características do monohibridismo observadas por Mendel. Com base nos resultados das simulações, o aluno criará hipóteses para explicar suas próprias observações, chegando a uma conclusão e compreensão dos resultados alcançados por Mendel. A oportunidade de simular os experimentos de Mendel pode possibilitar a obtenção de resultados semelhantes e a interpretação e compreensão dos resultados por meio de um processo investigativo. O aplicativo foi desenvolvido para ser utilizado sem a limitação da necessidade de estar conectado à internet, permitindo a funcionalidade da maioria dos recursos.

Palavras-chave: Genética; Ensino investigativo, Simulador; Recurso didático.

ABSTRACT

The use of cell phones by students during teaching activities has concerned education professionals as it is usually associated with low school performance. On the other hand, technological advances, more specifically, cell phone devices are fundamental for the connectivity and practicality that modern life requires. Currently, several daily activities have incorporated the use of cell phones and their development is mediated and/or facilitated by the use of specific applications. This phenomenon of digital migration to mobile applications has been observed by several sectors, including financial and commercial, for example, and has the potential to be a great ally in educational development as well, provided that, when used consciously, responsibly, and legally. Specific applications for education can improve the teaching-learning relationship, making it more rewarding and enjoyable. This work aimed to create a completely free application for mobile devices on the Android platform, whose main objective is to encourage the learning process by providing students with the opportunity to simulate the experiments of Mendel's Laws. Through simulations, the user will be able to choose and test the seven characteristics of monohybridism observed by Mendel. Based on the results of the simulations, the student will create hypotheses to explain their own observations, reaching a conclusion and understanding of the results achieved by Mendel. The opportunity to simulate Mendel's experiments can make it possible to obtain similar results and to interpret and understand the results through an investigative process. The application was developed to be used without the limitation of the need to be connected to the internet, allowing the functionality of most features.

Keywords: Genetics; Investigative teaching, Simulator; Didactic resource

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Os sete caracteres estudados por Mendel em <i>Pisum sativum</i>	15
Figura 2: Evolução do celular	16
Figura 3: Captura de tela mostrando a interface do Kodular.	24
Figura 4: Captura de tela mostrando os blocos na interface do kodular.	24
Figura 5: Captura de telas em <i>smartphone</i> , telas de Entrada e Menu do aplicativo SiMendel.	27
Figura 6: Captura de telas do aplicativo SiMendel em <i>smartphone</i> , telas de pesquisa sobre Mendel. .	27
Figura 7: Os sete caracteres estudados por Mendel e as proporções encontradas em <i>Pisum sativum</i> . .	28
Figura 8: Captura de telas do aplicativo SiMendel em <i>smartphone</i> , telas de simulações dos experimentos.	29
Figura 9: Quadro de Punnet	29
Figura 10: Captura de telas do aplicativo SiMendel em <i>smartphone</i> , tela do organismo fictício o “Roca” e telas do Quadro de Punnett sobre a 1ª e 2ª Lei de Mendel.	30
Figura 11: Captura de telas do aplicativo SiMendel em <i>smartphone</i> , telas do questionário em formato <i>Quiz</i>	32
Figura 12: Captura de telas do aplicativo SiMendel em <i>smartphone</i> , tela com sugestões de links para pesquisas.	33

APÊNDICES E ANEXO

Apêndice 1 – Questões do *Quiz*

Anexo 1 - Parecer consubstanciado do CEP

SUMÁRIO

1 - Introdução	11
1.1 - O Ensino de Biologia e de Genética	11
1.2 - Gregor Mendel.....	14
2 - As dificuldades do Ensino de genética	15
2.1 - TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação	15
2.2 - A integração das Tecnologias da Informação e Comunicação na escola	18
2.3 - Conflitos e legislação sobre a TIC em sala de aula	19
2.4 - Uso pedagógico dos <i>smartphones</i>	21
3 – Objetivos	22
3.1 – Objetivo Geral.....	22
3.2 – Objetivos Específicos.....	22
4 – Metodologia	22
4.1 - Ferramentas utilizadas	23
4.2 - Usabilidade	24
5 – Seleção dos conteúdos	25
6 – Resultados	26
7 – Perspectiva	33
7.1 – Período Pandêmico e aplicação em sala de aula	33
7.2 – Outros aplicativos similares.....	33
8 – Instalação do aplicativo.....	34
9 – Discussão	35
10 – Bibliografia	38

1 - Introdução

1.1 - O Ensino de Biologia e de Genética

O presente trabalho visa contribuir para a formação de novas concepções que contemplem benefícios com a utilização de celular/*smartphone*, como um recurso didático para o ensino investigativo de biologia através de um aplicativo, com objetivo de se alcançar um aprendizado mais significativo, de forma harmoniosa e prazerosa com os recursos que tal ferramenta possa agregar no entendimento dos conteúdos curriculares. Além da popularidade dos *smartphones*, aspectos como mobilidade, praticidade de uso, possibilidade de acesso à Internet e disponibilidade de aplicativos educacionais têm despertado interesse no uso pedagógico desse dispositivo. A utilização do *smartphone* do próprio aluno em ações educacionais é uma estratégia prática que pode colaborar para o processo de ensino e aprendizagem.

Da mesma forma que os professores precisam de formação para adquirir conhecimentos específicos na área da Biologia, eles também precisam estar preparados para lidar com novas tecnologias e utilizar diferentes tipos de metodologia, que possam permitir o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico. De acordo com Barbosa e colaboradores (2015), proporcionar um ensino de qualidade é um verdadeiro desafio, pois o professor precisa acompanhar as descobertas científicas e tecnológicas e fazer com que os alunos a compreendam dentro do seu contexto de vida. Para Campos e Scarpa (2018), a Biologia pode ser uma das disciplinas escolares mais interessantes ou mais enfadonhas para os estudantes, dependendo do modo como ela é abordada.

Ensinar Biologia é motivar, é aguçar a curiosidade, é tornar possível a compreensão dos alunos sobre os fenômenos naturais que ocorrem no cotidiano, além de despertar sua visão crítica. Seria impossível resumir toda a importância do ensino das ciências biológicas em poucas palavras. Isto porque a biologia tornou-se um campo de investigação tão vasto que geralmente não é estudada como uma única disciplina, mas dividida em várias disciplinas científicas.

O ensino de Biologia tem importante relevância para a vida dos cidadãos, principalmente quando se reconhece que se vive em um mundo comandado pela ciência e pela tecnologia e que os conhecimentos científicos se tornam indispensáveis para o desenvolvimento da sociedade humana. (MALAFAIA, et al., 2010, p.166)

Sendo uma disciplina tão próxima da realidade dos alunos, a Biologia precisa ser contextualizada, com conteúdos e metodologias que possibilitem a aprendizagem e estimulem curiosidade pela área. Para isso, o professor precisa tornar suas aulas mais dinâmicas e interessantes, utilizando diferentes recursos e estratégias metodológicas.

Dada à importância do estudo da genética, e a curiosidade dos alunos neste conteúdo, é importante o desenvolvimento de recursos didáticos que permitam abordar esse assunto de forma investigativa, o que tende a facilitar o aprendizado através do protagonismo do aluno. Para Campos e Scarpa (2018) o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) está pautado pela ideia do uso de estratégias didáticas que buscam envolver ativamente os alunos em sua aprendizagem, por meio da geração de questões e problemas nos quais a investigação é condição para resolvê-los.

O objetivo supremo do nosso ensino não é que o aluno no fim conheça e saiba isso ou aquilo, mas sim fazê-lo aprender as maneiras de pesquisar e de refletir, usando métodos de percepção de fenômenos que possa aplicar sozinho, fora da escola, e, sobretudo despertar nele o interesse, a sede de saber, um espírito aberto para os fenômenos do mundo. (AEBLI, 1982, p.36)

Para o desenvolvimento do conhecimento biológico, é necessário o ensino da organização da vida, onde a apreensão do conhecimento, mediante novas operações e aplicações do pensamento, enriqueça as experiências e o saber de cada um. O professor deve oferecer as mais diversas possibilidades que estimulem e favoreçam percepções sobre o objeto de investigação, intervindo como mediador no processo ensino-aprendizagem. “Algumas pessoas, nesse processo interativo, manifestam habilidades e formas de ser que lhes garante maior possibilidade de expandir e expressar sua criatividade. As pessoas são criativas em alguma coisa. Isto vai depender de diversos aspectos, como interesse, motivação, oportunidades, entre outros.” (NUNES; SILVEIRA, 2015, p. 82). Não só a escola, ou somente a sala de aula, vários ambientes podem e devem ser espaço de construção do conhecimento e de interações constantes, onde o educador e o estudante sejam pesquisadores, tenham a capacidade de formular questões, lançar hipóteses, realizar experimentos, desenvolver habilidades de observação, análise, síntese e conclusões, ações de um ensino ativo e investigativo. Atualmente a sociedade exige a aquisição de uma quantidade de informações muito maior do que em qualquer outra época. Para tanto, é importante a formação de cidadãos críticos e conscientes, onde os conhecimentos científico e tecnológico estão e são cada vez mais presentes e requisitados.

O papel das Ciências Naturais é o de colaborar para a compreensão do mundo, suas transformações, interações, situando o estudante como parte integrante deste processo. A apropriação de seus conceitos e procedimentos pode contribuir para o questionamento do que se vê e ouve, para a ampliação das explicações acerca dos fenômenos da natureza, para a compreensão e valorização dos modos de intervir na natureza e de utilizar seus recursos, para a compreensão dos recursos tecnológicos que realizam essas mediações, para a reflexão sobre questões éticas implícitas nas relações entre Ciência, Sociedade e Tecnologia (BRASIL, 1997, p. 20-21). Sabemos também, que é muito importante considerar que os estudantes já possuem uma bagagem cultural, conhecimentos adquiridos pela vivência, que serão resgatados nas unidades de ensino. O desenvolvimento intelectual, emocional e a formação escolar são relevantes e não podem ser esquecidos.

A importância cultural do ensino de Ciências é notória e a Biologia tem essa tarefa, trazendo uma profusão de conhecimentos. A Genética por sua vez, é base para a compreensão da evolução dos seres vivos e de todos os outros assuntos que envolvem a Biologia. A Genética é uma das ciências que mais evoluíram em nossos dias. Podemos dizer que a genética é, atualmente, um conhecimento central e transversal da Biologia. Segundo Snustad e Simmons (2010) as informações genéticas e a análise genética hoje são cruciais para a pesquisa em quase todas as disciplinas biológicas.

O estudo dos genes se caracteriza por ser composto de muitos termos abstratos e de difícil terminologia que somado às dificuldades de compreensão e diferenciação dos conceitos envolvidos, dificultam ainda mais a aprendizagem pelos estudantes.

Entretanto, a aprendizagem desses conceitos pode ser mais efetiva com a utilização de ferramentas e metodologias que tornem este processo mais dinâmico. O desenvolvimento tecnológico atual nos permite fazer uso de vários recursos didáticos em sala de aula, o que pode proporcionar diversas mudanças na forma como o processo de ensino-aprendizagem acontece (WEINGARTNER, 2014).

Alunos do ensino médio têm dificuldade em relacionar termos como DNA, cromossomos, genes, genoma, fenótipo, genótipo, etc (ROCHA, 2013). Trabalhar conteúdos de genética implica no entendimento desses muitos conceitos abstratos e da inter-relação entre eles.

