

Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas

Plataforma digital “Trilha do Conhecimento”: o uso de tecnologias de informação e comunicação para criação e aplicação de objetos educacionais no ensino de Biologia

AUTOR – JERONIMO AGOSTINHO FREIRE

**BELO HORIZONTE
2019**

AUTOR – JERONIMO AGOSTINHO FREIRE

Plataforma digital “Trilha do Conhecimento”: o uso de tecnologias de informação e comunicação para criação e aplicação de objetos educacionais no ensino de Biologia

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional-PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Dr. Janice Henriques da Silva Amaral

**BELO HORIZONTE
2019**

043

Freire, Jerônimo Agostinho.

Plataforma digital “Trilha do Conhecimento”: o uso de tecnologias de informação e comunicação para criação e aplicação de objetos educacionais no ensino de Biologia [manuscrito] / Jerônimo Agostinho Freire. – 2019.

98 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Dr. Janice Henriques da Silva Amaral.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

1. Ensino - Biologia. 2. Ensino-Aprendizagem. 3. Tecnologia Educacional. 4. Smartphone. I. Amaral, Janice Henriques da Silva. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01



PROFBIO

Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia



ANOS
UFMG
1927 - 2017

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE MESTRADO DE **JERONIMO**
AGOSTINHO FREIRE

Defesa No. 18
Entrada
2º/2017

No dia 15 de julho de 2019, às 14:00, reuniram-se, na Sala 415, CAD1/UFMG, os componentes da Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Mestrado, indicados pelo Colegiado do PROFBIO/UFMG para julgar, em exame final, o trabalho intitulado: **"Plataforma digital "Trilha do Conhecimento": O uso de tecnologias de informação e comunicação para criação e aplicação de objetos educacionais no ensino de Biologia ""** como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia, área de concentração: Ensino de Biologia. Abrindo a sessão, a Presidente da Comissão, Profa. Dra. Janice Henriques da Silva Amaral, após dar conhecimento aos presentes sobre as Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra ao candidato **JERONIMO AGOSTINHO FREIRE**, para apresentação oral de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a Banca se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

Professor examinador	Instituição	Indicação (Aprovado/Reprovado)
Dr/a. Janice H. Silva Amaral	UFMG	Aprovado
Dr/a. Simone Cardoso C. Pereira	UFMG	Aprovado
Dr/a. Francisco D.S. Martins	UFMG	Aprovado

Pelas indicações, o candidato foi considerado: Aprovado

O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pela Presidente da Comissão. Comunicou-se ainda ao candidato que o texto final do TCM, com as alterações sugeridas pela banca, se for o caso, deverá ser entregue à Coordenação Nacional do PROFBIO, no prazo máximo de 60 dias, a contar da presente data, para que se proceda à homologação.



PROFBIO
Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia



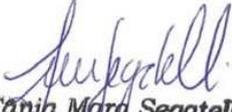
ANOS
UFMG
1927 - 2017

Nada mais havendo a tratar, a Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Banca Examinadora.

Belo Horizonte, 15 de julho de 2019.

Nome	Janice H. Silva Amaral	Assinatura	
Nome	Simone Cav do So L. Per Piva	Assinatura	
Nome	Francisco Andre S. Martins	Assinatura	
Nome		Assinatura	

Obs.: Este documento não terá validade sem a assinatura e carimbo do Coordenador do Colegiado local do PROFBIO.


Tânia Mara Segatelli
Coordenadora PROFBIO
ICB-UFMG

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Mestrando: JERONIMO AGOSTINHO FREIRE

Título do TCM: Plataforma digital “Trilha do Conhecimento”: o uso de tecnologias de informação e comunicação para criação e aplicação de objetos educacionais no ensino de Biologia

Em 2017 ingressei-me no ProfBio, o que foi muito importante para minha realização pessoal e também profissional, tendo em vista a conquista de mais uma etapa de formação acadêmica. A experiência no ProfBio não trouxe apenas novos conhecimentos, mas também abriu outras perspectivas relacionadas ao meu interesse em desenvolver novas estratégias de ensino-aprendizagem recorrendo às tecnologias mais acessíveis a professores e alunos.

Nesse processo, no ano de 2018 desenvolvi uma plataforma on-line para jogos pedagógicos e criei dois jogos e um simulador de cruzamentos que rodam na referida plataforma. Trabalho este descrito em meu TCM.

O meu contato com professores e colegas de mestrado também me levou a escrever, junto com minha esposa, dois livros didáticos de Ciências para o Ensino Fundamental: um para o 6º e outro para o 7º Ano, de acordo com a nova base comum curricular. Também pretendemos começar a escrever outros dois livros didáticos: um para o 8º Ano e outro para o 9º Ano, e agora contando com o apoio de uma colega do mestrado.

As aulas ministradas pelos professores do ProfBio me motivaram a fazer várias videoaulas sobre temas atuais de Ciências em uma linguagem simples e acessível. Os vídeos dessas aulas são curtos a fim de manterem o interesse dos alunos, que hoje mostram preferência por informações mais rápidas, dinâmicas e sintéticas.

Acredito que haja diferenças entre simplesmente ser professor e ser professor na era digital, pois, se há novos meios de aprender, então é importante desenvolver novos meios de ensinar. E a maneira que encontrei para desenvolver esses novos modos de levar à construção de saberes pelos alunos foi justamente conciliar, das mais diversas formas, tecnologia e ensino. Entretanto a oportunidade de levar adiante esse propósito não teria sido possível sem a minha passagem pelo ProfBio, que me motivou a dar ouvidos a certos anseios notados, particularmente, nas novas gerações de estudantes, apegados às tecnologias digitais e ao grande fluxo de informações que os levam a desejarem concisão, dinamismo e síntese no ensino-aprendizagem.

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

DEDICATÓRIA

Dedico esta vitória a minha mãe Mariinha, que, mesmo distante, está sempre torcendo pelo sucesso de seus filhos!

AGRADECIMENTOS

A Deus;

Aos meus pais, que sempre me disseram que a maior herança que poderiam me deixar seria o estudo;

Aos meus irmãos, que sempre me ajudaram ao longo da vida;

A minha esposa Norma, sem o apoio da qual não teria concluído este trabalho;

Ao meu filho José Jerônimo Souza Freire, que sempre me apoiou em meus projetos e que teve papel importante no desenvolvimento da *Plataforma Trilha do Conhecimento*;

Ao meu filho portador de necessidades especiais José Agostinho, com quem muitas vezes deixei de estar para me dedicar a este trabalho;

Aos meus estudantes, que me incentivaram a fazer o curso de Mestrado Profissional em Biologia e contribuíram grandemente com minha pesquisa, a qual foi desenvolvida para melhor atendê-los;

Aos meus colegas de trabalho, que me incentivaram e *seguraram a barra*, quando minha ausência foi necessária;

Aos meus colegas do mestrado, que sempre me deram forças durante o curso;

Aos membros da banca pela disponibilidade, contribuições e ensinamentos;

A Professora Dr^a Mônica Bucciarelli Rodriguez, que me orientou nos testes com o simulador de cruzamentos;

A Iasmin Rabelo, pelo apoio durante todo o processo de construção deste TCM;

Em especial, à minha orientadora Dr^a Janice, pela orientação, apoio e confiança durante todas as etapas e dificuldades encontradas na elaboração deste TCM;

E a Elisson F. Morato, pela revisão do texto.

A todos, o meu muito obrigado!

RESUMO

O uso da tecnologia amplifica as ações pedagógicas do educador ao mesmo tempo em que estreita os laços com o mundo do educando, apresentando o potencial de tornar as aulas mais proveitosas e estimulantes. Neste contexto, o presente estudo propôs desenvolver objetos educacionais, no âmbito das tecnologias de informação e comunicação, e analisar a sua aplicação no processo ensino-aprendizagem de conteúdos da disciplina de Biologia. A população do presente estudo foi composta por estudantes que cursavam o segundo e terceiro ano do ensino médio em uma escola estadual pública da cidade de Belo Horizonte/Minas Gerais, nos anos 2018 e 2019. O número de participantes variou em cada uma das etapas do estudo, respeitando a vontade dos estudantes em participar. Na primeira etapa foi criada uma plataforma digital online denominada "Trilha do Conhecimento", que permitiu a criação de três objetos educacionais editáveis: dois jogos de trilha e um simulador de cruzamentos, baseados na leitura de códigos de resposta rápida, QR code, por *smartphone*. Para os dois jogos de trilha foram explorados os conteúdos Sistema Nervoso e Genética de Populações e o simulador de cruzamentos foi direcionado somente ao ensino da Genética das Populações, por ser um tema particularmente desafiador. Na segunda etapa, foi realizado um teste de aplicabilidade de uso tanto da plataforma digital, quanto dos objetos educacionais com estudantes do ensino médio. Para isso foram aplicados em turmas de 2º ano um jogo de trilha sobre o Sistema Nervoso, e, em turmas de 3º ano, o simulador de cruzamentos sobre Genética de Populações. Na etapa seguinte, foram aplicados dois questionários para verificar a viabilidade do uso do *smartphone*, conhecer o perfil, bem como a concepção dos estudantes quanto ao uso das tecnologias desenvolvidas. Durante a quarta etapa foi realizada a aplicação de dois objetos educacionais para estudantes do 3º ano do ensino médio, como estratégia didática complementar no ensino do conteúdo Genética de Populações: “simulador de cruzamentos” e o “jogo Trilha em Tabuleiro”. Por fim, na quinta etapa, foram analisados os resultados dos estudantes no processo de avaliação sobre o conteúdo Genética das Populações, realizado através do próprio jogo “Trilha em Tabuleiro”. Como resultados desse estudo tem-se a criação da plataforma “Trilha do Conhecimento” e os objetos educacionais descritos. O teste de aplicabilidade revelou a viabilidade do uso das tecnologias de informação e comunicação desenvolvidas para o ensino de Biologia e direcionou ajustes metodológicos para a etapa de aplicação. Os dados obtidos por meio dos questionários revelaram que 95,9% dos estudantes possuem *smartphone*, 95,1% dos participantes consideraram a participação durante a aplicação dos objetos educacionais como prazerosa e que 97,6% consideraram que a participação nestes jogos contribuiu de alguma forma para a sua aprendizagem. Nas turmas em que o jogo da trilha e o simulador de cruzamentos foram aplicados, os rendimentos em relação ao percentual de acertos, individual e global, sobre a Genética das Populações foi considerado bom, mas novos estudos quantitativos e qualitativos devem ser realizados para avaliar o processo ensino aprendizagem com o uso dos objetos educacionais digitais desenvolvidos neste estudo. Espera-se que os resultados desse estudo possam contribuir para o debate sobre a inserção das tecnologias digitais na educação como forma de aprimorar aprendizagem, em especial, para o ensino de conteúdos de Biologia, por meio dos produtos desenvolvidos: plataforma digital que permite

aos professores de quaisquer área do conhecimento criar, editar e aplicar os objetos educacionais “Jogos da Trilha” e Simulador de Cruzamentos”.