As dificuldades no processo ensino-aprendizado de Genética começam desde a compreensão dos conceitos fundamentais da disciplina. Os desafios encontrados para compreensão da transmissão dos caracteres hereditários, regidos pelas leis de Mendel é observada no ensino médio (EM) e superior (ES), possivelmente devido ao despreparo em

conteúdos anteriores (FABRICIO et al., 2006). O aprendizado de conteúdos abstratos normalmente requer o uso de recursos diferenciais que levem o estudante a compreender o tema e torná-lo significativo na sua trajetória (TEMP, 2004).

1.2 - Gregor Mendel

Parte dos conceitos fundadores da genética como ciência moderna é baseada na pesquisa de Gregor Mendel, um monge que descobriu o modo como as características são herdadas. A base molecular da hereditariedade foi revelada quando James Watson e Francis Crick elucidaram a estrutura do DNA. O projeto Genoma Humano atualmente está envolvido na análise detalhada do DNA humano.

Johann Gregor Mendel nasceu em Heinzendorf, na Silésia Austríaca, região hoje pertencente à República Tcheca em 1822. Seguiu desde cedo à vida religiosa, ordenando-se frade em 1847 aos 25 anos de idade no monastério agostiniano de Brunn. Já havia nesta época, realizado estudos de filosofia e ingressou na Universidade de Vienna em 1851. Voltou a Brunn em 1854, dedicando-se até 1862 ao ensino de História Natural e Matemática. Foi nesta época que Mendel dedicou-se também as suas famosas experiências no cruzamento entre diversas variedades de ervilhas, realizadas na horta do monastério em que vivia. Foi a partir destas experiências que Mendel estabeleceu as leis que hoje levam seu nome. Do resultado de suas observações originou-se o trabalho que foi publicado em 1866, com o título de “Experimentos com plantas híbridas”, onde Mendel formulou teorias básicas: aí estabelecendo o que hoje conhecemos como “leis de Mendel”. O trabalho de Mendel só passou a obter grande reconhecimento no meio científico a partir do início do século XX, tendo ele sido percussor dos posteriores estudos de cientistas como Hugo de Vries, Karl Erich Correns e Erich Tschermak. Estes pesquisadores independentemente realizaram experiências baseadas na obra de Mendel, chamando atenção no mundo científico para as descobertas de seu precursor, atribuindo a ele a descoberta das Leis de Hereditariedade. Sabe-se hoje que as teorias de Mendel são válidas parcialmente, no entanto será sempre atribuído a ele o primeiro grande salto para a história da ciência, quanto à formulação das teorias que regem a transmissão de caracteres hereditários. Mendel faleceu aos 62 anos de idade em 1884.

Mendel estudou a herança de diversas características em ervilhas, que ele cultivou no jardim do monastério. Seu método envolvia a hibridização de plantas que apresentavam características diferentes – por exemplo, plantas baixas eram hibridizadas com plantas altas para ver como as características eram herdadas pela prole. A análise cuidadosa permitiu-lhe

discernir padrões, que o levaram a postular a existência de fatores hereditários responsáveis pelas características que ele estudou. Hoje, chamamos estes fatores de genes.

Mendel estudou vários genes nas ervilhas de jardim. Cada um desses genes está associado a uma característica diferente – por exemplo, altura da planta, ou a cor da flor, ou textura da semente.

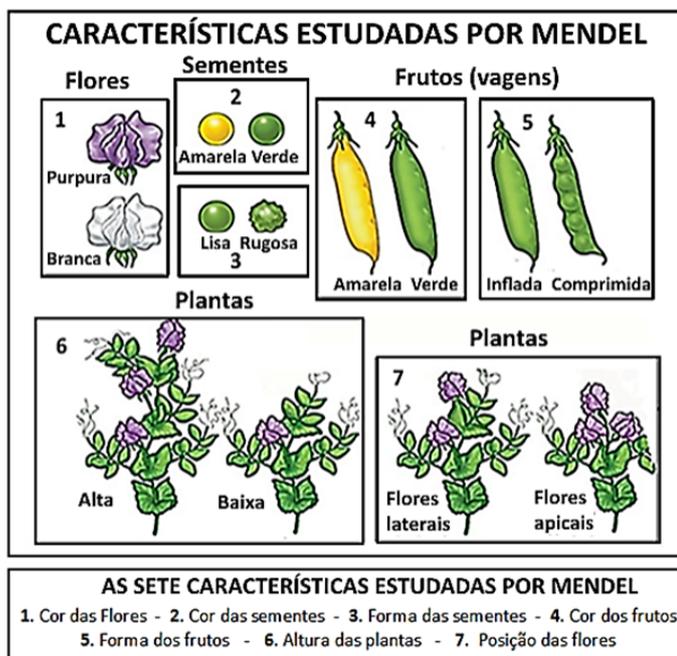


Figura 1: Os sete caracteres estudados por Mendel em *Pisum sativum*.

Fonte: http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20170612151541.pdf

2 - As dificuldades do Ensino de genética

Borges et al. (2017) afirmam que além dos livros didáticos, outros fatores também podem influenciar nas dificuldades de compreensão dos conteúdos de genética. Muitos assuntos, apesar de atraírem a atenção dos alunos, não são compreendidos por diferentes motivos: vocabulário muito específico, excesso de termos técnicos, cálculos matemáticos exigidos etc.

2.1 - TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação

As tecnologias nas últimas décadas têm evoluído de forma tão rápida e da mesma forma é disponibilizada em prol da população, tornando-se ferramentas fundamentais em diversas áreas por auxiliar no processo da aprendizagem.

O avanço acelerado da tecnologia permitiu que o acesso à informação se tornasse muito mais fácil e rápido. Dessa forma, as instituições educacionais foram atingidas. O giz, o quadro negro, o caderno e os livros não são mais as únicas ferramentas que podem ser utilizadas na sala de aula pelos docentes.

Segundo Moran (2000):

A aquisição da informação, dos dados, dependerá cada vez menos do professor. As tecnologias podem trazer, hoje, dados, imagens, resumos de forma rápida e atraente. O papel do professor – o principal papel – é ajudar o aluno a interpretar esses dados, a relacioná-los, a contextualizá-los (MORAN, 2000, p. 29).

Para Pacheco e colaboradores (2017) as Tecnologias da Informação e Comunicação proporcionam ao professor e ao aluno, várias possibilidades de adquirir e compartilhar informações, assim sendo, torna-se necessário que uma evolução aconteça nas escolas e nos métodos utilizados pelos professores. O mundo globalizado exige que as instituições educacionais estejam preparadas para receber às tecnologias e que a inclusão digital comece pelo professor em sala de aula, dessa forma, sendo necessário o conhecimento dos recursos oferecidos pelas mídias educacionais.

Conforme Jordão(2009) no site Tecmundo, a história do telefone móvel, conhecido como celular, começou quando foi efetuada a primeira chamada de um telefone móvel para um telefone fixo em abril de 1973, e ficou comprovado que funcionava perfeitamente. Porém a rede de telefonia celular foi sugerida em 1947 tendo então a confirmação que a havia sido projetada corretamente.

Na primeira geração de celular os aparelhos não eram tão portáteis, e a maioria era desenvolvida para instalação em carros. Maior parte desses aparelhos pesava em média 1kg e com tamanhos próximos aos 30 centímetros de altura e com custo bem alto, nem todo mundo tinha um carro para poder carregar estes equipamentos enormes.



Figura 2: Evolução do celular

Fonte: <https://www.sabedoriaecia.com.br/tecnologia/curiosidades-sobre-a-origem-a-evolucao-e-o-uso-do-telefone-celular/>

No início da década de 90 chegava ao mercado os aparelhos de segunda geração, com peso mais aceitável e bem menor de tamanho. A segunda geração de aparelhos também passou a aderir novos padrões de comunicação e novas tecnologias foram lançadas como: TDMA (Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo), CDMA(Acesso Múltiplo por Divisão de Código) e GSM(Sistema Global para Comunicações Móveis), siglas indicam as diferentes tecnologias utilizadas pelas operadoras de telefonia celular (Ayres, 2017). Esta geração por vários anos trouxe várias novidades.

Com a chegada da terceira geração de celulares (3G) ainda no começo dos anos 2000, várias novidades proporcionaram maior conforto para a população, como vídeochamada, conexão de internet de alta velocidade, economia de energia nos aparelhos e funcionalidade de internet sem a necessidade de um aparelho celular já que foi possível utilizar a rede de internet 3G em Modem(dispositivo de hardware que converte dados em um formato adequado para um meio de transmissão de forma que possam ser transmitidos de um computador para outro).

Hoje falasse em *smartphone*, termo adotado devido à utilização de um sistema operacional nos celulares e que os fabricantes vêm investindo cada vez mais neste tipo de aparelho. Além do sistema operacional, a maioria dos *smartphones* traz rede sem fio (wi-fi), câmera de qualidade razoável, Bluetooth, memória interna com muito espaço — ou espaço para cartão externo, capacidade para reprodução de áudio e vídeo, compatibilidade para utilização de documentos de textos entre outros.

A evolução dos aparelhos móveis e a telefonia celular avançam velozmente. Com a chegada da quarta geração (4G) por volta de 2013, os fabricantes passaram a lançar aparelhos com recursos cada vez mais sofisticados. Velocidades de transmissão de dados bem maiores para a tecnologia da época, em torno de 10 vezes mais rápido do que o 3G, permitiu que serviços complexos, como transmissão de vídeos, músicas e jogos em tempo real fossem utilizados em redes móveis.

Em 2021, A Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) encerrava o leilão do 5G, a nova geração de internet móvel. Primeira etapa para a operação no Brasil. A tecnologia promete uma revolução: conexão com velocidade ultrarrápida, avanços de tecnologias como carros que dirigem sozinhos e a possibilidade de ligar muitos objetos à internet ao mesmo tempo (Feitosa, 2021).

O constante lançamento de novos produtos, plataformas e conceitos cria uma série de possibilidades e necessidades até então inexistentes em nossas vidas. Impossível de se

imaginar a poucos anos atrás, utilizar o aparelho celular para acessar a internet da mesma forma que era feita com computador.

Seguindo a evolução iniciada uma década atrás, percebemos que a tecnologia dos *smartphones* virá para ajudar o usuário.

Diante do avanço tecnológico, as formas de compartilhar o conhecimento e as informações precisam evoluir de uma maneira que as aulas sejam um processo educacional renovado e atrativo.

Uma complexidade que obriga o educador e educando a adequar-se a esta nova realidade. Os alunos vivem em época de amplas mudanças, as quais parecerem ser tão sensacionais que podem muito bem vir a sobrepor as que foram vividas em eras anteriores pelos seus professores.

Podemos dizer que a ciência e a tecnologia podem e devem estar alinhadas em prol da educação conscientes que seus avanços exigem novas formas de aprender e de ensinar.

2.2 - A integração das Tecnologias da Informação e Comunicação na escola

A integração das TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) na escola, em todos os seus níveis, é fundamental porque estas técnicas já estão presentes na vida de todas as crianças e adolescentes e funcionam – de modo desigual – como agências de socialização, concorrendo com a escola e a família. Uma de suas funções é contribuir para compensar as desigualdades que tendem a afastar a escola dos jovens e, por consequência, a dificultar que a instituição escolar cumpra efetivamente sua missão de formar o cidadão e o indivíduo competente.

Amaral e Ruberti (2004) afirmam que os alunos são capacitados para interagir com o sistema simbólico verbal, ou seja, os verbais, tanto na modalidade oral como escrita, e isso poderá repercutir num futuro de forma negativa, já que a sociedade atual é cada vez mais multimídia. A introdução na escola de tecnologias audiovisuais, informáticas e as novas tecnologias da informação e da comunicação, nos levam novamente a refletir sobre a necessidade de contemplar modelos de comunicação mais amplos. Por isso, é importante considerar esta integração, na perspectiva da mídia-educação.

A mídia-educação é parte essencial dos processos de socialização das novas gerações, mas não apenas, pois deve incluir também populações adultas, numa concepção de educação ao longo da vida. Trata-se de um elemento essencial dos processos de produção, reprodução e transmissão da cultura, pois as mídias fazem parte da cultura contemporânea e nela

desempenham papéis cada vez mais importantes, sua apropriação crítica e criativa, sendo, pois, imprescindível para o exercício da cidadania. (BELLONI; BÉVORT, 2009).

É notória a escassez de recursos financeiros, didáticos e até humanos para lidar com a demanda da comunidade escolar. Por outro lado, temos uma população que supera suas necessidades com sacrifício e conquistam bens de consumo fundamentais para a sociedade moderna como o aparelho de celular/*smartphone* e tablet. Partindo da possibilidade dos alunos e professores possuírem aparelhos de *smartphone*, a criação de aplicativos (*softwares*), que funcionem em aparelhos com o mínimo de recurso possível, tornou-se uma real possibilidade para atrelar a utilização dos aparelhos em sala de aula, diminuindo os conflitos pelo mau uso e melhorando o processo de ensino aprendizagem fundamental.

Entende-se que a utilização de celular/*smartphone* em sala de aula deverá ser orientada, acompanhada e supervisionada pelos profissionais de educação e pelos responsáveis no caso de estudantes menores de idade, visando que a utilização deste recurso em sala de aula seja na execução de atividades pedagógicas. Espera-se, que o avanço do processo ensino-aprendizagem oriundas das experiências vivenciadas pelos alunos favoreçam além do desenvolvimento intelectual o amadurecimento individual para o exercício da cidadania. Portanto, faz-se necessário que haja interesse da escola em empreender novas tecnologias móveis como recursos pedagógicos, fomentando o diálogo, numa linguagem harmônica entre mestres e gestores, já que estes são os orientadores de boas práticas. O sucesso no processo ensino-aprendizagem requer recursos pedagógicos e o celular/*smartphone* pode ser um grande aliado, fazendo parte do cotidiano da maioria dos estudantes, principalmente a partir do Ensino Fundamental.

2.3 - Conflitos e legislação sobre a TIC em sala de aula

A utilização dos aparelhos de telefonia móvel, telefones celulares, como ferramenta ou recurso didático é atravessada por diversos desafios. Por exemplo, é virtualmente impossível encontrar um profissional da educação que nunca passou por algum transtorno em sala de aula, devido ao uso indevido de aparelhos de celular durante as atividades propostas. Conforme relata Santos (2015), a queixa do uso do celular na sala de aula tem estado entre as reclamações mais recorrentes feitas por professores. As observações referem-se ao fato de que os celulares tocam durante as aulas e também desviam a atenção dos alunos quando estes utilizam para jogar, navegar na internet, enviar mensagens, ouvir músicas entre outras tantas atividades que oferecem como argumento.

Devido ao mal uso dos telefones em sala de aula, muitos conflitos ocorrem entre os profissionais da educação, alunos e pais. É um assunto polêmico, apresentando divergência entre opiniões de educadores de todo o país. Visando assegurar a harmonia escolar neste período de adaptação pedagógica e tecnológica tentou-se proibir o uso de celular em sala de aula através de Leis e Projetos de Leis das três esferas do Governo. Como exemplo: Projeto de Lei Federal PL 2547 /07, Lei estadual do Rio de Janeiro nº 5222 de 11 de abril de 2008 e a Lei do Município do Rio de Janeiro nº 4734/08. Entretanto, claramente não existe um consenso a respeito do quanto o Estado deve intervir nessa regulação. Essa ausência de concordância entre as entidades legislativas pode ser exemplificado pelo Projeto de Lei 860/2016 aprovado pela Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (que permitiu o uso dos celulares nas escolas estaduais para fins pedagógicos); e pela lei n.º 5.490 de 06/02/2020 aprovada pela Assembleia Legislativa de Mato Grosso do Sul (que permite o uso de celulares nas agências bancárias e instituições assemelhadas, nos postos de gasolina, cinemas, teatros, sala de aula, bibliotecas, salas de concertos, audiências e conferências).

A não aceitação da associação do avanço tecnológico inerente ao exercício pleno da cidadania é uma negação ao futuro da sociedade. Esse direito está, inclusive, assegurado na constituição de 1988, através do artigo 205, onde lê-se que a educação é um direito de todos, possibilitando o pleno desenvolvimento da pessoa e o seu preparo para o exercício da cidadania e qualificação para o trabalho (MARTINS, 2001). Dessa forma a escola além dos outros saberes, tem o papel de combater o analfabetismo tecnológico, fomentando a inclusão digital como também o seu bom uso em benefício da sociedade a ascensão econômica. Na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº. 9.394 de 20 de dezembro de 1996, já no primeiro artigo, inciso segundo, mostra-se a necessidade de vincular a educação escolar ao mundo do trabalho e a prática social, e com a utilização de aparelho celular *smartphone*, o aluno tem a oportunidade de se inserir em redes sociais e em novos formatos para o mundo do trabalho.

Em 2018, em 99,2% dos domicílios em que havia utilização da Internet, o telefone móvel celular era utilizado para este fim (IBGE, 2018) e de acordo Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), o Brasil possuía em maio de 2019 um total de 228,64 milhões de linhas móveis em operação. Particularmente, observa-se que é muito mais fácil esquecer um material escolar do que o aparelho de celular, podendo dizer que o mesmo faz parte do cotidiano, em todos os ambientes incluindo a escola, seja na posse dos alunos como também dos profissionais.

2.4 - Uso pedagógico dos *smartphones*

Os *smartphones* são considerados minicomputadores, fornecendo uma vasta gama de recursos como câmera de vídeo, GPS, jogos, e-mail, acesso à Internet, música, mensagens de texto, e a capacidade de baixar uma infinidade de aplicativos projetados para diferentes propósitos (VÁZQUEZ-CANO, 2014; CHRISTENSEN; KNEZEK, 2018). Com todos estes recursos disponíveis, vemos vastas possibilidades de utilizarmos no processo de ensino e aprendizagem, principalmente no ensino investigativo, pois permite trocar informações, compartilhar ideias, experiências, resolver dúvidas, acessar informações em materiais didáticos, incluindo textos, imagens, áudios, vídeos, artigos, entre outros.

Como defendido por Barral (2012), o conjunto de mídias e meios acoplados ao *smartphone* permite explorar o tempo e o espaço da sala de aula de uma maneira conectada a outros espaços e tempos sociais. A mobilidade possibilitada pelos *smartphones* é uma das características que acabou por conduzir essa tecnologia para o espaço escolar, uma das instituições sociais mais importantes e presentes na vida da maioria dos adolescentes e jovens (BARRAL, 2012). A utilização dos *smartphones* na sala de aula traz novas oportunidades de ensino, é possível utilizar aplicativos e recursos gratuitos, on-line, colaborativos e sociais (BACICH; MORAN, 2018). A possibilidade de uso pedagógico desses dispositivos móveis é uma estratégia simples e prática de aproximar ainda mais a realidade dos estudantes aos conteúdos abordados nas salas de aula (RODRIGUES, 2015). A disseminação dos *smartphones* tem incentivado o desenvolvimento de novos aplicativos com potencial para enriquecer o aprendizado dentro e fora da sala de aula. Esses aplicativos englobam os desenvolvidos especificamente com finalidade educacional e, também, os criados para outros propósitos, mas que podem ser utilizados para fins pedagógicos (EDUCAUSE, 2010). No ensino de Biologia sobre Anatomia e Fisiologia Humana, os aplicativos podem ser utilizados para enriquecer o conhecimento dos estudantes, constituindo um ambiente de aprendizagem atrativo, favorecendo a compreensão dos conteúdos (JUANES-MÉNDEZ et al., 2016). A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) sugere o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros) nas aulas sobre o corpo humano, visando auxiliar o entendimento dos assuntos.

Oliveira e colaboradores (2016) corroboram que a utilização de *smartphones* e tablets por adolescentes em atividades escolares e observam a forma como essas tecnologias estão inseridas na rotina das pessoas e principalmente dos adolescentes. Nessa visão, mais do rápido possível a escola precisa aprender a lidar com essa nova realidade e perceber que a utilização de aplicativos móveis no ensino pode contribuir e facilitar a abordagem de conteúdos

complexos de disciplinas. É percebido que essa movimentação de inovação tecnológica na educação deve integrar essas tecnologias como recurso no contexto escolar

A utilização do aplicativo pelos alunos promoveu o aumento de 43% na avaliação dos conteúdos e conhecimentos abordados na área de Biologia (OLIVEIRA et al., 2016). Por que o uso de aplicativos de dispositivos móveis não é aceito na sala de aula se podem contribuir para a aprendizagem dos alunos, possibilitando inovação no ensino de Biologia?

3 – Objetivos

3.1 – Objetivo Geral

Desenvolver um aplicativo, na plataforma Android, gratuito, para celular/*smartphone* para simulação das Leis de Mendel.

3.2 – Objetivos Específicos

- Utilização do aplicativo como uma ferramenta pedagógica nas aulas de Biologia com alunos do ensino médio;
- Promover maior dinamismo e interação entre alunos e professores de forma a favorecer a aprendizagem no processo educativo;
- Estimular o processo ensino-aprendizagem, abordando os experimentos das Leis de Mendel através de simulações dos experimentos, imagens, questionário no formato *Quiz* e instigações para pesquisas sobre o assunto;
- Proporcionar ao aluno a oportunidade de simular experimentos pelo aplicativo proposto por quantas vezes julgar necessário, possibilitando a oportunidade de criar hipóteses e testá-las através do aplicativo;
- Mostrar as potencialidades do ensino por investigação para o ensino da Genética, de forma a torna-lo mais significativo aos estudantes.

4 – Metodologia

A ideia do desenvolvimento de um aplicativo surge a partir de um dos requisitos necessários para à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia pelo Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO a criação de um produto que contribuísse na Educação Básica, a percepção das dificuldades de vários alunos a compreensão dos conteúdos de genética aliada a uma inquietude sobre a utilização de celular em sala de aula.

Para o desenvolvimento do aplicativo foi realizado um levantamento sobre a plataforma Android, com a finalidade de verificar a tecnologia mais apropriada. Foi escolhida

para criação o Software o App Inventor for Android e a plataforma Kodular que são gratuitas que oferecem ferramentas e suporte para o usuário com o objetivo de facilitar o processo de criação de aplicativos, aplicações de códigos abertos e a linguagem java, pois esta plataforma favorece a criação de aplicativos de forma produtiva, padronizada e dinâmica. Para a finalização do aplicativo temos a possibilidade programar para várias versões do Android incluindo as mais antigas, utilizadas por muitos alunos em aparelhos não tão modernos.