Palavras-Chave: Objetos Educacionais; Tecnologia; *Smartphone*; Ensino-aprendizagem; Ensino de Biologia.

Abstract

Developed from the perspective of mobile learning, the present study proposed the description and analysis of the use of information and communication technologies in the teaching-learning process, through the creation and application of educational objects, about Biology, for mobile devices, like smartphones. In this context, the present study proposed to develop educational objects within the scope of information and communication technologies, and to analyze their application in the teaching-learning process of contents of the discipline of Biology. The population of the present study consisted of students who were in the second and third years of high school in a public state school in the city of Belo Horizonte / Minas Gerais, in the years 2018 and 2019. The number of participants varied at each stage of the study, respecting the willingness of students to participate. In the first stage was created an online digital platform called "Knowledge Trail", which allowed the creation of three editable educational objects: two track games and a "crossings simulator", based on the reading of fast response codes, QR code, for smartphone. For the two track games, the content Nervous System and Population Genetics were explored and the "crossings simulator" was directed only to the teaching of Population Genetics, as it is a particularly challenging. In the second stage, an applicability test of the use of both the digital platform and the educational objects was performed with high school students. For this, were applied in classes of 2nd year, a trail game about the Nervous System, and, in classes of 3rd year, the crossing simulator about Population Genetics. In the next step, two questionnaires were applied to verify the viability of using the smartphone, to know the profile, as well as the students' conception regarding the use of the developed technologies. During the fourth stage, two educational objects were applied to students of the third year of high school, as a complementary didactic strategy in teaching Population Genetics content: "crossing simulator" and "Board Game". Finally, in the fifth stage, we analyzed the results of the students in the process of evaluation of the content Population Genetics, carried out through the game "Track on the Board". As results of this study we have the creation of the platform "Knowledge Trail" and the educational objects described. The applicability test revealed the viability of use of the information and communication technologies developed for the teaching of Biology and directed methodological adjustments to the application stage. The data obtained through the questionnaires revealed that 95.9% of the students have a smartphone, 95.1% of the participants considered the participation during the application of the educational objects as pleasurable and that 97.6% considered that the participation in these games contributed in some way form for your learning. In the groups in which the trail game and the crossings simulator were applied, the yield in relation to the percentage of individual and global hits on Population Genetics was considered good, but new quantitative and qualitative studies should be performed to evaluate the performance in the teaching-learning process with the use of digital educational objects developed in this study. It is hoped that the results of this study can contribute to the debate on the insertion of digital technologies in education as a way to improve learning, especially in the teaching of Biology contents, through the developed products: digital platform

that enables that teachers in any field of knowledge create, edit and apply educational contents and use the educational objects “Track Games” and Crossing Simulator ”.

Keywords: Educational Objects; Technology; Smartphone; Teaching-learning; Biology Teaching.

LISTA DE SIGLAS

ALMG: Assembleia Legislativa de Minas Gerais

BNCC: Base Nacional Comum Curricular

CETIC: Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDEB: Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

INEP: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

LGPL Licença Pública Geral Menor GNU

MEC: Ministério da Educação

OE 01: Jogo de Trilha para Espaços Mais Amplos

OE 02: Jogo de Trilha em Tabuleiro

OE 03: Simulador de Cruzamentos

QR: “quick response” ou resposta rápida

PTC: Plataforma Trilha do Conhecimento

TALE: Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TCLE: Termos de Consentimento Livre e Esclarecido

TDIC: Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

TIC: Tecnologias de Informação e Comunicação

UNESCO: Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Lista de Figuras

Figura 01 – Interface da Plataforma “Trilha do Conhecimento”

Figura 02 – Mapa do MHNJB/UFMG onde ocorreu o jogo de Trilha

Figura 03 – Mapa da escola onde foi realizado o jogo de Trilha no pátio da escola

Figura 04 – Jogo de Trilha no Museu de História Natural e Jardim Botânico (MHNJB) da UFMG

Figura 05 – Tabuleiro criado para o objeto educacional 02

Figura 06 – Suporte para o Simulador de Cruzamentos

Figura 07 – Interface da área de respostas, acessada pelo estudante

Figura 08 – Jogo Trilha do Conhecimento em tabuleiro para aplicação do jogo na sala de aula

Figura 09 – Estudantes usando o Simulador de Cruzamentos em uma aula sobre Genética de Populações

Figura 10 – Simulador de Cruzamentos, utilizado pelos estudantes

Figura 11 – Inclusão do estudante cadeirante com os demais colegas, através do jogo trilha em tabuleiro

Figura 12 – Logotipo da plataforma para jogos educacionais digitais “Trilha do Conhecimento”

Figura 13 – Código de Resposta rápida utilizado para que os estudantes tenham acesso as perguntas do jogo

Figura 14 – Face superior do Tabuleiro Interativo do Simulador de Cruzamentos

Lista de gráficos

Gráfico 01 – Opinião dos estudantes em relação ao grau de dificuldade das questões do jogo

Gráfico 02 – Opinião dos estudantes quanto à contribuição dos jogos para a realização das atividades avaliativas

Gráfico 03 – Acertos individual dos grupos na resolução das questões do jogo

Gráfico 04 – Percentual de acerto em cada questão

Lista de quadros

Quadro 01 – Variação no número de sujeitos durante o estudo

Quadro 02 – Métricas técnicas, para avaliar objetos educacionais propostas por Reategui et al. (2010)

Quadro 03 – Relação entre a pontuação por acerto de acordo com a ordem de chegada das equipes de participantes

Lista de Tabelas

Tabela 01 – Sobre o uso do *smartphone* e acesso à internet

Tabela 02 – Opinião dos estudantes em relação à participação nos jogos em 2018

Tabela 03 – Estatística descritiva do rendimento dos estudantes no Jogo “Trilha e Tabuleiro”

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	Referencial Teórico	20
2	OBJETIVOS	28
2.1	Objetivo Geral	28
2.2	Objetivos Específicos	28
3	METODOLOGIA	29
3.1	Tipo e desenho do estudo	29
3.2	Participantes do estudo	29
3.3	Local do estudo	31
3.4	Desenvolvimento da plataforma digital e objetos educacionais	31
3.5	Teste de aplicabilidade dos objetos educacionais em 2018	34
3.5.1	Teste de Aplicabilidade do Jogo de Trilha para Espaços mais amplos (OE 01)	35
3.5.1.a	Teste de Aplicabilidade do Jogo de Trilha no Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG	36
3.5.1.b	Teste de aplicabilidade do jogo de Trilha no pátio da escola	36
3.5.2	Teste de aplicabilidade do jogo de Trilha em Tabuleiro (OE 02)	37
3.5.3	Teste de aplicabilidade do Simulador de Cruzamentos (OE 03)	38
3.6	Terceira etapa: aplicação de dois questionários	38
3.7	Análise da aplicação dos objetos educacionais “Jogo de Trilha em Tabuleiro e “Simulador de Cruzamentos” como ferramentas pedagógicas complementares no ensino do conteúdo Genética de Populações	39
4	ASPECTOS ÉTICOS	41
5	RESULTADOS	42
5.1.	Criação da Plataforma	42
5.2	Objetos educacionais desenvolvidos	43
5.3	Resultados do Teste de aplicabilidade	48
5.4	Resultado da aplicação dos questionários	51
5.5	Análise da aplicação dos objetos educacionais no ensino do conteúdo Genética de Populações	56
6	DISCUSSÃO	61
7	CONCLUSÃO	67
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
		17

ADENDO I - PRIMEIRO QUESTIONÁRIO	76
ADENDO II – SEGUNDO QUESTIONÁRIO	78
ADENDO III – MANUAL DE USO DOS PRODUTOS DESENVOLVIDOS	79
ADENDO IV - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	86
ADENDO V -TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)	88
ADENDO VI – QUESTÕES DO JOGO SOBRE GENÉTICA DE POPULAÇÕES	90

1 INTRODUÇÃO

Estar diante das novas gerações de estudantes, em escolas que ora dispõem de avançados recursos tecnológicos, ora são carentes de recursos didáticos básicos, tem sido um desafio para os professores. Esse desafio aumenta na medida em que a maioria dos estudantes, hoje considerados “nativos digitais”, é orientada por professores considerados “imigrantes digitais”, ou seja, um corpo discente formado por estudantes já familiarizados com tecnologias digitais, orientado por um corpo docente que tradicionalmente ainda utiliza recursos como quadro e giz (PRESNKY, 2001; FANTIN, 2016).

Hoje a educação confronta com um cenário conflituoso em que antigas e novas formas de aprendizagem acontecem em uma sociedade imersa no que Lévy (1999) chama de “cibercultura”, onde novas tecnologias ocasionam novas formas de interação social e de construção de conhecimentos. Devemos considerar que, as tecnologias dominadas pela maior parte dos estudantes, também estão disponíveis para os professores, que possuem esses mesmos recursos e não os utilizam como ferramenta pedagógica, o que propaga a falsa ideia de professores tecnologicamente ultrapassados (SILVA; PRATES; RIBEIRO, 2016).

Ao explorar as possibilidades de inclusão das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no processo de ensino aprendizagem, o *smartphone* se destaca como uma opção democrática e atrativa. Somente no Brasil, conforme a Pesquisa Anual de Administração e Uso de Tecnologia da Informação nas Empresas promovida pela Fundação Getúlio Vargas no final de 2017, o país possuía um *smartphone* por habitante (LIMA, 2018). Da mesma forma, uma pesquisa do IBGE realizada em 2017, revelou que entre os usuários da internet 97% destes, de 10 anos ou mais, acessam a internet através do *smartphone*.