Embora exista uma quantidade considerável de pessoas que possuem aparelhos de celular/*smartphone*, sabemos que nem todas possuem acesso à internet, ou por falta de crédito ou pela dificuldade de conexão da área em que a residência ou a escola esteja localizada. Isso exige que o aplicativo tenha condições de funcionamento *off-line* ou através de outra forma de transmissão e interação de dados.

4.1 - Ferramentas utilizadas

Para o desenvolvimento e construção do “SiMendel”, inicialmente foi utilizada a ferramenta de programação App Inventor e em seguida foi utilizada a plataforma Kodular. Uma plataforma gratuita que oferece ferramentas e suporte para o usuário com o objetivo de facilitar o processo de criação de aplicativo. A partir de blocos lógicos de programação, essa ferramenta permite a criação de aplicativos sem a necessidade de conhecimentos aprofundados sobre programação.

O Kodular (figura 3) tem como base o App Inventor. Com esta ferramenta a programação se torna mais prática já que oferece diversos recursos e suporte aos desenvolvedores para que seja possível criar aplicativos sem necessidade de codificar. Eles fornecem vários tipos de serviços para a criação de aplicativos Android sem codificação. Além disso, o Kodular conta com mais de 185 componentes exclusivos que adicionarão recursos diferentes aos aplicativos criados. (KODULAR, 2019).

Sua operação é muito simples, pois para criar aplicativos basta apenas arrastar “componentes” (os elementos visuais básicos de qualquer aplicativo, a interface e campos de digitação, por exemplo) começando do zero, ou seja, a partir de uma tela em branco. Importante que o desenvolvedor tenha uma noção de programação, porém não é imprescindível, já que existem diversas aulas, dicas e orientações disponíveis nas redes sociais, entre elas o Youtube e o Facebook.

A segunda parte, que dá sentido a esses componentes, são os “blocos” (figura 4). Esses elementos são encarregados de fazer a comunicação entre todos os comandos, por meio da interação do usuário, como exemplos, responder a estímulos, ações e gerar eventos.

O exemplo que eles dão nos tutoriais do Kodular descrevem bem os “blocos”. O que o aplicativo deve fazer quando o usuário clica em um botão? A quais dados devo ter acesso? Os blocos são responsáveis por todo o funcionamento do aplicativo.

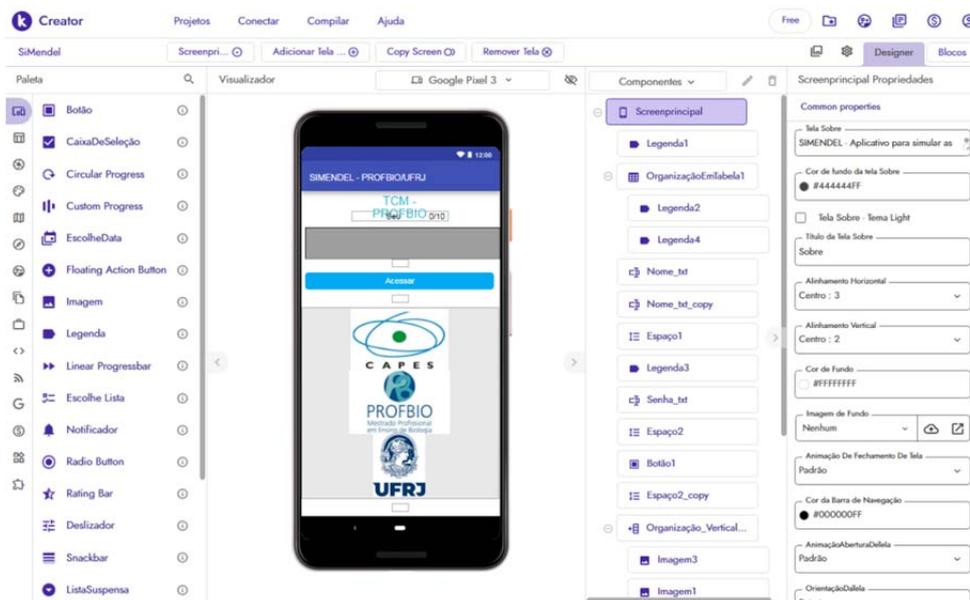


Figura 3: Captura de tela mostrando a interface do Kodular.
Fonte: Próprio autor (2022)

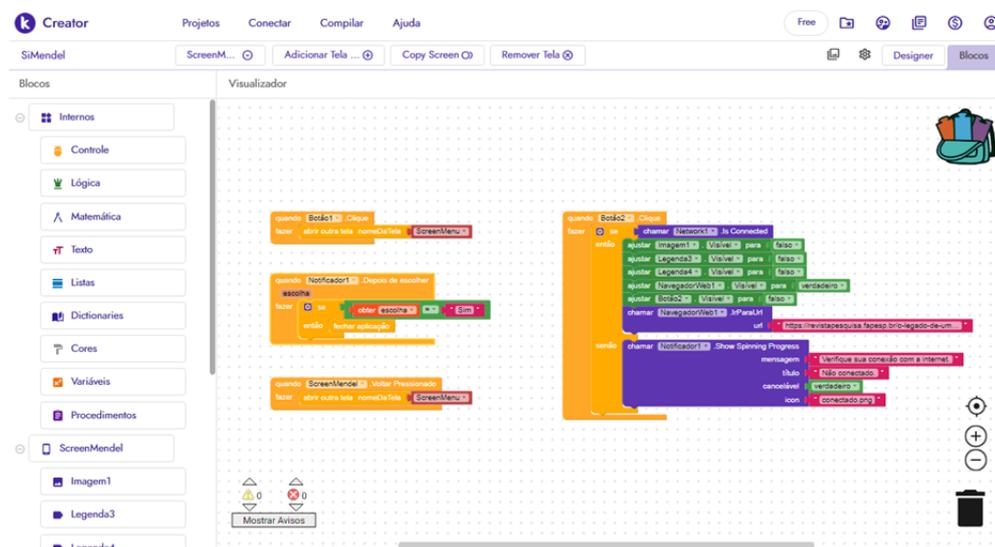


Figura 4: Captura de tela mostrando os blocos na interface do kodular.
Fonte: Próprio autor (2022)

4.2 - Usabilidade

O aplicativo SiMendel, assim como qualquer outro aplicativo, teve como princípio ser simples, fácil de usar e otimizar o tempo de seu usuário, no caso os alunos, favorecendo a realização das tarefas de modo eficiente e satisfatório. Para que fosse possível chegar nessas características foi-se utilizado a usabilidade, um atributo de qualidade perceptível aos usuários

e determinante no sucesso de aplicativos como esse. A usabilidade é um dos atributos de qualidade que norteia o processo de construção do aplicativo. Sendo o aplicativo de fácil utilização promove uma aprendizagem mais eficiente por parte dos usuários.

Vários itens devem ser observados em busca da usabilidade como usar textos escuros em fundo branco sempre que possível para uma legibilidade maior, cores de fundo planas ou com texturas, porém composto de partes finas, delgadas, ténues, menu de navegação numa localização consistente nas telas do aplicativo, localizações familiares para as barras de navegação e usar uma simetria para centrar os textos, entre outras características.

De acordo com Fernandes (2008), os sistemas com objetivos educacionais devem ser dotados de traços fundamentais para que sua aplicabilidade favoreça a usabilidade, levando ao melhor desempenho nos processos de ensino e de aprendizagem. Ao tempo que o software educativo deve ser gerado de forma que seus signos e seus instrumentos mediadores sejam utilizados de forma objetiva, dando prioridade à interatividade e à criatividade do ser humano, também necessita ser atraente e interessante para despertar a atenção da criança/do aprendiz/do estudante.

Diante dessas características, é possível afirmar que o App SiMendel foi desenvolvido obedecendo a essas heurísticas de usabilidade.

5 – Seleção dos conteúdos

Importante que o aluno tenha informações prévias sobre células e reprodução sexuada para melhor compreensão da dinâmica das simulações.

O aplicativo conta com um histórico de Gregor Mendel e sua pesquisa inovadora para o século XIX apresentando seu objetivo, ou seja, descobrir como as características eram transmitidas entre as gerações e o material escolhido por Mendel. Os usuários poderão fazer as diversas simulações de cruzamento referente à experiência que levou a formulação da Primeira e Segunda Lei de Mendel, a lei da segregação independente dos gametas e a da separação independente das características, obtendo as proporções encontradas para cada fenótipo analisado. O usuário terá acesso a uma página com sugestões de diversos links úteis de vídeos e sites renomados com vastas informações sobre as pesquisas de Mendel, links que poderão ser acessados quando o *smartphone* estiver conectado a internet, estimulando desta forma o processo investigativo com formulação de hipóteses com análise das informações. Acesso a uma seção para observação dos experimentos realizados por Mendel, possibilitará a visualização e interpretação de cada fenótipo escolhido na pesquisa, podendo o aluno experimentar através de simulação de acordo com suas intuições e/ou curiosidades os

quantitativos dos experimentos, observando as proporções de fenótipos, detectando as características de dominância e recessividade confirmando ou descartando suas hipóteses. Uma janela intitulada “Sua vez” está disponibilizada para o usuário reproduzir o experimento através de um organismo fictício chamado “Roca” com os seguintes fenótipos/características: cor dos ovos (branco ou azul); cor das penas (vermelho ou lilás); tamanho das asas (grandes ou pequenas); formato do bico (grosso ou fino) e tamanho das patas (longas ou curtas). Nesta seção/parte o estudante deverá escolher um fenótipo por vez e informar um quantitativo para simular o experimento e através dos dados obtidos terá que identificar quais são os fenótipos dominantes e recessivos correlacionando-os aos resultados obtidos por Mendel. A comprovação da hipótese de dominância e recessividade nos vários experimentos efetuados por Mendel levou, mais tarde à formulação da sua 1ª lei: “Cada característica é determinada por dois fatores que se separam na formação dos gametas, onde ocorrem em dose simples”, isto é, para cada gameta masculino ou feminino encaminha-se apenas um fator.

Durante o uso do aplicativo, o usuário irá questionar resultados. Formulando hipóteses que poderão ser testadas com novos experimentos, buscando informações dos conceitos em glossários, livros e em sites sugeridos. Esse acesso a sites poderá ser realizado quando o aparelho estiver conectado a internet ou através de outro equipamento com acesso a internet.

6 – Resultados

O aplicativo SiMendel em sua versão final para *smartphone*, sugere na tela de link, um vídeo do Youtube “Monge e a Ervilha – A vida de Gregor Mendel”. O Vídeo relata os experimentos de Mendel para desvendar a intriga de como as características passavam de uma geração para outra. Um enigma que intrigava vários cientistas da época. Pode-se afirmar, que a inserção do vídeo no aplicativo é fundamental no aprendizado, para que o usuário tenha uma boa compreensão do conteúdo, uma vez que de acordo com Moran (1995) “o vídeo nos seduz, informa, entretém, projeta em outras realidades (no imaginário), em outros tempos e espaços”.

O aplicativo SiMendel possui atividades para que os alunos avaliem os conhecimentos adquiridos no decorrer da utilização, o que torna necessário o desenvolvimento de um banco de dados. Esse banco será responsável por armazenar dados de cada aluno, tais como informações de acesso, progresso e desempenho, imagens, elementos responsáveis pelas várias possibilidades de simulações dos experimentos de acordo com as deduções dos alunos, os resultados alcançados por Mendel e questões elaboradas em diferentes níveis de complexidade.