Neste contexto, o professor precisa cindir com o senso comum, e com as antiquadas perspectivas que tratam o celular como uma barreira para o ensino-aprendizagem e passar a usá-lo como uma legítima ferramenta educacional. Conforme explicado por Weinert et. al. (2011), já não é mais possível “ensinar por ensinar”, pois, caso contrário, as informações transmitidas não serão assimiladas como forma de conhecimento. Trata-se então de adotar e acolher os chamados objetos educacionais digitais (BRASIL, 2011; PORVIR, 2019), que são recursos ou materiais voltados para o enriquecimento das aulas, como jogos e vídeos, e suportados em tecnologias digitais, como os *smartphones*.

Segundo Lee (2010), um *smartphone* é um celular que emprega alta tecnologia e absorve inúmeras outras tecnologias, tais como câmera fotográfica, filmadora, calculadora, rádio, navegador da web etc., funcionando semelhantemente a um computador móvel. Para Topol (2015), o *smartphone* é apontado como o grande eixo de gravitação da novíssima era da tecnologia, sendo possível ver esta tecnologia de execução instantânea integrada nas diferentes esferas da vida: nas vendas, viagens, comunicação, restaurantes, entretenimento, banco, e praticamente em todos os outros setores da indústria e serviços.

De forma que, a proposta deste estudo foi explorar a utilização dos *smartphones* como instrumento viabilizador da aplicação de objetos educacionais em uma plataforma digital, como forma de enriquecer o processo de ensino e aprendizagem, no contexto escolar.

1.1 Referencial Teórico

Neste referencial buscou-se subsídios teóricos para construir e aplicar uma ferramenta pedagógica para a criação e utilização de objetos educacionais por meio de um suporte tecnológico, o *smartphone*. Para tanto, recorreremos ao trabalho de autores que permitem compreender a importância do lúdico na construção do conhecimento, como Piaget (1978), Vygotsky (1998, 2001) e Demo (2009), dentre outros. Também consideramos importante compreender a relação entre o lúdico na educação dentro de um contexto mais amplo em que predominam as interações e a construção de saberes mediada pela tecnologia, para tanto, recorreremos a Lévy (1998) para compreender o cenário da educação naquilo que o autor conceitua como “cibercultura”.

Segundo Silva (2001) as expansões das vias de saber não são consonantes com a linearidade, sendo necessário pensarmos a educação como um caleidoscópio dinâmico, diverso, mutável, e incompatível com as amarras temporais. Assim, “é necessário pensarmos a educação como um caleidoscópio, e perceber as múltiplas possibilidades que ela pode nos apresentar, os diversos olhares que ela impõe, sem, contudo, submetê-la à tirania do efêmero” (SILVA, 2001, p. 37) Como nos diz Pedro Demo (2009), para que docentes consigam influenciar de modo positivo os estudantes é necessário e indispensável acompanhar os avanços tecnológicos e, mais que isso, saber lidar com eles produtivamente. Está distante o tempo em que os manuais escolares, o quadro e o giz constituíam os únicos recursos para o aprendizado formal. É

necessário, nesse caso, que professores se atualizem para esse novo universo tecnológico que aponta novas formas de ensino-aprendizagem (PASSERINO, 2010).

O uso de tecnologias digitais em sala de aula se tornou uma palavra de ordem e, por esta utilização ainda ser um fenômeno recente, a produção de estudos nessa área se torna relevante. Hoje, os dispositivos eletrônicos, oriundos e imersos nos meios de comunicação, também constroem formas de leituras e reflexão sobre os conteúdos abordados em sala de aula (VEEN & WRAKING, 2009).

Para que essa mudança de paradigma ocorra, existem certos desafios a serem enfrentados, como a limitação de recursos, a lacuna na formação de professores e a própria legislação e regulamentos escolares. Nesse sentido, alternativamente, como possibilidade de inclusão de TICs no processo de ensino aprendizagem, temos os dispositivos móveis, mais especificamente os *smartphones*, amplamente difundidos. É o que mostram as pesquisas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): em 2009, 51,8% dos jovens entre 15 e 17 anos possuía telefone celular próprio, já em 2017, o número chegou a 97%. O que torna seguro dizer que o recurso é democrático e disponível na maior parte das salas de aula. Visto que, o acesso aos aparelhos celulares mudou drasticamente nos últimos 10 anos é relevante construir e avaliar ferramentas pedagógicas que utilizem esse recurso.

Como contrapontos, o trabalho de Serra (2014) mostra que os professores tendem a ver o *smartphone* como um estímulo a indisciplina e a desconcentração. Pedreira *et al.* (2017) apontam que, embora seja cada vez mais comum o relato sobre boas práticas de utilização de *smartphones* como ferramenta pedagógica, existem fortes tensões e resistência por parte de professores e instituições quando passam dos pátios do intervalo para a sala de aula. Os mesmos autores reafirmam que o celular, muitas vezes, é visto mais como um inimigo do que um aliado. Não raramente, se encontra em estatutos e avisos escolares a proibição do uso do aparelho telefônico em sala de aula.

Conforme levantado anteriormente, a própria legislação constitui um desafio para que maiores mudanças ocorram no sentido da inclusão dos *smartphones* no contexto educacional. Em 2002, a Assembleia Legislativa de Minas Gerais aprovou a lei 14.486, que proíbe o uso de aparelhos celulares em salas de aula. Essa mesma lei foi alterada em 2018, por meio da lei 23.013, ampliando a restrição do uso para bibliotecas e outros espaços de estudo e demais aparelhos eletrônicos. O texto da lei falha ao não prever o uso dos aparelhos para fins pedagógicos.

De forma que, apesar de realizar tarefas e consultar conteúdo em um “toque” se tornou uma norma, o sistema educacional permanece distante dessa nova maneira de buscar conhecimento. Embora as comunicações sobre boas práticas do uso orientado do *smartphone* nesse contexto se multipliquem, não há uma sistematização do seu uso, o que provavelmente, dificulta sua aceitação como instrumento pedagógico (PASSERINO, 2010). Nessa perspectiva, “a questão não é se devemos usar ou não a tecnologia na educação, senão analisar como fazer melhor uso dela num mundo globalizado e diversificado para o desenvolvimento sócio-cognitivo de nossos estudantes” (PASSERINO, 2010, p. 61).

Dentre as inúmeras possibilidades de uso do *smartphone* destacamos a leitura de *QR Codes* ou códigos de resposta rápida, que segundo Aguila e Breen (2011), foram criados no Japão em 1994 pela Denso Wave Corporation (uma divisão do grupo Toyota), com licença de uso abrangente a qualquer pessoa ou organização. Os códigos QR são mídias interativas, funcionam como links em hipertextos, quando lidos por um *smartphone* apresentam um conteúdo armazenado ou abrem páginas da internet com mais conteúdos, dispensando a tarefa de digitar longos links, nos navegadores de internet. Segundo Vieira e Coutinho (2013) os códigos QR tem a capacidade de trazer inovação para os contextos educacionais.

De fato, os códigos QR já são um bom exemplo de tecnologia incorporada pela educação como ferramenta pedagógica. Se os computadores trouxeram inovações para o ensino, os códigos QR, e seu uso através de *smartphones*, as potencializaram, já que esses códigos permitem o acesso a um universo de informações sem a necessidade de equipamentos pesados. Vieira (2014, p. 19) enfatiza que os códigos QR representaram um grande avanço na área educacional pela dinamicidade que eles trazem para as aulas e pela motivação extra para os estudantes, os quais se interessam de modo especial por novidades tecnológicas.

As abordagens sobre os códigos QR no ensino-aprendizagem são recentes. No Brasil, os primeiros trabalhos citando explicitamente a aplicação desse recurso datam de 2010. Assim, o trabalho de Santos; Lima; Wives (2010, p. 3) apontava a potencialidade dos *QR Codes* na educação graças à quantidade de informação que poderia ser acessada por meio dele e pela portabilidade e mobilidade desse recurso que pode, e como de fato o foi utilizado em telefones celulares. Posteriormente, autores como Nichele; Schlemmer; Ramos (2015) e Lima et. al. (2015) apresentaram aplicações dos códigos QR em sala de aula, respectivamente no ensino de Química e de Geografia, como que confirmando a possibilidade apontada por essa ferramenta.

Segundo Vieira (2014), a introdução dos códigos QR na educação não se deu necessariamente no contexto da sala de aula: eles foram usados de forma precursora em catálogos de bibliotecas, como no caso da Universidade de Bath, na Inglaterra, por volta de 2009 (VIEIRA, 2014, p. 22). Ainda para a autora, os QR inicialmente trouxeram certo desconhecimento, mas já demonstravam sua potencialidade no ensino, já que eles “foram apontados como facilitadores do processo de instrução, principalmente ao nível das aprendizagens experimental, colaborativa, pela descoberta e ainda pela aproximação da ciência-tecnologia-sociedade” (VIEIRA, 2014, p. 22).

O uso da tecnologia amplifica as ações pedagógicas do educador e ao mesmo tempo estreita os laços com o mundo do educando, podendo tornar as aulas mais proveitosas e estimulantes, de forma a potencializar o impacto no grau de motivação e engajamento dos estudantes. Assim, segundo Teixeira (2011), a motivação tanto de estudantes como de professores é aumentada pela utilização do leque de ferramentas tecnológicas, possibilitando uma interação direta, que extrapola as quatro paredes da sala de aula:

“O uso de toda uma gama de ferramentas dentro do contexto de sala de aula objetiva aumentar a motivação, tanto de professores quanto de estudantes, já que possibilita uma interação diferenciada, mais constante, na medida em que amplia as possibilidades de contato entre educandos e educadores, não mais restrito apenas ao ambiente escolar”. (TEIXEIRA, 2011, p. 161)

Desse modo, o acolhimento das tecnologias por gestores educacionais e professores é importante para o aprimoramento da aprendizagem. Nesse sentido, é necessário conhecer o panorama de utilização dessa tecnologia nas salas de aula no Brasil. Segundo pesquisa realizada em aproximadamente 1000 escolas brasileiras, pelo Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação (Cetic) no ano de 2017, das TIC nas escolas, 54% dos estudantes do território nacional já utilizaram o *smartphone* em atividades para a escola, no Sudeste, esse número cai para 52%.

A mesma pesquisa revelou que 35% dos docentes fizeram uso da internet em sala de aula, apenas 26% dos docentes já propuseram jogos educativos no processo de ensino-aprendizagem, e somente 2% elaboraram um jogo de computador ou aplicativo. E, por outro lado, 74% dos docentes concordam que o uso de TIC motiva mais os estudantes. De forma que, os baixos índices de inclusão de tecnologias no processo de ensino-aprendizagem sugerem que exista uma lacuna na formação dos professores. Ainda conforme essa pesquisa, 57% dos 909

coordenadores pedagógicos e 51% dos 1.810 professores entrevistados discordaram que os professores são formados para o uso de TIC nas atividades de ensino aprendizagem (CETIC, 2017).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o ensino médio colocam as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) como elemento de uma das três competências específicas a serem desenvolvidas pelos estudantes (MEC, 2018). Ainda nesse documento, o uso de jogos educacionais e dispositivos e aplicativos digitais é apontado como uma possibilidade pedagógica para o desenvolvimento de habilidades.

Quanto aos jogos educacionais, esses já eram assinalados como fundamentais ao desenvolvimento cognitivo por Piaget (1998) e Vygotsky (1998, 2001). As contribuições desses autores são amplamente incorporadas pela área da Educação e apresentam um fundamento importante para esta pesquisa. Embora as teorias de aprendizagem desses autores apresentem algumas divergências¹, salientamos que ambos são coerentes ao abordar o lúdico como essencial na aprendizagem. Segundo Piaget (1978) a brincadeira e o jogo têm papel fundamental no desenvolvimento do indivíduo, já que “o jogo é essencialmente assimilação” (PIAGET, 1978, p. 78) de forma que, os jogos participam na construção da inteligência na medida em que estimulam a investigação e a exploração tornando o uso da inteligência mais significativo.

Nessa perspectiva, os jogos não seriam somente um modo de entretenimento, mas uma forma de enriquecer o desenvolvimento intelectual do indivíduo (PIAGET, 1978), de modo a poderem ser usados como ferramenta pedagógica, uma vez que possibilitam uma assimilação de conhecimentos de maneira prazerosa: “pode-se reduzir o jogo a uma busca de prazer, mas com a condição de conceber essa busca como subordinada, ela mesma, à assimilação do real” (PIAGET, 1978, p. 191). O jogo constitui uma forma de representar a realizada favorecendo o raciocínio abstrato “pode-se considerar o jogo, ou atividade lúdica, como conduzindo igualmente da ação à representação” (PIAGET, 1978, p. 10). O autor também sugere a redução do autoritarismo do professor, a criação de situações de autonomia e troca de sugestões sobre questões surgidas nas atividades como um benefício do jogo no seu potencial pedagógico.

¹ No caso, ao contrário de Piaget, Vygotsky leva em conta a interação social na construção do conhecimento.

Para Vygotsky (2001), a ludicidade, ao proporcionar a facilitação do crescimento intelectual e a convivência social, é universal e constitui parte do desenvolvimento saudável do indivíduo. Segundo o autor, o lúdico proporciona lidar com significados imaginários em situações reais e proporciona seguir o caminho do menor esforço (prazer) aprendendo a seguir os caminhos mais difíceis (regras) (VYGOTSKY, 1998): “no brinquedo, a criança segue o caminho do menor esforço - ela faz o que mais gosta de fazer, porque o brinquedo está unido ao prazer - e, ao mesmo tempo, ela aprende a seguir os caminhos mais difíceis, subordinando-se a regras” (VYGOTSKY, 1998, p. 66). Desse modo, o jogo, como ferramenta pedagógica, constitui uma fonte de prazer que auxilia lidar com regras, obrigações, escolhas e limites: assim, “as maiores aquisições de uma criança² são conseguidas no brinquedo, aquisições que no futuro tornar-se-ão seu nível básico de ação real e moralidade” (VYGOTSKY, 1998, p. 67).

Ainda sobre os aspectos da ludicidade nos processos educacionais, lembramos que, transformações tecnológicas também trouxeram mudanças ao mundo dos jogos e brincadeiras, muitos dos quais agora estreitamente associados às tecnologias digitais, como computadores e celulares. E dado o valor pedagógico do jogo associado à sua nova natureza, a digital, pode-se depreender a interface possível entre jogos digitais e educação.

Pedro Demo (2009) fala de aprendizagens, e não somente de aprendizagem, para descrever o cenário plural e heterogêneo da educação: há novas formas de aprender, novos objetos educacionais, assim, como novos conteúdos e novos ambientes de aprendizagem. E nesses novos cenários de aprendizagem, o professor “tem o compromisso de trazer para o estudante o que há de melhor no mundo do conhecimento e da tecnologia, para poder aprimorar sempre as oportunidades de aprender” (DEMO 2009, p. 71). Não se aprende do mesmo modo como a cem anos atrás embora muito dessas práticas centenárias busquem ser mantidas. Da mesma forma, Lévy (1998) nos chama atenção para as novas formas de ensinar com o advento das tecnologias digitais.

Segundo Lévy (1998), as mesmas tecnologias que permitiram ao homem melhorar sua condição de vida e de trabalho trouxeram novas formas de aprendizagem, que envolvem novas formas de raciocínio, a simulação e o compartilhamento de informações, e novas percepções, bem como novas ações e valores dos grupos sociais. Assim, “torna-se tarefa da escola, e em especial do professor, criar uma consciência de mudança nos processos de aprendizagem, de modo que a educação possa ser aliada ao uso das novas tecnologias, e de busca autônoma e

² Lembramos que tanto Piaget quanto Vygotsky trabalharam com o desenvolvimento cognitivo na infância, o que não torna o trabalho desses autores menos aplicável a outras faixas etárias.

constante do saber” (LÉVY, 1999, p. 17). Nesse caso, o professor migra de um papel de um simples fornecedor de saberes para o animador de uma inteligência coletiva formada pelo grupo de estudantes (LÉVY, 1999).

A proliferação de novas tecnologias de comunicação leva a uma discussão sobre formas de ensino que possam estar, sem o saberem, obsoletas (SILVA, 2001). Essa nova forma de aprendizagem, permeada pelo uso de tecnologias digitais e que possibilitam uma construção multilateral e conjunta do conhecimento, que envolve tanto indivíduos quanto sistemas cognitivos artificiais, define a “aprendizagem móvel” (UNESCO, 2014). A aprendizagem móvel, assim, é um sistema ou modalidade de ensino-aprendizagem que se vale das tecnologias digitais móveis, como os *smartphones e tablets*, que estejam conectados a uma rede de internet, possibilitando, assim, o processo de ensino aprendizagem, uma vez que a instrução pode ocorrer em qualquer lugar e a qualquer momento (UNESCO, 2017).

Nessa perspectiva, as novas tecnologias digitais mudam as relações dos estudantes com as tarefas a serem desenvolvidas. Fontana e Cordenonsi (2015) apontam para o potencial das TIC como complementadoras do processo de ensino-aprendizagem. Da mesma forma, Tavares *et al.* (2017) salientam que uma característica que torna as tecnologias digitais facilitadoras da aprendizagem é que elas conferem maior autonomia e preponderância ao estudante, que tem familiaridade com esse tipo de equipamento.

Nesse contexto de inovações, inclusive pedagógicas, uma das possibilidades apontadas por Demo (2009) é justamente o jogo:

“O que atrai é que há neles um problema desafiador, cuja solução exige esforço, dedicação, pertinácia, mas que implica igualmente imensa satisfação e capacidade de iniciativa. Esta satisfação provém, em grande medida, da sensação de que o jogador está no front, participa de modo envolvente, constrói, modela, monta situações e condições, propõe, faz e refaz.” (DEMO, 2009, p. 68)

De acordo com Demo (2009), a vantagem do jogo é justamente a de propor um desafio instigante no qual o jogador detém a iniciativa, vivenciando, ele mesmo, um processo de aprendizagem. Além de uma fundamentação educacional, o jogo deve ser desenvolvido para apresentar um contexto, objetivos, regras, *feedback*, competição e interação (PRENSKY, 2001). É possível fornecer maior motivação na educação pela inclusão de TIC no desenvolvimento e aplicação desses jogos, a exemplo do *smartphone* (TEIXEIRA, 2011).

O trabalho de Soares (2016) vem mostrar que o *smartphone* pode ser tratado como uma ferramenta educacional bastante proveitosa, que permite inclusive, “fomentar a evolução crítica do conhecimento e dos fluxos informacionais” (SOARES, 2016, p. 10). Esse aparelho, assim, segundo a autora, traz maior dinamismo ao aprendizado dos estudantes, e contribui para desenvolver e aprimorar diversas competências relacionadas à aprendizagem. No caso, “se atualmente a tecnologia faz parte da experiência sociocultural dos discentes, levar em consideração os benefícios do uso dos *smartphones* e celulares no ambiente escolar pode ser valioso e tornar as aulas interessantes” (SOARES, 2016, p. 10). Este autor também afirma que, não há motivo para dissociar o uso do *smartphone* da melhoria nas maneiras de se ensinar (SOARES, 2016). Portanto, estamos em uma fase de maior inclusão de tecnologias no processo educacional, o que corrobora para importância desse estudo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver objetos educacionais, no âmbito das tecnologias de informação e comunicação, e analisar a sua aplicação no processo ensino-aprendizagem de conteúdos da disciplina de Biologia.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Desenvolver uma plataforma digital para *smartphones*, baseada na leitura de código QR.
- b) Desenvolver objetos educacionais para contribuir com o processo de ensino-aprendizagem em espaços educativos diversos;
- c) Verificar, a aplicabilidade quanto aos quesitos técnicos dos objetos educacionais desenvolvidos, no contexto do ensino de Biologia;
- d) Conhecer o perfil do estudante de ensino médio quanto ao uso do *smartphone* e acesso à internet no contexto escolar e social.
- e) Analisar a concepção dos estudantes quanto ao uso dos objetos educacionais desenvolvidos no processo ensino-aprendizagem;
- f) Analisar a aplicação os objetos educacionais digitais desenvolvidos, como estratégia pedagógica complementar de ensino e aprendizagem para o conteúdo Genética de Populações;

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo e desenho do estudo

Este estudo apresenta um caráter exploratório e descritivo, uma vez que envolve o levantamento bibliográfico, a descrição de práticas, o levantamento de opiniões e atitudes e análise (GIL, 1999). Como importante referencial teórico e metodológico para o desenvolvimento estudo, destaca-se o modelo conceitual de Jappur (2014), que consiste em uma série de procedimentos para “a criação, aplicação e avaliação de jogos educativos digitais para o contexto do processo de ensino e aprendizagem em sala de aula” (Jappur, 2014, p. 9). Esse modelo serve para guiar os procedimentos de criação e aplicação dos objetos educacionais.