Inicialmente o aplicativo solicita o nome do aluno para que seja elaborado o perfil de estudante contendo suas respectivas informações de acesso e nível de progresso nas fases (aprendizagem), este nome será único e fará parte de um ranking no próprio aplicativo.

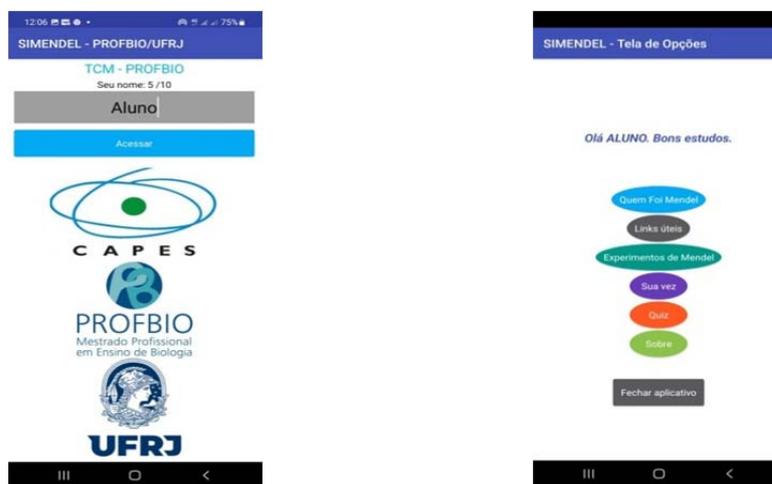


Figura 5: Captura de telas em *smartphone*, telas de Entrada e Menu do aplicativo SiMendel.
Fonte: Próprio autor (2022)

Após o cadastro, o aluno será direcionado para a segunda tela do aplicativo onde escolherá umas das opções: Conhecer o histórico de Mendel, simular os experimentos, estudar as leis de Mendel, resolver o questionário, fazer pesquisas no aplicativo ou através dos links sugeridos ou ainda resolver o questionário. Este questionário tem por finalidade, permitir ao aluno um momento de avaliação e aprendizagem, exercitando suas capacidades de desenvolver os conteúdos que estudaram e estudam em genética.



Figura 6: Captura de telas do aplicativo SiMendel em *smartphone*, telas de pesquisa sobre Mendel.
Fonte: Próprio autor (2022)

Nas simulações dos experimentos os alunos terão acesso às sete características observadas por Mendel como: forma da semente, cor dos cotilédones, cor do tegumento da semente, forma da vagem, cor da vagem, posição da flor e altura das plantas. As características das ervilhas a serem utilizadas na simulação serão escolhidas pelo usuário. O aplicativo emitirá os resultados de acordo com o observado por Mendel, possibilitando os estudantes levantarem hipóteses, repetirem e testarem através de simulações, confrontando respostas com outras simulações possibilitando conclusões. A medida que os resultados emitidos das simulações forem obtidos, uma janela será aberta com questões específicas sobre o experimento simulado tais como questões de dominância, proporção genotípica e fenotípica esperada para aquela situação entre outras, sendo também atribuída uma pontuação.

Caráter	Dominante	Recessivo	Geração F ₂ (Dominante : recessivo)	Proporção em F ₂
1 – Cor da semente	Amarelo	Verde	6022 : 2001	3,01 : 1
2 – Forma da semente	Lisa	Rugosa	5474 : 1850	2,96 : 1
3 – Cor da vagem	Verde	Amarela	428 : 152	2,82 : 1
4 – Forma da Vagem	Lisa	Ondulada	882 : 299	2,95 : 1
5 - Altura da planta	Altas	Baixas	787 : 277	2,84 : 1
6 – Posição da flor	Axiais	Terminais	651 : 207	3,14 : 1
7 – Cor da flor	Violetas	Branças	705 : 224	3,15 : 1

Figura 7: Os sete caracteres estudados por Mendel e as proporções encontradas em *Pisum sativum*.

Os alunos escolhem uma das sete características para a simulação do cruzamento entre parentais, esperando o resultado da Geração F₁, em seguida da geração F₂. Para o primeiro cruzamento (F₁) será mostrada a imagem do fenótipo correspondente, o que facilitará a identificação principalmente das características consideradas mais abstratas nesta fase de aprendizagem, como cor do albúmen, tegumento e cotilédono. Em seguida é solicitado pelo

sistema a inserção da quantidade de sementes que se deseja simular o experimento, limitado a quatro dígitos por questões de controle de erros no funcionamento do aplicativo.

Para a próxima geração (F2), os resultados serão mostrados de acordo como o quantitativo de plantas informado pelo aluno sendo então indagado pelo sistema sobre a proporção, ou seja, a relação entre os dois fenótipos simulados. Informando ao aluno se a resposta está correta e dando-lhe a oportunidade para correções até que chegue ao resultado obtido por Mendel.



Figura 8: Captura de telas do aplicativo SiMendel em *smartphone*, telas de simulações dos experimentos.
Fonte: Próprio autor (2022)

Atividades complementares com o quadro de Punnet estão disponíveis para os alunos testarem as segregações dos alelos referentes às 1ª e 2ª Lei de Mendel associadas a alguns fenótipos e genótipos de animais e vegetais como exemplo: albinismo, nanismo, polidactilia, cor dos olhos, pelagens de mamíferos e outras variações Mendelianas como alelos letais, dominância incompleta e codominância.

	♀	AA	aa
♀		AA	Aa
		Aa	aa

Figura 9: Quadro de Punnet
Fonte: https://www.canaleducacao.tv/images/slides/29099_d05e44900b5cf07b933530edd4c677be.pdf

A partir das simulações e pesquisas no aplicativo e materiais indicados para consulta, espera-se que o estudante responda a perguntas como:

1. Qual foi a característica dominante em cada simulação?

Resposta interpretativa de observação a cada simulação.

2. Qual foi a característica recessiva em cada simulação?

Resposta interpretativa de observação a cada simulação.

3. Como chamamos hoje o par de fatores que Mendel descreveu?

Alelos.

4. O que são alelos?

Os alelos são os diferentes tipos do mesmo gene, que determinam uma única característica.

5. Por que Mendel é considerado o Pai da Genética?

Em razão de suas descobertas sobre os princípios básicos da hereditariedade.

6. Quais foram às características pesquisadas por Mendel?

Cor da semente, forma da semente, cor da vagem, forma da vagem, altura do pé de ervilha, posição da flor e cor da flor.

7. Como Mendel representava os fatores?

Através de letras maiúsculas e minúsculas para representar os fatores dominantes e recessivos.



Figura 10: Captura de telas do aplicativo SiMendel em *smartphone*, tela do organismo fictício o “Roca” e telas do Quadro de Punnett sobre a 1ª e 2ª Lei de Mendel.

Fonte: Próprio autor (2022)

O aplicativo SiMendel em sua versão final para *smartphone*, sugere na tela de link, um vídeo do Youtube “Monge e a Ervilha – A vida de Gregor Mendel”. O Vídeo relata os experimentos de Mendel para desvendar a intriga de como as características passavam de uma geração para outra. Um enigma que intrigava vários cientistas da época. Pode-se afirmar, que

a inserção do vídeo no aplicativo é fundamental no aprendizado, para que o usuário tenha uma boa compreensão do conteúdo, uma vez que de acordo com Moran (1995) “o vídeo nos seduz, informa, entretém, projeta em outras realidades (no imaginário), em outros tempos e espaços”.

O aplicativo SiMendel possui atividades para que os alunos avaliem os conhecimentos adquiridos no decorrer da utilização, o que torna necessário o desenvolvimento de um banco de dados. Esse banco será responsável por armazenar dados de cada aluno, tais como informações de acesso, progresso e desempenho, imagens, elementos responsáveis pelas várias possibilidades de simulações dos experimentos de acordo com as deduções dos alunos, os resultados alcançados por Mendel e questões elaboradas em diferentes níveis de complexidade.

O aplicativo conta com um histórico de Gregor Mendel e sua pesquisa inovadora para o século XIX apresentando seu objetivo, ou seja, descobrir como as características eram transmitidas entre as gerações e o material escolhido por Mendel. Os usuários poderão fazer as diversas simulações de cruzamento referente à experiência que levou a formulação da Primeira e Segunda Lei de Mendel, a lei da segregação independente dos gametas e a da separação independente das características, obtendo as proporções encontradas para cada fenótipo analisado. O usuário terá acesso a uma página com sugestões de diversos links úteis de vídeos e sites renomados com vastas informações sobre as pesquisas de Mendel, links que poderão ser acessados quando o *smartphone* estiver conectado a internet, estimulando desta forma o processo investigativo com formulação de hipóteses com análise das informações. Acesso a uma seção para observação dos experimentos realizados por Mendel, possibilitará a visualização e interpretação de cada fenótipo escolhido na pesquisa, podendo o aluno experimentar através de simulação de acordo com suas intuições e/ou curiosidades os quantitativos dos experimentos, observando as proporções de fenótipos, detectando as características de dominância e recessividade confirmando ou descartando suas hipóteses. Uma janela intitulada “Sua vez” está disponibilizada para o usuário reproduzir o experimento através de um organismo fictício chamado “Roca” com os seguintes fenótipos/características: cor dos ovos (branco ou azul); cor das penas (vermelho ou lilás); tamanho das asas (grandes ou pequenas); formato do bico (grosso ou fino) e tamanho das patas (longas ou curtas). Nesta seção/parte o estudante deverá escolher um fenótipo por vez e informar um quantitativo para simular o experimento e através dos dados obtidos terá que identificar quais são os fenótipos dominantes e recessivos correlacionando-os aos resultados aos obtidos por Mendel. A comprovação da hipótese de dominância e recessividade nos vários experimentos efetuados por Mendel levou, mais tarde à formulação da sua 1º lei: “Cada característica é determinada

por dois fatores que se separam na formação dos gametas, onde ocorrem em dose simples”, isto é, para cada gameta masculino ou feminino encaminha-se apenas um fator.

O estudante poderá executar um questionário no formato *Quiz*, com questões sobre o assunto explorado com o objetivo de avaliação do conhecimento e de confirmação das hipóteses levantadas através de perguntas, que geram pontos a medida que completa as sequências de questões. Acreditamos que o uso do aplicativo móvel proporciona ao estudante uma interatividade com o conteúdo. Especificamente neste aplicativo, ao atingir certo número de pontos e alcançar a etapa final o estudante poderá sistematizar a sua compreensão sobre a primeira e a segunda Lei de Mendel. Acredita-se que a necessidade de atingir uma pontuação classificatória motive o estudante a buscar mais conhecimento.

Através da disponibilização de um banco de questões, elaboradas em diferentes níveis de complexidade, torna-se possível entrelaçar as questões de forma que os estudantes consigam analisar o grau de compreensão dos conceitos abordados.

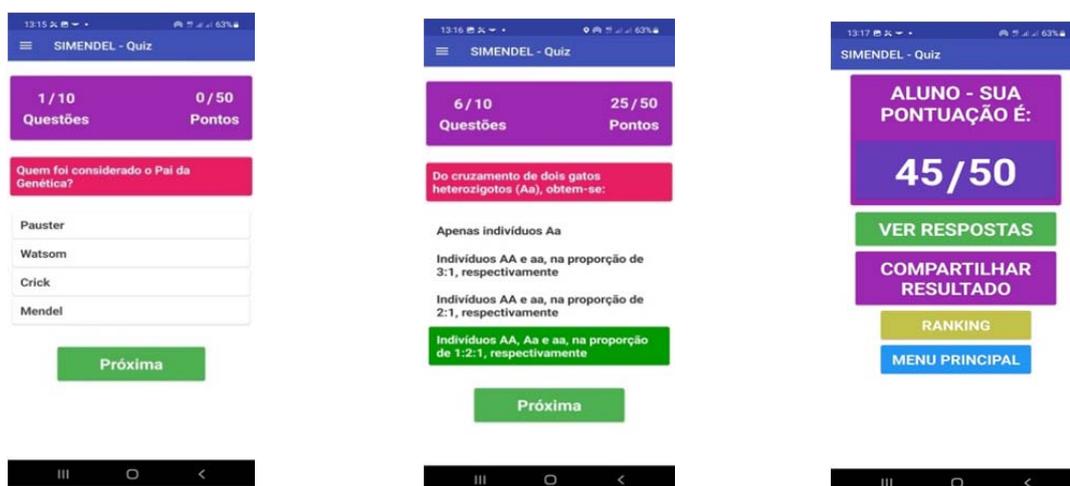


Figura 11: Captura de telas do aplicativo SiMendel em *smartphone*, telas do questionário em formato *Quiz*.
Fonte: Próprio autor (2022)

O *Quiz*, um jogo de perguntas e respostas, este foi adicionado ao aplicativo para funcionar como uma forma de avaliar o conhecimento obtido pelo usuário, uma vez que o mesmo contém questões de vestibulares, nessa aba, é possível responder questões de múltipla escolha, tocando na letra referente à resposta correta, ao finalizar, é possível verificar as respostas, e visualizar a nota obtida. O *Quiz* foi essencial na criação deste aplicativo, pois de acordo com os estudos de Silva (2015), o *Quiz* se configura como uma ferramenta que contribui com a prática de ensino de biologia, bem como a inserção das tecnologias no processo educacional.

Para consolidar o conhecimento e o acesso aos conceitos de Genética, o aplicativo conta com uma tela composta por vários links de sites para pesquisas, vídeos e dicionários

com os principais conceitos utilizados em genética e principalmente nos conteúdos abordados neste trabalho.



Figura 12: Captura de telas do aplicativo SiMendel em *smartphone*, tela com sugestões de links para pesquisas.
Fonte: Próprio autor (2022)

7 – Perspectiva

7.1 – Período Pandêmico e aplicação em sala de aula

A maior parte do mestrado ocorreu no período da Pandemia da COVID-19, o que inviabilizou a utilização do aplicativo em sala de aula pelo autor. Porém, já na defesa em 2022 e o retorno das aulas presenciais vislumbrou esta possibilidade para o último bimestre letivo, o que impediu a disponibilização de coleta de dados e relatos neste trabalho.

7.2 – Outros aplicativos similares

Até a conclusão deste trabalho, diversos aplicativos educacionais na área da biologia haviam sido encontrados em vários idiomas na *Play Store* pela plataforma Android. Especificamente sobre genética Mendeliana destacamos em português o “*Segundo Mendel*”, o “*Geneticats*” e o “*Genética Quiz*” porém, que não são simuladores.

Até a conclusão deste trabalho na *Play Store* da plataforma Android, diversos aplicativos educacionais haviam sido encontrados na área da biologia e em vários idiomas. Especificamente sobre genética Mendeliana destacamos em português o “*Segundo Mendel*”, o “*Geneticats*” e o “*Genética Quiz*” que cumprem a sua pretensão, ainda assim, não apresentam o recurso de simulação das Leis de Mendel e do Quadro de Punnett.

8 – Instalação do aplicativo

O aplicativo SiMendel pode ser acessado através de link, QR Code e download na *Play Store*.

Seu acesso e instalação são rápidos e simples, podendo ser feito das seguintes maneiras:

- a) Acessar o link:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=io.kodular.biologoeduardo.SiMendel>

- b) Fotografar este código com um aplicativo leitor de QR Code;



- c) Ou acessar o aplicativo da *Play Store* nos *smartphones* com a plataforma Androide, pesquisar SIMENDEL, e para finalizar, clicar em instalar. Após sua instalação o aplicativo estará pronto para o uso. Com uma interface acessível, SIMENDEL é uma ferramenta educacional desenvolvida para auxiliar no processo de ensino-Aprendizagem em Genética Mendeliana.

9 – Discussão

Uma das dificuldades de ensino de genética enfrentadas pelos professores pode ser atribuída aos materiais didáticos. Dentre as necessidades formativas, apontadas por professores de biologia, em formação inicial e continuada, está a proposição de recursos didáticos visando facilitar o processo de ensino e de aprendizagem (BORGES; SILVA; REIS, 2017).

O uso das tecnologias digitais e aplicativos como recursos para aquisição de conhecimento é extremamente importante na sala de aula. Isso poderá proporcionar flexibilidade ao processo de ensino-aprendizagem e oferecer grandes oportunidades para educação, especialmente para os mais jovens, que além de poder fazer uso do aparelho celular de forma pedagógica em sala de aula, poderão continuar suas atividades educacionais fora da sala em ambientes e momentos disponíveis e apropriados de forma estimuladora. Assim, essa aplicação pode contribuir de maneira significativa no processo de ensino e aprendizagem na educação básica.

Para Pacheco et al. alinhar essa tecnologia aos conteúdos pedagógicos, tornou-se uma necessidade e um grande desafio para os professores, exigindo deles planejamento e treinamento antecipado, já que esta nova geração de adolescentes e jovens anseiam por aulas diferentes do tradicional, diversificadas e condizentes com a realidade tecnológica que estão inseridos.

A atividade docente, também, deve ser um processo de aprendizado e aperfeiçoamento, os educadores precisam atualizar-se quanto às novas abordagens metodológicas diante de cenários dinâmicos e competitivos que conseguem atrair a atenção dos indivíduos. Nos dias de hoje, é imprescindível conviver com as novas tecnologias da informação e comunicação, atreladas aos aparelhos móveis. Essas ferramentas vieram para ficar e já são fontes de inúmeras atividades, podendo beneficiar a prática docente como recurso pedagógico moderno e dinâmico, principalmente no mundo cada vez mais globalizado em que o processo de ensino aprendizagem não ocorre somente nas salas de aula.

Diante do discutido, pode-se inferir que o uso de um recurso que já faz parte do dia-a-dia da população, seja um recurso plausível e viável, mesmo que sua utilização em sala de aula, careça inicialmente de um monitoramento, a criação de aplicativos educacionais torna-se de grande importância para geração contemporânea e futura.

Neste trabalho, procurou-se criar um aplicativo para dispositivo móvel para ser utilizado numa plataforma popular, totalmente gratuito, com a finalidade de estimular o

processo ensino-aprendizagem, neste caso abordando a disciplina de Biologia em um conteúdo que muito atrai a curiosidade dos alunos, a genética.

Potencialidades no uso pedagógico dos *smartphones*

- Permitir aprendizagem a qualquer hora, em qualquer lugar;
- Explorar o tempo e o espaço de aula de uma maneira conectada a outros espaços;
- Promover aprendizagem colaborativa;
- Permitir maior interação com colegas e professores;
- Fornecer retorno e avaliação imediatos;
- Estimular o interesse e a participação.

Sem dúvida, a proposta para se utilizar o celular em sala de aula como recurso pedagógico é uma boa alternativa para motivação e aprendizagem dos alunos no Ensino de Biologia. O celular pode ser uma ferramenta de apoio pedagógico, favorecendo a interação aluno-professor.

Com o uso do aplicativo SIMENDEL, o professor pode ser o mediador do Ensino Investigativo, acompanhando e orientando os alunos para sua utilização em diferentes momentos, dentro e fora de sala de aula. A utilização dessa ferramenta pode ser de grande valia para atrair a atenção de jovens do ensino fundamental e médio, motivando-os para o estudo e para pesquisa permitindo uma melhor construção do conhecimento. Para resultados satisfatórios torna-se necessário uma conscientização de todos, dos alunos, familiares, equipe pedagógica e diretiva. Para muitos pesquisadores, o celular pode ser usado como recurso didático na escola, desde que conste no projeto político pedagógico e planejamento de aula do professor, inclusive para que o corpo docente, as famílias e a escola comuniquem-se e promovam o trabalho colaborativo.

Este aplicativo deve ser utilizado como mais um recurso pedagógico a disposição de uma Educação de qualidade. Que o professor possa ter opções de colocar em prática de acordo com a necessidade de seus alunos, suprimindo a carência de materiais atrativos e com abordagem investigativa, embasada em técnicas de aprendizagem ativa, tendo o aluno como ator na construção do conhecimento e contribuindo para um aprendizado mais dinâmico e significativo. Que os educandos superem as dificuldades na assimilação referente aos conceitos aplicados às Leis de Mendel e sejam atraídos aos conteúdos da disciplina de Biologia e de Genética.

O aparelho de celular é de uso pessoal e as rotinas do aplicativo foram pensadas para utilização de um aluno por aparelho, mas, pode-se de acordo com a necessidade e planejamento, utilizar em duplas ou grupos favorecendo inclusive a troca de informações, a discussão sobre o conteúdo e o incentivo ao processo investigativo. No entanto não se esquecendo de questões como segurança pessoal, patrimonial, prevenção à saúde e higiene.

O planejamento também pode propiciar o alinhamento das ações pedagógicas em relação à utilização desse recurso, sendo extremamente importante que haja consenso entre alunos, professores e instituição para que o uso do aplicativo em sala de aula descenda resultados melhores para todos.

10 – Bibliografia

AEBLI, H. - **Prática de ensino: formas fundamentais de ensino elementar, médio e superior**. São Paulo: EPU, 1982.

AMARAL, SERGIO FERREIRA; RUBERTI, ISABELA – **Tecnologia Educativa: A Educação como Processo de comunicação**. ETD Educação Temática Digital, Campinas/SP, v.5 , n.2 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/315599119_Tecnologia_educativa_a_educacao_como_processo_de_comunicacao> Acesso: 03 ago.2020.

ANATEL, Agência nacional de Telecomunicações - **Brasil registra 228,64 milhões de linhas móveis ativas em maio de 2019** – Disponível em: <<https://www.anatel.gov.br/institucional/noticias-destaque/2310-brasil-registra-228-64-milhoes-de-linhas-moveis-ativas-em-maio-de-2019>>. Acesso: 06 ago.2020.

AYRES, MARCELO - **CDMA, GSM, TDMA, GPRS: saiba o que essas siglas significam**. Disponível em: <<https://tecnologia.uol.com.br/ultnot/2006/11/24/ult2870u201.jhtm>>. Acesso 20 jun.2022.

BACICH, LILIAN; MORAN, JOSÉ - **Metodologias ativas para uma educação inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática**. Porto Alegre, RS, Ed. Penso, p.430, 2018. Disponível em: <<https://curitiba.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2020/08/Metodologias-Ativas-para-uma-Educacao-Inovadora-Bacich-e-Moran.pdf>>. Acesso em: 24 fev.2022.

BARBOSA, P. P. et al. - **As Tecnologias da Informação e Comunicação e o ensino: como professores de Biologia têm utilizado animações**. Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de Novembro de 2015.