O estudo foi desenvolvido em cinco etapas. Na primeira etapa foi desenvolvida uma plataforma digital baseada em leitura de *QR Code* por aparelhos eletrônicos do tipo *smartphone*, intitulada “Trilha do Conhecimento”. Na segunda etapa, foram desenvolvidos objetos educacionais intitulados “Jogos da Trilha” e “Simulador de Cruzamentos”. Na etapa seguinte, buscou-se verificar a aplicabilidade dos objetos educacionais, junto aos estudantes do 2º e 3º ano do Ensino Médio, em relação aos conteúdos da disciplina Biologia. As três primeiras etapas foram realizadas no ano de 2018. Já as etapas seguintes foram realizadas no ano de 2019.

Assim, na quarta etapa aplicou-se dois questionários, sendo o primeiro para conhecer o perfil dos estudantes quanto ao uso do *smartphone* e internet e o segundo para avaliar a concepção dos estudantes quanto à experiência pedagógica na aplicação dos objetos educacionais. Na quinta e última etapa, analisou-se a aplicação dos objetos educacionais desenvolvidos para espaços educativos formais, como estratégia pedagógica complementar para o ensino e aprendizagem do conteúdo Genética de Populações.

3.2 Participantes do estudo

Os participantes do presente estudo foram selecionados por conveniência. A população foi composta por estudantes do 2º e 3º Ano do Ensino Médio em uma escola estadual pública da cidade de Belo Horizonte/Minas Gerais, nos anos 2018 e 2019. O número de sujeitos variou em cada uma das etapas do estudo (Quadro 01), respeitando-se a vontade dos estudantes em participar ou não do estudo.

Em 2018, da terceira etapa do estudo, que consistiu no teste de aplicabilidade, participaram 144 estudantes, sendo 74 estudantes de três turmas de 2º Ano, que contribuíram com os teste dos objetos educacionais intitulados “ Jogos de Trilha”, sobre Sistema Nervoso, e 70 estudantes de duas turmas do 3º Ano, que participaram do teste do objeto educacional “Simulador de Cruzamentos”, para trabalhar o conteúdo de Genética de Populações.

Em 2019, na quarta etapa do estudo, realizada nas turmas de 3º Ano de 2019, participaram 49 de um total de 58 estudantes convidados. Os 49 estudantes preencheram voluntariamente ao primeiro questionário, que buscou verificar o perfil do estudante de Ensino Médio em relação ao uso do *smartphone* e acesso à internet no contexto escolar e social, e 41 estudantes, que participaram dos jogos em 2018, preencheram voluntariamente ao segundo questionário, que buscou avaliar a concepção dos estudantes sobre os objetos educacionais desenvolvidos. Na quinta e última etapa, foi analisada a aplicação dos objetos educacionais junto a 46 estudantes das turmas de 3º Ano A e B, para trabalhar, como estratégia pedagógica complementar de ensino e aprendizagem sobre o conteúdo de Genética de Populações.

Quadro 01 – Variação no número de participantes durante o estudo

Etapa	Ano	Série(ano)	Estudantes participantes (n)
Teste de aplicabilidade dos objetos educacionais “Jogos de Trilha”	2018	2º Ano A, B e C	74
Teste de aplicabilidade do objeto educacional “Simulador de Cruzamentos”	2018	3º A’ e B’	70
Primeiro questionário	2019	3º Ano A e B	49
Segundo questionário	2019	3º Ano A e B	41
Análise da aplicação dos objetos educacionais sobre Genética de Populações	2019	3º Ano A e B	46

Fonte: Elaborado pelo autor

3.3 Local do estudo

O estudo foi realizado em uma escola pública da rede estadual de Minas Gerais, na cidade de Belo Horizonte. Essa instituição possui a característica de “corredor” por se localizar próxima ao metrô de Belo Horizonte e a muitas linhas de ônibus. A instituição atendia estudantes de diferentes regiões, o que dificultava a realização de reuniões com os pais e a criação de uma identidade com a comunidade local. Apesar de atender estudantes de diferentes regiões, a comunidade de estudantes é constante ao longo dos três anos do Ensino Médio. Os estudantes que entram na escola no primeiro ano do Ensino Médio tendem a ficar até o final do terceiro ano.

A escola na qual o estudo foi realizado não possui dados divulgados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) divulgados, devido ao pequeno número de participantes no Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB). Além disso, as informações que o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) possui da escola são insuficientes para que os resultados sejam divulgados (INEP, 2019).

3.4 Desenvolvimento da plataforma digital e objetos educacionais

Para o desenvolvimento desta ferramenta de aprendizagem o trabalho de Aguila e Breen (2011) foi um importante referencial teórico-metodológico, por tratar-se da aplicação de códigos QR para o acesso de informações, imagens, vídeos, etc. Portanto, procurou-se criar uma plataforma digital que abrigasse questões e informações que pudessem ser acessadas através da leitura de códigos QR. A plataforma digital desenvolvida neste estudo foi intitulada “Trilha do Conhecimento”.

Procurou-se desenvolver uma plataforma que pudesse ser acessada com o suporte de computadores, *tablets*, *smartphones* e outros dispositivos capazes de acessar à internet, por meio da qual seus usuários (professores e estudantes) pudessem realizar tarefas sem a necessidade de conhecimentos específicos em informática. Assim, as funcionalidades da plataforma baseiam-se em algoritmos desenvolvidos em PHP, que acessam um banco de dados e executam as tarefas solicitadas pelo usuário. A plataforma foi planejada para que as questões de múltipla escolha cadastradas fossem corrigidas automaticamente. Assim, o professor é possível conhecer o número de acertos de cada grupo e quais questões cada grupo foram

respondidas corretamente. As respostas das questões discursivas são armazenadas para o professor corrigir posteriormente.

Procurou-se desenvolver os algoritmos da plataforma através da linguagem PHP, linguagem de programação escolhida pela sua funcionalidade e gratuidade (NIEDERAUER, 2004). Em seu desenvolvimento também foram utilizadas duas bibliotecas a PHP *QR Code Library* e *jQuery*. A PHP *QR Code* é uma biblioteca de código aberto (LGPL) para gerar *QR Code* através dos algoritmos desenvolvidos em PHP e *jQuery*. Já a *jQuery* é uma biblioteca de funções *JavaScript* desenvolvida para simplificar os *scripts* interpretados no navegador do cliente. O uso dessas bibliotecas tornou a navegabilidade na interface da plataforma mais fácil. Ambas as bibliotecas permitem modificações, redistribuições e uso comercial sob os termos da Licença MIT. A licença MIT, a qual permite que o *software* seja tratado sem restrições para o uso, modificação e distribuição. Assim, outros usuários podem modificar a licença, com o objetivo de atender às suas necessidades (DEMOISELLE PROCESS, 2019; DEMOISELLE V3, 2019).

Uma vez criada a plataforma, com o seu suporte foram desenvolvidos os objetos educacionais para espaços educativos formais e não formais. Segundo a definição Oliveira e Gastral (2009) espaços educativos formais são aqueles vinculados à escola, já aqueles situados fora dos limites geográficos da escola são denominados espaços não formais de educação.

Nesse sentido foram desenvolvidos os objetos educacionais: Jogos de Trilha e Simulador de Cruzamentos. Dentre os Jogos de Trilha, foram desenvolvidos o Jogo de Trilha para espaços mais amplos e o Jogo de Trilha em tabuleiro, que possuem o mesmo princípio de funcionamento: são baseados na leitura de códigos QR através do *smartphone*, o qual acessa páginas na plataforma contendo perguntas e informações sobre o assunto trabalhado no objeto educacional.

Para criar o jogo de trilha para espaços amplos, foram cadastradas questões pertinentes à utilização do jogo, na plataforma. Para cada uma das questões foram gerados códigos QR através da plataforma. Posteriormente, esses códigos foram impressos e distribuídos ao longo da trilha do jogo para ambientes amplos. Também foi elaborado um mapa da trilha contendo os pontos onde os códigos QR foram afixados. Finalmente, para que o jogo estivesse pronto para ser usado, foi agendada na plataforma a data e horário para que ele fosse aplicado, além de ser impressa uma senha de acesso para cada grupo de estudantes que participaram do jogo.

Já a elaboração do jogo de trilha em tabuleiro foi mais complexa. Os códigos QR gerados na plataforma foram copiados como imagens e colados em um tabuleiro elaborado através do CorelDraw, um *software* de edição de imagens. Esse é um *software* pago, mas é possível usar *softwares* livres, para criação de tabuleiros. O tabuleiro foi montado da seguinte forma: foi gerado um arquivo tamanho A3 (29,7 x 41,99 cm), que foi ilustrado com diversas imagens. Entre as imagens foi desenhada uma trilha contendo setenta e oito casas enumeradas, sendo que entre essas casas foram afixados os vinte códigos QR gerados na plataforma, que apontavam para páginas da mesma.

Para esse jogo buscou-se produzir um número de kits, que pudessem atender uma turma com quarenta estudantes divididos em grupos de quatro a seis integrantes. Cada kit contém um dado, pecinhas de madeira (para representar os jogadores) e um tabuleiro tamanho A3 impresso em papel couchê 300g. Sendo assim, dos vinte códigos QR distribuídos ao longo da trilha, apenas onze foram destinados a perguntas a serem respondidas pelos participantes, oito códigos foram destinados a fornecerem informações pertinentes ao assunto abordado no jogo e um código, o último da trilha, foi destinado à identificação dos membros do grupo. Cabe ressaltar aqui que a organização dos códigos foi uma estratégia adotada pelo professor de Biologia. Não se trata de uma estratégia obrigatória do jogo, de modo que cada professor que fizer uso dessa ferramenta lúdica poderá adotar seus próprios critérios de organização dos códigos QR.