BARRAL, G. L. L. - **Liga esse celular! Pesquisa e Produção audiovisual em sala de aula**. ITABAIANA: GEPIADDE, Ano 6, Volume 12 | jul-dez de 2012. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/20564/2/MD_EDUMTE_II_2014_70.pdf>. Acesso em: 26 jan.2022.

BÉVORT, EVELYNE E BELLONI, MARIA LUIZA - **Mídia-educação: conceitos, história e perspectivas**. *Educação & Sociedade* [online]. 2009, v. 30, n. 109, pp. 1081-1102. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/es/a/5pBFdjL4mWHnSM5jXySt9VF/?lang=pt#>>. Acesso: 10 mai.2022.

BIANCHINI, L.G.B; MUNHOZ, C.M.E.; PANUCI, L.R.P; SOUZA, C.J.; SILVA, J.B. - **Interações, Celulares Smartphones e Processos de Ensino e Aprendizagem** - Universidade Norte do Paraná - Rev. Ens. Educ. Cienc. Human., Londrina, v. 17, n.2, p. 105-111, 2016. Disponível em: <<https://revista.pgsskroton.com/index.php/ensino/article/view/3939>>. Acesso: 05 ago.2020.

BRASIL, Ministério da Educação, (1997). - **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental**. Brasília, MEC/SEF.

BORGES, CARLA K. G. DUTRA; SILVA, CIRLANDE C.; REIS, ANDREZA R. H. - **As dificuldades e os desafios sobre a aprendizagem das leis de Mendel enfrentados por**

alunos do ensino médio – Experiências em Ensino de Ciências V.12, No.6 Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID403/v12_n6_a2017.pdf> Acesso: 01 nov.2020.

CAMPOS, NATÁLIA FERREIRA; SCARPA, DANIELA LOPES. - **Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. Estud. av.**, São Paulo , v. 32, n. 94, p. 25- 41, dez. 2018. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142018000300025&lng=pt&nrm=iso>. Acesso: 02 nov.2020.
<https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0003>.

EDUCAUSE. 7 things you should know about Mobile Apps for Learning. 2010. Disponível em: <https://www.educause.edu/ir/library/pdf/ELI7060.pdf>. Acesso: 24 abr.2022.

FABRÍCIO, MARIA DE FÁTIMA LIMA; JÓFILI, ZÉLIA MARIA SOARES; SEMEN, LUIZA SUELY MARTINS; SEMEN, ANA MARIA DOS ANJOS CARNEIRO - **A compreensão das leis de Mendel por alunos de biologia na educação básica e na licenciatura** - Ensaio – Pesquisa em educação em ciências - volume 08/número 1 – julho de 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/epec/v8n1/1983-2117-epec-8-01-00083.pdf>> Acesso: 01 nov.2020.

FEITOSA, ALESSANDRO - Entenda a diferença entre o 5G que já funciona no Brasil e o que está sendo leiloado agora. – O Globo.com – Disponível em: <<https://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2021/11/05/entenda-a-diferenca-entre-o-5g-que-ja-funciona-no-brasil-e-o-que-esta-sendo-leiloado-agora.ghtml>> Acesso em: 20 jun.2022
"Glossário de Biologia e Ciências" em Só Biologia. Virtuoso Tecnologia da Informação, 2008-2022. Disponível na Internet em: <<https://www.sobiologia.com.br/glossario.php>>. Acesso: 25 fev.2022.

FERNANDES, GILDÁSIO GUEDES. - **Ambientes Virtuais de Aprendizagem, Interface Humano-Computador. Tecnologias virtuais** - Universidade Federal do Piauí (UFP) – 2018. Disponível em <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/206198>>. Acesso em: 20 ago.2022.

Fundação Oswaldo Cruz- Fiocruz – **Johann Gregor Mendel**.
<<http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/Biograf/ilustres/johann.htm>> Acesso em: 16 ago.2022

IBGE - **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – PNAD** - Acesso à Internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal 2018 - Liv101705_informativo - Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101705_informativo.pdf>. Acesso: 06 ago.2020.

JORDÃO, FÁBIO - **História: a evolução do celular**. Tecmundo, 2009. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/celular/2140-historia-a-evolucao-do-celular.htm>> Acesso: 15 mai.2022.

Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB 93.94/96. BRASIL, Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996.

MARTINS, VICENTE - **Educação na Constituição de 1988: O artigo 205 – DIREITO CONSTITUCIONAL** - 23 de outubro de 2001 Diretonet - Disponível em:

<[MORAN, José Manuel, MASETTO, Marcos T., BEHRENS, Marilda A. - Novas tecnologias e mediação pedagógica. Campinas, SP: Papirus, 2000.](https://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/479/Educacao-na-Constituicao-de-1988-O-artigo-205#:~:text=Diz%20o%20artigo%20205%20da,sua%20qualifica%C3%A7%C3%A3o%20para%20o%20trabalho%22.> Acesso: 03 ago.2020.</p></div><div data-bbox=)

NUNES, ANA IGNEZ BELÉM LIMA; SILVEIRA, ROSEMARY DO NASCIMENTO - **Psicologia da Aprendizagem**. Editora da Universidade Estadual do Ceará – EdUECE - Fortaleza – CE(2015) – 122 p. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/431616/2/Livro_Psicologia%20da%20Aprendizagem.pdf> Acesso em: 18 fev.2022.

PACHECO, MARIÃ APARECIDA TORRES; PINTO, LEANDRO RAFAEL; PETROSKI, FÁBIO ROBERTO. - **O uso do celular como ferramenta pedagógica: uma experiência válida**. EDUCERE, XII Congresso Nacional de Educação, PUC-PR, Curitiba, 2017. Disponível em: <https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/24549_12672.pdf>. Acesso em: 24 fev.2022.

ROCHA; LUCINEIA SIMÃO DA - **Estratégias metodológicas para ensinar genética no ensino médio**. Orientador: Prof. Dr. Fernando Periotto. Medianeira/PN, 2013. 46 p. MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO. (Especialista em Educação) - Diretoria De Pesquisa E Pós-Graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4407/1/MD_EDUMTE_2014_2_57.pdf> Acesso: 09 nov.2020.

REPENSAR A EDUCAÇÃO RUMO A UM BEM COMUM MUNDIAL(UNESCO). Brasil, Brasília, 2016. Disponível em <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000244670>>. Acesso em: 10 mai. 2022.

SANTOS, FERNANDA – **O aparelho celular na escola: Contra uma Educação Imóvel**. Porto Alegre/RS, 2015. 42p. – Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Mídias na Educação) – Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em: <<https://www2.unifap.br/midias/files/2016/04/o-uso-do-aparelho-celular-em-sala-de-aula-marley-guedes-da-silva.pdf>>. Acesso: 10 abr.2022.

SNUSTAD; D. PETER; SIMMONS, MICHAEL J.– **Fundamentos de genética**: tradução PAULO A. MOTTA. – 4.ed – Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 2010.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. - **Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação**. Estud. av. São Paulo, v. 32, n. 94, p. 25-41, dezembro de 2018. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0003>>. ISSN 1806-9592. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0003>. Acesso: 30 abr.2022.

SILVA, VINICIUS; ADAMATTI, DIANA; BARBOSA, RAQUEL. (2016). - **Princípios de Usabilidade e a Importância do Usuário no Projeto de Interfaces**. Revista Jr de Iniciação Científica em Ciências Exatas e Engenharia 2236-0093. 1. 29-37. Disponível em

<https://www.researchgate.net/publication/304014230_Principios_de_Usabilidade_e_a_Impo rtancia_do_Usuario_no_Projeto_de_Interfaces> Acesso: 20 jul.2022

TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2022. Disponível em:

<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Tecnologias_da_informa%C3%A7%C3%A3o_e_comunica%C3%A7%C3%A3o&oldid=63087034>. Acesso: 24 fev.2022.

TEMP; DAINA SONEGO - **Facilitando a aprendizagem de genética**: Uso de um modelo didático e análise dos recursos presentes em livros de biologia. Orientador: Solange Puntel Mostafa. Santa Maria/RS, 2011. 84 p. Dissertação. (Mestrado em Educação em Ciências) - Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, 2011.

Disponível em:

<<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/6656/TEMP%2C%20DAIANA%20SONEGO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso: 09 nov.2020.

WEINGARTNER, G. F. - **Objetos virtuais de aprendizagem como ferramenta metodológica no ensino de genética no ensino médio**. Dissertação (Mestrado)- Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, 2014. Disponível em:

<<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/978>> Acesso: 15 ago.2022.

Apêndice 1 e 2

Questões do Quiz

1 - Quem foi considerado o Pai da Genética?

Pauster

Watson

Crick

Mendel

2 – Material Genético.

DNA

RNA

DNA e RNA

Núcleo

3 – A composição genética de um indivíduo recebe a denominação de:

Genes

Fenótipo

Cromossomos

Genótipo

4 - A ciência que estuda a forma como as características biológicas se transmitem de geração em geração é a...

Biologia

Botânica

Microbiologia

Genética

5 – O que Mendel utilizava para fazer seus experimentos?

Rosas

Ervilhas

Macacos

Ratos

6 - Do cruzamento de dois gatos heterozigóticos (Aa), obtem-se:

Apenas indivíduos Aa;

Indivíduos AA e aa, na proporção de 3:1, respectivamente;

Indivíduos AA e aa, na proporção de 2:1, respectivamente;

Indivíduos AA, Aa e aa, na proporção de 1:2:1, respectivamente.

7 – Quando um indivíduo apresenta dois alelos diferentes de um mesmo gene, dizemos que ele é:

Recessivo

Heterozigoto

Dominante

Homozigoto

8 - (UFRN) Em ervilhas, a cor amarela é dominante em relação à verde. Do cruzamento de heterozigotos, nasceram 720 descendentes. Assinale a opção cujo número corresponde à quantidade de descendentes amarelos.

540

360

180

720

9 - Cruzando-se ervilhas verdes vv com ervilhas amarelas Vv, os descendentes serão:

100% vv, verdes.

100% VV, amarelas.

50% Vv, amarelas; 50% vv, verdes.

25% Vv, amarelas; 50% vv, verdes; 25% VV, amarelas.

10 - Ao realizar seus experimentos com ervilhas, Mendel cruzou plantas com sementes amarelas e verdes, obtendo, em F1, 100% das plantas com sementes amarelas. Em F2, obteve 75% das plantas com sementes amarelas e 25% de plantas com sementes verdes. Podemos concluir, portanto, que em F1 temos indivíduos:

Homozigotos dominantes.

Homozigotos recessivos.

Heterozigotos.

Puros dominantes.

11 - (Unifor-CE) Um estudante, ao iniciar o curso de Genética, anotou o seguinte:

- I. Cada caráter hereditário é determinado por um par de fatores e, como estes se separam na formação dos gametas, cada gameta recebe apenas um fator do par.
- II. Cada par de alelos presentes nas células diploides separa-se na meiose, de modo que cada célula haploide só recebe um alelo do par.
- III. Antes da divisão celular se iniciar, cada molécula de DNA se duplica e, na mitose, as duas moléculas resultantes se separam, indo para células diferentes.

A primeira lei de Mendel está expressa em:

I, somente.

II, somente.

I e II, somente.

II e III, somente.

12 - Mendel, durante as suas pesquisas, elaborou algumas hipóteses. Entre estas, estava a de que fatores se segregam quando ocorre a produção dos gametas. O que Mendel chamou de fatores, hoje sabemos que se trata dos (as):

cromossomos.

genes.

RNA.

espermatozoides.

13 - Imagine que, no cruzamento entre dois ratos de pelagem preta (característica dominante), nasceu um filhote de pelagem branca. Ao observar esse fato, podemos afirmar que:

Os pais do rato branco são heterozigotos.

Os pais do rato branco são homozigotos.

O rato branco tem o mesmo genótipo dos pais, diferindo apenas no fenótipo.

É impossível que o rato branco seja filho dos ratos de pelagem preta.

14 – Em um experimento, ao cruzar plantas puras de flores roxas com plantas puras de flores brancas, obteve-se 100% de plantas com flores roxas em F1. Levando em consideração que o

experimento obedece à Primeira Lei de Mendel, espera-se que em F2 as flores roxas e brancas apresentem-se em uma proporção de:

5:3.

1:1.

2:3.

3:1.

15 - (PUC-SP) Sabe-se que, em determinada raça de gatos, a pelagem preta uniforme é condicionada por um gene dominante B e a pelagem branca uniforme, pelo seu alelo recessivo b. Do cruzamento de um casal de gatos pretos, ambos heterozigotos, espera-se que nasçam:

75% de gatos pretos e 25% de gatos brancos.

25% de gatos pretos, 50% de malhados e 25% de brancos.

100% de gatos pretos.

100% de gatos brancos.

16 - O sucesso dos experimentos de Mendel está diretamente ligado ao material escolhido para sua pesquisa: ervilhas. Analise as alternativas abaixo e marque a única que representa uma vantagem do uso dessa espécie.

Difícil cultivo.

Produz muitos descendentes.

Ciclo de vida longo.

Impossibilidade de polinização artificial.

UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: SIMENDEL: UM APLICATIVO DE CELULAR PARA SIMULAR AS LEIS DE MENDEL

Pesquisador: EDUARDO PORTO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 56028022.0.0000.5257

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Patrocinador Principal: Universidade Federal Do Rio de Janeiro

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.516.136

Apresentação do Projeto:

Protocolo 005/22 - Trata-se de resposta a Parecer N 5.413.671, 17/05/2022.

As informações colocadas nos campos denominados "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivointitulado "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1882935.pdf", postado em 16/06/2022.

Resumo:

O referido projeto (tipificação final: A3) será desenvolvido para a realização de trabalho de conclusão de mestrado. Este estudo em educação visa à criação de um aplicativo para dispositivo móvel com plataforma Android totalmente gratuito, que tem por finalidade principal fomentar o processo de aprendizagem oportunizando os alunos simularem os experimentos das Leis de Mendel.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: O presente trabalho visa utilizar o celular, como um recurso didático para o ensino de biologia através da implantação de aplicativo, com objetivo dese alcançar um aprendizado mais significativo, de forma harmoniosa e prazerosa.

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco N°255, 7º andar, Ala E, sala 35

Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913

UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3938-2480

Fax: (21)3938-2481

E-mail: cep@hucff.ufrj.br

UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ



Continuação do Parecer: 5.516.136

Objetivo Secundário: Utilizar o aparelho celular ou tablet do aluno como uma ferramenta pedagógica com o intuito de motivá-lo e estimular sua participação, incentivando a curiosidade por novas informações;- Proporcionar ao aluno a oportunidade de simular experimentos pelo aplicativo proposto por quantas vezes julgar necessário, possibilitando a oportunidade de criar hipóteses e testá-las através do aplicativo

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Embora mínimos, deve-se atentar para o tempo de utilização contínua de aparelhos eletrônicos principalmente em aplicativos de celular.

Benefícios: O aplicativo poderá proporcionar flexibilidade ao processo de ensino-aprendizagem e oferecer grandes oportunidades para educação, especial mente para os mais jovens, que além de poder fazer uso do aparelho celular de forma pedagógica em sala de aula, poderão continuar suas atividades educacionais fora da sala em ambientes e momentos disponíveis e apropriados de forma estimuladora. Assim, essa aplicação pode contribuir de maneira significativa para processo de ensino e aprendizagem na educação básica.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Vide "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Termos de apresentação obrigatório foram anexados.

Recomendações:

A atualização do cronograma com programação de início da pesquisa a partir da aprovação pelo CEP (Resolução nº 466/2012 e a Resolução nº 510/2016). A modificação do cronograma com a data de início do estudo após a aprovação pelo CEP deverá ser submetida em forma de Emenda após a APROVAÇÃO do referido projeto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Respostas às Pendências do Parecer N 5.413.671, 17/05/2022 (retirado de P B _ P A R E C E R _ C O N S U B S T A N C I A D O _ C E P _ 5 4 1 3 6 7 1 . p d f e C A R T A _ R E S P O S T A _ P e s q u i s a d o r _ E d u a r d o _ P o r t o . d o c x) .

1-Na metodologia, o projeto prevê um tamanho amostral de 10 indivíduos. Entretanto, a descrição

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255, 7º andar, Ala E, sala 35
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br

UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ



Continuação do Parecer: 5.516.136

dos 10 participantes não é explicitada no Projeto e informações sobre quem são os participantes (alunos de ensino médio? professores? idades?) estão ausentes(mas, no projeto, haverá "utilização do recurso didático nas turmas"). Solicita-se a adequação destas informações no Projeto Detalhado em nova versão, deixando claro quem serão os participantes da pesquisa (professores? alunos? ambos?).

Resposta:

Não serão utilizados seres humanos como parte da pesquisa para o desenvolvimento do aplicativo.

Pendência Atendida

2-Houve apresentação de TCLE dirigido apenas a maiores de 18 anos e emancipados, sugerindo apenas a participação de adultos (referidos apenas na Carta de Apresentação como pertencentes ao CIEP BRIZOLÃO 355 ROQUETE PINTO). E, simultaneamente, faz-se a solicitação de dispensa do TCLE (para qual população do estudo?). Solicita-se a correção para qual grupo será feita a isenção de TCLE no projeto original e sua justificativa (Resolução 466/2012).

Resposta:

Corrigido a carta de apresentação confirmando a solicitação para dispensa do TCLE, já que pesquisa será bibliográfica e não serão utilizados seres humano na pesquisa para o desenvolvimento do aplicativo (Corrigido no PB).

Pendência Atendida.

3-Caso haja participação de escolares (idades < 18 anos), dever-se-á incluir Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (ajustado para o grupo etário) de acordo coma a RESOLUÇÃO Nº 466, DE 12 DEDEZEMBRO DE 2012 (II.24; IV.3) além do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para os responsáveis legais do(s) minore(s).

Resposta:

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255, 7º andar, Ala E, sala 35
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br

UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ



Continuação do Parecer: 5.516.136

Não haverá seres humanos na pesquisa para o desenvolvimento do aplicativo. Solicitado a dispensa do TCLE.

Pendência Atendida

4-As páginas do TCLE deverão ser numeradas de modo a permitir que as assinaturas de participantes, representantes legais (quando houver), testemunhas e Pesquisador estejam incluídos no corpo do mesmo documento (Resolução 466/2012). Solicita-se a adequação do documento que deverá na sua formatação final ser em 2 vias, sendo necessária a inclusão de rúbricas em todas as suas páginas (Resolução CNS N°466 de 2012, item IV.5.d).

Resposta:

Solicitado dispensa do TCLE.

Pendência Atendida

5-No TCLE, faz-se menção de questionários a serem aplicados para os professores. Entretanto, no Projeto Original, não há a descrição dos mesmos. Não foram encontrados entre os Termos Obrigatórios os referidos questionários, considerados partes do protocolo de pesquisa. Solicita-se, portanto, que haja a inclusão na "Metodologia" (no Projeto Detalhado) do uso de questionários para este grupo de participantes. Dever-se-á também enviar os referidos questionários via Plataforma Brasil.

Resposta

Solicitado dispensa do TCLE. Não será aplicado questionário para a o desenvolvimento do aplicativo e, a pesquisa será completamente bibliográfica.

Pendência Atendida

6- No cronograma, há referência da data da "utilização" do recurso didático em turmas em

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco N°255, 7º andar, Ala E, sala 35
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br

**UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ**



Continuação do Parecer: 5.516.136

período considerado como pré-aprovação do projeto pelo CEP. Solicita-se a atualização do cronograma com programação de início da pesquisa a partir da aprovação pelo CEP. Pendência não atendida. "Vide Recomendações".

Considerações Finais a critério do CEP:

1. De acordo com o item X.1.3.b, da Resolução CNS n. 466/12, o pesquisador deverá apresentar relatórios semestrais - a contar da data de aprovação do protocolo - que permitam ao Cep acompanhar o desenvolvimento dos projetos. Esses relatórios devem conter as informações detalhadas - naqueles itens aplicáveis - nos moldes do relatório final contido no Ofício Circular n. 062/2011 <http://conselho.saude.gov.br/web_comissoes/conep/aquivos/conep/relatorio_final_encerramento.pdf>, bem como deve haver menção ao período a que se referem. Para cada relatório, deve haver uma notificação separada. As informações contidas no relatório devem ater-se ao período correspondente e não a todo o período da pesquisa até aquele momento.

2. Eventuais emendas (modificações) ao protocolo devem ser apresentadas de forma clara e sucinta, identificando-se, por cor, negrito ou sublinhado, a parte do documento a ser modificada, isto é, além de apresentar o resumo das alterações, juntamente com a justificativa, é necessário destacá-las no decorrer do texto (item 2.2.H.1, da Norma Operacional CNS nº 001 de 2013).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1882935.pdf	16/06/2022 13:16:47		Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_5413671.pdf	16/06/2022 13:14:03	EDUARDO PORTO	Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA_Pesquisador_Eduardo_Porto.pdf	16/06/2022 13:11:37	EDUARDO PORTO	Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA_Pesquisador_Eduardo_Porto.pdf	16/06/2022	EDUARDO PORTO	Aceito

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255, 7º andar, Ala E, sala 35

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 21.941-913

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3938-2480

Fax: (21)3938-2481

E-mail: cep@hucff.ufrj.br

UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ



Continuação do Parecer: 5.516.136

Outros	rdo_Porto.docx	13:10:25	EDUARDO PORTO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_dos_Pesquisadores_Eduardo_Porto_RESPOSTA_PARECER_com_realces.pdf	16/06/2022 13:09:01	EDUARDO PORTO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_dos_Pesquisadores_Eduardo_Porto_RESPOSTA_PARECER_com_realces.docx	16/06/2022 13:08:46	EDUARDO PORTO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_dos_Pesquisadores_Eduardo_Porto_RESPOSTA_PARECER.pdf	16/06/2022 13:07:52	EDUARDO PORTO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_2022.docx	16/06/2022 12:35:12	EDUARDO PORTO	Aceito
Cronograma	Cronograma.docx	16/06/2022 12:31:59	EDUARDO PORTO	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_atualizada.pdf	16/06/2022 12:09:06	EDUARDO PORTO	Aceito
Outros	Arquivo_cvlattes_editavel_Eduardo_Porto.pdf	28/01/2022 17:35:15	EDUARDO PORTO	Aceito
Outros	Arquivo_cvlattes_editavel_Eduardo_Porto.docx	28/01/2022 17:34:49	EDUARDO PORTO	Aceito
Orçamento	Orcamento_Eduardo_Porto.docx	28/01/2022 17:09:42	EDUARDO PORTO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 07 de Julho de 2022

Assinado por:
Marta Guimarães Cavalcanti
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco N°255, 7º andar, Ala E, sala 35
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br