Para o objeto educacional Simulador de Cruzamentos, foi explorado o conteúdo específico de Genética de Populações foi explorado. Para a elaboração do simulador, além da parte funcional na plataforma, que é comum aos jogos, foi utilizada, para construção da base para o simulador, uma placa de polietileno com dimensões de 21x16x1 cm. Essa placa foi adesivada com informações para aplicação de cálculos sobre Genética de Populações, além de seis códigos QR, um dos quais um aponta para uma videoaula no *YouTube* sobre o funcionamento do simulador. O outro código aponta para uma videoaula sobre Genética de Populações. Os outros quatro códigos QR, apontam para a Plataforma “Trilha do Conhecimento”, que contém perguntas específicas sobre Genética de Populações. Na confecção do simulador foram feitos três orifícios de 0,4 cm no centro da placa, para que se pudessem encaixar três hastes de metal inox, que servem de suporte para pecinhas plásticas com um orifício central. Essas pecinhas são de cor branca ou preta e foram usadas para representarem os genes dos indivíduos de uma população hipotética.

As peças de cor branca representam o alelo “a” e as peças de cor preta representavam o alelo “A” dos indivíduos da população. Nas hastes de metal cada duas pecinhas representam um par de genes: se for duas pecinhas brancas, representam o genótipo “aa”, se for uma preta e uma branca, representam o genótipo “Aa” e se forem duas pretas, representam o genótipo “AA”. Também faz parte do kit uma bacia plástica para colocar as pecinhas e um tubo de PVC com tampa rosqueada para guardar as hastes de metal. Como os materiais necessários à elaboração dos kits do simulador são mais caros, nesse estudo optou-se por confeccionar seis kits, que atendem grupos de até sete ou oito estudantes.

3.5 Teste de aplicabilidade dos objetos educacionais em 2018

Os objetos educacionais criados foram aplicados junto aos participantes da terceira etapa do estudo, a fim de testar a aplicabilidade destes através do *smartphone* em espaços educativos formais e em espaços mais amplos. Os testes foram realizados em quatro momentos. Durante a aplicação dos objetos educacionais, o professor buscou, observar a partir da experiência dos estudantes aspectos a serem aprimorados.

Durante o teste de aplicabilidade foram observados os critérios propostos por Reategui et al. (2010) para avaliação de objetos educacionais. Segundo o autor, é importante que os educadores saibam reconhecer e avaliar características importantes nestes materiais, características que podem atestar ou não sua qualidade. O Quadro 02 resume as principais métricas que um objeto educacional deve atender. Dentre essas métricas, a única que não foi considerada na elaboração dos objetos educacionais desenvolvidos foi o critério da afetividade. Nenhum dos jogos ou simulador apresenta personagens que possam expressar sentimentos de afetividade.

Quadro 02 – Métricas técnicas, para avaliar objetos educacionais propostas por Reategui et al. (2010)

Métricas técnicas, para avaliar objetos educacionais propostas dos Reategui et al. (2010)			
Aspectos técnicos	Requisitos	Robustez	É isento de erros? No caso de problemas inesperados, o objeto continua sua execução, permitindo ao usuário completar sua tarefa? O uso intensivo da aplicação, principalmente num contexto em rede com muitos usuários, mantém seu desempenho?
		Portabilidade	O objeto de aprendizagem pode ser utilizado em computadores/ <i>smartphones</i> com configurações diversas, das mais simples até as mais sofisticadas? O objeto pode ser utilizado em computadores/ <i>smartphones</i> com diferentes sistemas operacionais (ex. Linux, Windows, MacOS)?
	Interface	Emprego de imagens	As imagens são empregadas para ilustrar conceitos e explicações ao invés de apenas decorar as páginas? O número de imagens apresentados em cada página é adequado, considerando-se que a presença excessiva de imagens pode gerar sobrecarga cognitiva - terminando por prejudicar os processos de aprendizagem?
		Apresentação de informações	Há contraste suficiente entre fontes e fundo de tela, facilitando a leitura dos textos?
			As fontes utilizadas apresentam tamanho adequado, ou permitem que sejam aumentadas/diminuídas de acordo com a necessidade de cada usuário?
			Textos longos são alinhados à esquerda (ao invés de centralizados ou alinhados à direita)? Há consistência visual na apresentação de informações (títulos, formatação/ disposição dos textos e recursos gráficos)?
		Orientação e navegação	A todo o momento é possível saber em que ponto nos encontramos no objeto de aprendizagem, através de seus rótulos e títulos? Os links para acessar outras páginas e funções do objeto de aprendizagem são facilmente reconhecíveis, através do uso de convenções universais (ex. links sublinhados ou em negrito, botões facilmente identificáveis)? Os ícones que dão acesso a outras páginas e funções do objeto são facilmente compreensíveis?
			Interatividade
		Estética	O objeto de aprendizagem emprega recursos gráficos que melhoram o aspecto estético da interface, tornando mais agradável?
		Afetividade	Existem componentes na interface do objeto de aprendizagem que explorem a expressão de estados afetivos, por exemplo através de personagens estáticos ou animados?

Fonte: Reategui et al. (2010)

3.5.1 Teste de Aplicabilidade do Jogo de Trilha para Espaços mais amplos (OE 01)

O “Jogo de Trilha para espaços mais amplos” foi testado com estudantes que cursavam o segundo ano do ensino médio em 2018. Foram realizados testes em dois momentos: o primeiro em um espaço educativo não-formal, o Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG, e um segundo momento no pátio da escola. Para aplicação os estudantes foram divididos em grupos de quatro a seis integrantes.

3.5.1.a Teste de Aplicabilidade do Jogo de Trilha no Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG

Para esta atividade o tema foi a fauna e flora, e a participação dos estudantes não foi obrigatória. Todos os estudantes das três turmas foram convidados.

Com antecedência, a trilha foi demarcada no parque, para que os estudantes pudessem percorrê-la respondendo as questões na plataforma. Os códigos QR foram plastificados para não se molharem em uma eventual chuva. Os mesmos foram amarrados em troncos e galhos de árvores de modo que os estudantes pudessem encontrá-los usando o mapa.

Para os testes de aplicabilidade deste jogo de trilha, foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- Caminhada de uma hora e meia em uma parte da mata, onde foram discutidos assuntos relacionados à biodiversidade local;
- Pausa para lanche no restaurante do Museu, com duração de aproximadamente trinta minutos;
- Aplicação do Jogo de Trilha (OE 01) em uma outra parte da mata, com duração de aproximadamente cinquenta minutos. Nessa trilha as questões abordaram assuntos relacionados à fauna e flora local.

3.5.1.b Teste de aplicabilidade do jogo de Trilha no pátio da escola

Para testar o Jogo de Trilha no pátio da escola, o tema Sistema Nervoso foi por conveniência explorado, pois era o conteúdo que deveria ser abordado conforme ementa e cronograma da disciplina de Biologia. Na primeira aula foi realizada a exibição de uma videoaula, de autoria do professor, sobre o Sistema Nervoso, seguida de uma discussão com os estudantes. Durante a segunda aula foi realizado o teste de aplicabilidade do Jogo de Trilha no pátio da escola.

Uma trilha de conhecimento foi montada no pátio da escola com códigos QR que direcionavam para questões objetivas na plataforma “Trilha do Conhecimento”. Para participar do jogo, os estudantes foram divididos em grupos com quatro a seis integrantes, nos quais pelo menos um integrante deveria ter um *smartphone* com internet e capaz de ler os códigos QR. Os grupos receberam um mapa com a localização dos códigos QR e uma senha de acesso à

plataforma “Trilha do Conhecimento”. Cabia a cada grupo encontrar os códigos, responder as questões e retornar à sala de aula.

De posse de um mapa da trilha, cada grupo saiu à procura dos códigos para responder as questões, podendo, para isso, consultar a internet e o caderno de aula. Na plataforma, o professor acompanhou as respostas dos estudantes em tempo real. O resultado de cada grupo foi calculado de acordo com o número de acertos, sendo que a ordem de chegada dos grupos determinou o valor atribuído a cada acerto. A atribuição da ordem de chegada teve o propósito de promover a competitividade entre os grupos e aumentar o desafio do jogo.

3.5.2 Teste de aplicabilidade do jogo de Trilha em Tabuleiro (OE 02)

O tema abordado também foi Sistema Nervoso, por conveniência. No dia do teste os estudantes constituíram grupos com quatro a seis integrantes. Os integrantes de cada grupo tinham que percorrer a trilha no tabuleiro respondendo às questões, ou lendo as informações, sobre o assunto. As questões do jogo apareciam após a leitura dos códigos QR. Na atividade, os estudantes usaram peças de madeira para representarem a si mesmos no tabuleiro e lançaram dados para ordenar quantas casas deveriam avançar. Quando os jogadores caíam em uma casa com código QR deveriam fazer a leitura do mesmo com o *smartphone* que os direcionava para uma pergunta a ser respondida ou a uma informação sobre o tema.

O tabuleiro continha onze perguntas e oito informações temáticas, sendo que o primeiro código direcionava para uma página da plataforma, na qual os estudantes deveriam escrever seus nomes e turma. O número reduzido de perguntas foi devido à duração da aula em que o jogo foi aplicado (50 minutos) (ADENDO VI).

Dessa forma, durante o teste de aplicabilidade os estudantes puderam rever conteúdos sobre o sistema nervoso e, ao mesmo tempo, responder questões sobre esse assunto. Também cabe ressaltar a satisfação de um estudante portador de necessidades especiais em poder participar do jogo com seus colegas de sala. O que evidencia o caráter inclusivo dessa ferramenta pedagógica.

3.5.3 Teste de aplicabilidade do Simulador de Cruzamentos (OE 03)

O terceiro objeto educacional, produzido nesse estudo, foi testado com estudantes que estavam cursando o terceiro ano do ensino médio em 2018. Foram necessárias três aulas consecutivas para aplicar o simulador.

No início da aula o professor dividiu a turma em grupos de seis estudantes. Os procedimentos foram os mesmos nas duas turmas, só mudando o dia da semana. Foram utilizados os três primeiros horários, antes do intervalo. Durante as três aulas consecutivas os estudantes se mantiveram participativos e não pediram para sair de sala. Cada grupo recebeu um kit para utilizar o simulador, contendo uma placa de polietileno adesivada, três hastes de metal inox, trinta pecinhas de cor branca e trinta pecinhas de cor preta, uma bacia plástica para colocar as pecinhas e vinte pecinhas todas de cor branca ou preta.

De posse desse material os estudantes realizaram os procedimentos descritos na Plataforma “Trilha do Conhecimento”, e simularam cruzamentos ao acaso, cruzamentos selecionados e migração de indivíduos na população . Com base na videoaula e nas informações contidas na placa de polietileno os estudantes conseguiram calcular os genótipos, fenótipos, frequência gênica e fenotípica da população que estava sendo simulada. Durante as simulações dos cruzamentos, o professor pediu que os estudantes tirassem fotos e comparassem seus resultados com os dos outros grupos, para que pudessem discutir posteriormente.

Mais informações podem ser obtidas no manual de uso da Plataforma “Trilha do Conhecimento” (ADENDO III).

3.6 Terceira etapa: aplicação de dois questionários

Por meio de dezessete perguntas do primeiro questionário (ADENDO I), buscou-se identificar a quantidade de estudantes que possuíam *smartphone* e as características de uso do aparelho pelos respondentes, verificou-se também a viabilidade de exploração deste recurso, bem como o perfil dos participantes. Nessa etapa, 58 estudantes do 3º Ano, turmas A e B, do Ensino Médio foram convidados para responder o questionário. Responderam à pesquisa 49 estudantes, sendo 41 estudantes egressos do 2º Ano da escola onde a pesquisa foi feita e 8 novatos, egressos de outra escola.

O segundo questionário (ADENDO II), com sete perguntas, foi aplicado com o objetivo de conhecer a opinião dos estudantes quanto ao uso da plataforma através do *smartphone* para

aplicação e participação nos jogos. Apenas os egressos do segundo ano de 2018 e que haviam participado da aplicação do jogo, responderam o segundo questionário, totalizando 41 respondentes.

A análise dos dados obtidos por meio dos questionários foi realizada com o suporte do *software IBM SPSS Statistics*.

3.7 Análise da aplicação dos objetos educacionais “Jogo de Trilha em Tabuleiro e “Simulador de Cruzamentos” como ferramentas pedagógicas complementares no ensino do conteúdo Genética de Populações

Após as correções e adaptações nos objetos educacionais desenvolvidos, buscou-se analisar a aplicação desses objetos no contexto de uma sequência de atividades sobre Genética de Populações, com 46 estudantes do 3º Ano A e B. Buscou-se desenvolver uma sequência de atividades que agregasse a exibição de vídeos, correção de exercícios, debates e aplicação dos objetos educacionais desenvolvidos, como estratégia pedagógica complementar e de avaliação de conteúdo. A sequência foi dividida em quatro momentos, descritos a seguir.

No primeiro momento reproduziu-se uma videoaula sobre Genética de Populações, já utilizada em turmas anteriores, elaborada pelo professor e disponibilizada no YouTube. Segundo Moran (1995), um bom vídeo é interessantíssimo para introduzir um novo assunto, para despertar a curiosidade e a motivação sobre novos temas. Ainda na mesma aula, logo após a exibição da videoaula, o professor abriu o debate com a turma, na intenção de perceber o que os estudantes compreenderam sobre a videoaula, além de procurar relacionar as informações apresentadas aos conhecimentos prévios dos estudantes.

Em um segundo momento, o professor trabalhou com os estudantes a correção de questões do ENEM sobre Genética de Populações, procurando mostrar aos estudantes a importância de se trabalhar esse tema como forma de preparar para o ENEM. Já no terceiro momento o professor aplicou o Simulador de Cruzamentos, em duas aulas geminadas, a grupos de quatro a seis estudantes, como momento investigativo. Através do simulador, os estudantes puderam levantar e testar hipóteses, simulando cruzamentos e confrontando dados obtidos com os dados dos outros grupos. Este foi um momento de muita participação e interesse no cumprimento das tarefas propostas.

No quarto momento foi aplicado o Jogo de Trilha em Tabuleiro. Para isso, os estudantes de cada turma foram distribuídos em grupos de aproximadamente quatro estudantes. Cabe ressaltar que o Jogo de Trilha para ambientes amplos não foi aplicado nessa sequência de atividade devido à presença de um estudante cadeirante. A presença desse estudante, por sua vez, incentivou o professor a desenvolver o jogo de Trilha em Tabuleiro, como forma de integrar todos os participantes em detrimento de suas limitações físico-motoras.

Para a análise da experiência pedagógica dos estudantes no Jogo de Trilha em Tabuleiro foi realizada a verificação dos acertos dos estudantes no conjunto de onze questões sobre Genética de Populações (ADENDO VI). As respostas dos grupos foram corrigidas automaticamente através da Plataforma “Trilha do Conhecimento”. O percentual de acertos foi analisado em cada uma das questões.

4 ASPECTOS ÉTICOS

Inicialmente o estudo foi submetido para avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Os pais/responsáveis assinaram os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ADENDO IV), consentindo pelos menores de idade. Os menores de idade assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (ADENDO V), garantindo que também estavam cientes da participação em um estudo e que receberam todas as informações necessárias. Enfatizamos também que essas informações foram apresentadas de forma clara levando-se em conta a faixa etária dos participantes. Por questões éticas, os dados dos participantes foram mantidos em sigilo. O número de registro de CAAE é 91560718.1.0000.5149.

5 RESULTADOS

5.1. Criação da Plataforma

Conforme mostrado, a Plataforma “Trilha do Conhecimento” é uma ferramenta digital que permitiu a criação, edição e aplicação de objetos educacionais baseados na leitura de códigos QR por meio de *smartphone*, possibilitando ainda ao usuário a elaboração de questões e seu armazenamento em um banco de dados, sem exigir conhecimentos em programação (Figura 01). Além de adicionar questões, mostramos que é possível editar as atividades ou jogos, o horário e o dia em que estarão disponíveis para os estudantes e ter acesso às respostas dos mesmos, que são corrigidas automaticamente. Outro resultado alcançado foi a capacidade de a plataforma também ser utilizada para introduzir novos conteúdos, ou revisar conteúdos já trabalhados, de maneira dinâmica e lúdica, e ainda podendo ser um instrumento para acompanhar e avaliar a aprendizagem.

A aplicação da ferramenta também permitiu demonstrar que ela favorece a exploração de ambientes extra escolares, de modo que atividades de ensino-aprendizagem ganham uma outra maneira de serem praticadas fora da sala de aula. Simultaneamente, tal aplicação, reafirmou a possibilidade do uso pedagógico de aparelhos de *smartphone*.

Com os jogos disponibilizados na plataforma foi possível proporcionar o uso pedagógico do *smartphone* na escola e em espaços diversos de educação.

Figura 01 - Interface da Plataforma “Trilha do Conhecimento”



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2 Objetos educacionais desenvolvidos

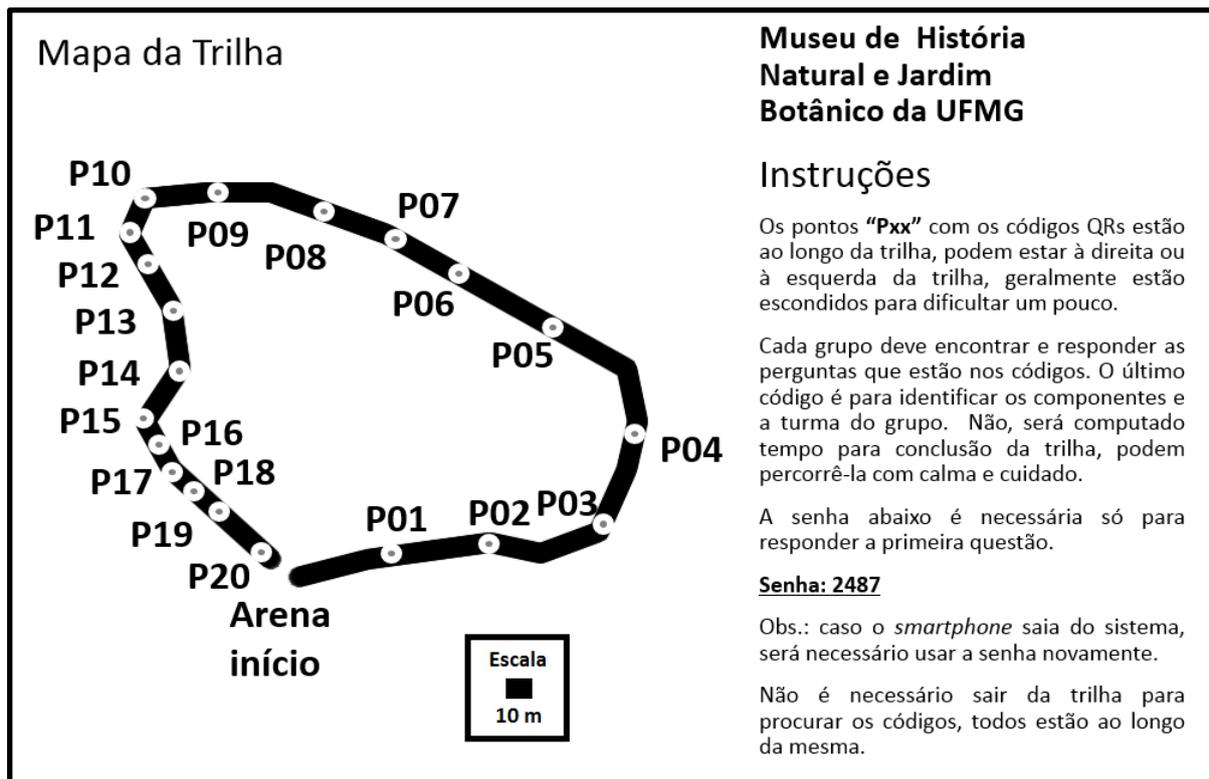
Por recorrer à tecnologia digital, os objetos educacionais também apresentaram baixo custo e grande potencial para atividades de complementação do processo de ensino-aprendizagem. Mesmo o processo de criação da plataforma legou uma ferramenta de baixo custo. Por outro lado, a elaboração da referida plataforma, mesmo demandando conhecimento técnico avançado, resultou na produção de uma ferramenta tecnológica acessível e de uso simples para o professor, sem exigir dele maior conhecimento técnico e sem demandar da escola

investimento em capacitação. Desse modo, conciliando tecnologias acessíveis, como o *smartphone*, e/ou outras amplamente disseminadas, como os códigos *QR*, chegou-se a concepção de produtos que promovem a aprendizagem de maneira dinâmica, acessível e inovadora, estimulando maior participação e empenho de professores e estudantes.

Ilustrando a versatilidade desses produtos, lembramos que, na plataforma, a edição dos objetos educacionais consistiu na inclusão de perguntas e informações, para posterior geração e impressão dos Códigos QR. De forma que foram produzidos: um “Jogo de Trilha para espaços mais amplos”, um “Jogo de Trilha em Tabuleiro” e um “Simulador de Cruzamentos”.

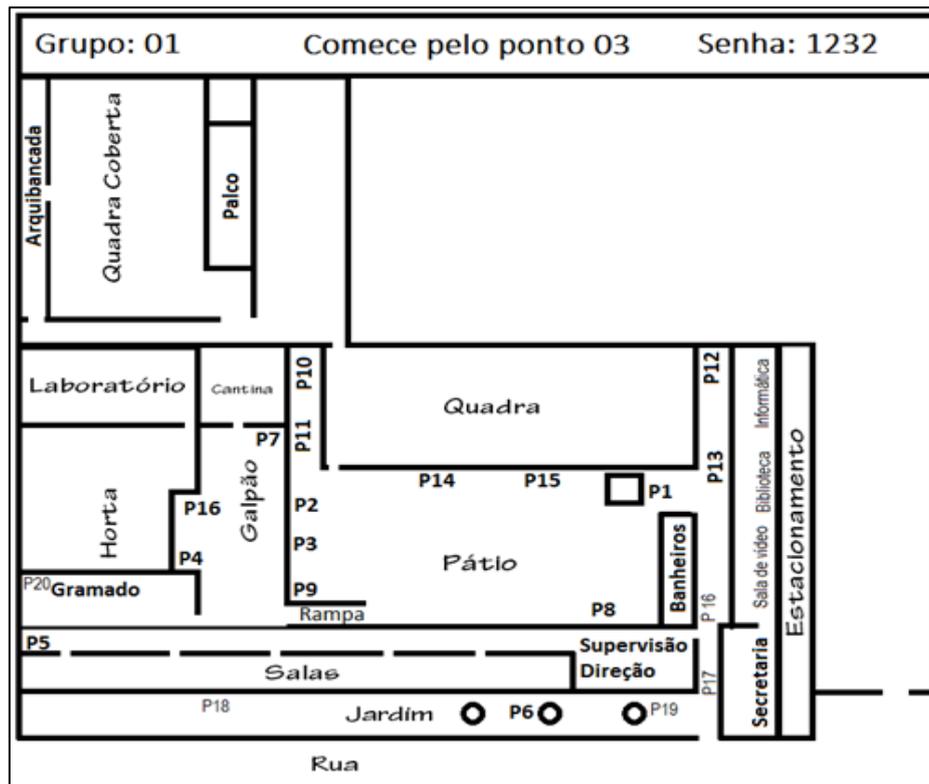
As configurações para os **Jogos de Trilha** foram as mesmas. Entretanto, o Jogo de Trilha desenvolvido para espaços mais amplos demandou a elaboração de um mapa (Figuras 02 e 03) com os pontos onde se encontram os Códigos QR (Figura 04), para orientação dos participantes.

Figura 02 - Mapa do MHNJB/UFMG onde ocorreu o jogo de Trilha



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 03 - Mapa da escola onde foi realizado o jogo de Trilha no pátio da escola



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 04 – Jogo de Trilha no Museu de História Natural e Jardim Botânico (MHNJB) da UFMG

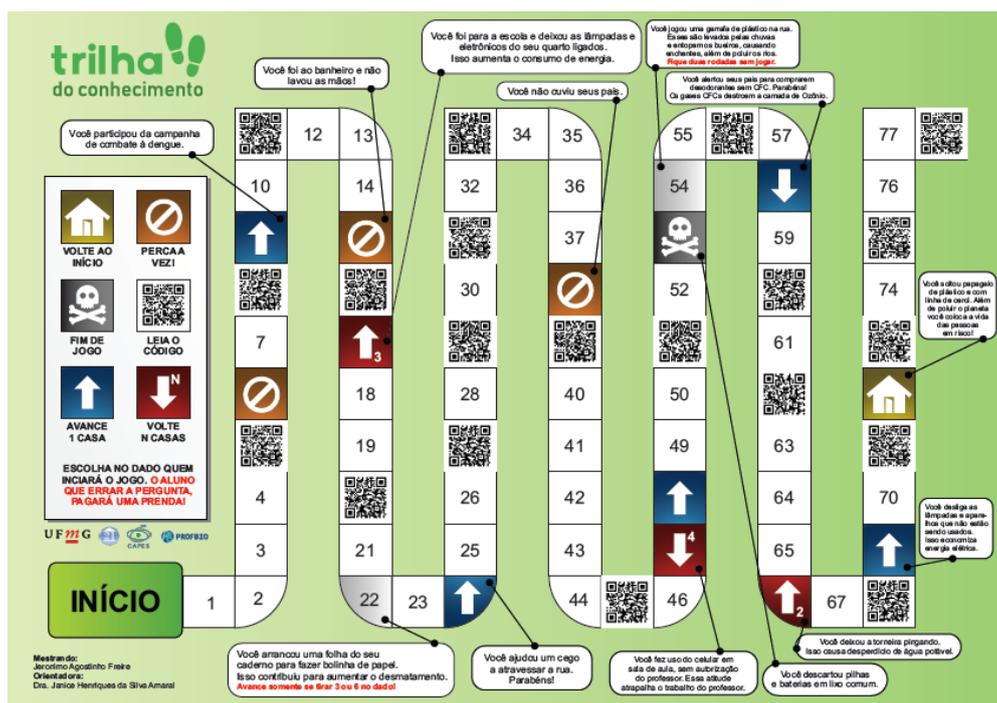


Fonte: Acervo do autor.

É interessante ressaltar que os estudantes demonstraram uma certa preferência pela atividade transcorrida no MHNJB da UFMG. Indicando que atividades ao ar livre poderiam ter um impacto diferencial na motivação dos estudantes.

O Jogo de Trilha em Tabuleiro é constituído por oito kits, sendo oito tabuleiros, impressos em papel couchê tamanho A3 (Figura 05). Cada kit possui, além do tabuleiro, um dado de seis lados e oito pecinhas de madeira. Cada tabuleiro possui uma trilha desenhada com setenta e oito casas que devem ser percorridas pelos jogadores, os estudantes, representados no tabuleiro por pecinhas de madeira. Ao longo dessa trilha existem vinte códigos QR gerados através da plataforma. Quando lidos através do *smartphone*, esses códigos dão acesso às páginas da plataforma com perguntas, ou informações sobre o assunto abordado no jogo. O funcionamento é o mesmo do jogo de trilha para ambientes para espaços mais amplos. Caso o professor deseje montar seus próprios tabuleiros, basta imprimir os códigos QR gerados na plataforma e fixá-los nos tabuleiros.

Figura 05 - Tabuleiro criado para o objeto educacional 02



Fonte: Elaborado pelo autor.

O desenvolvimento do simulador de cruzamentos demandou a produção de kits contendo: um suporte para hastes de metais, pecinhas plásticas com um orifício central, sendo: trinta

pecinhas de cor branca, trinta pecinhas de cor preta, vinte pecinhas de cor preta, ou branca e uma bacia plástica.

O suporte foi montado em uma placa de polietileno e adesivado com PVC contendo seis códigos QR. O primeiro código QR (instruções) permitiu acesso a uma videoaula com as instruções sobre o simulador. O segundo código QR direcionou para uma videoaula sobre Genética de Populações. Os outros quatro códigos QR dão acesso às questões sobre genética de populações na Plataforma Trilha do Conhecimento. As hastes de metal foram utilizadas para arranjar as peças que representaram os genótipos possíveis de uma população.

Figura 06 - Suporte para o Simulador de Cruzamentos

Frequência de um gene na população
Exemplo: uma população com 12.000 indivíduos, sendo o gene Δ dominante e o gene δ recessivo.

Genótipo	Nº de Indivíduos	Nº de Cópias Δ	Nº de Cópias δ
AA	3600	7200	0
Aa	6000	6000	6000
aa	2400	0	4800
Total	12000	13200	6000

$f(\text{GENE}) = \frac{\text{Nº total desse GENE}}{\text{Nº total de genes para aquele locus na população}}$

$f(A) = \frac{13200}{24000} = 0,55$ $f(a) = \frac{6000}{12000} = 0,5$ $f(A) + f(a) = 1$

Frequência do fenótipo na população
Se o gene Δ é dominante, os indivíduos $\Delta\Delta$ e Δa apresentaram o mesmo fenótipo.

Genótipo	Nº de Indivíduos	Fenótipos
AA	3600	Vermelho
Aa	6000	Vermelho
aa	2400	Azul
Total	12000	

$f(\text{Azul}) = \frac{\text{Nº total de indivíduos Azuis}}{\text{Nº total de indivíduos da população}}$

$f(\text{Azul}) = \frac{2400}{12000} = 0,20$ $f(\text{Vermelho}) = \frac{9600}{12000} = 0,80$

$f(\text{Vermelhos}) + f(\text{Azuis}) = 1$

Frequência Genotípica

Genótipo	Nº de Indivíduos
AA	3600
Aa	6000
aa	2400
Total	12000

$f(\text{GENOTÍPICA}) = \frac{\text{Nº indivíduos com o GENÓTIPO}}{\text{Nº indivíduos da população}}$

$f(AA) = \frac{3600}{12000} = 0,30$ $f(Aa) = \frac{6000}{12000} = 0,50$

$f(aa) = \frac{2400}{12000} = 0,20$

Os genótipos possíveis em uma população são: AA, Aa ou aa

$p^2 + 2pq + q^2 = 1$

As frequências genotípicas em cada população serão: $f(\text{A}) = p$ = probabilidade de um óvulo portador do gene (A) ser fecundado por um espermatozoide portador do gene (A)

$A A = p \times p = p^2$ $A a = 2(p \times q) = 2pq$

$a a = q \times q = q^2$

Questão 01
Questão 02
Questão 03
Questão 04

Genética de Populações - equilíbrio de Hardy-Weinberg
Prof. Anderson R. Pereira (anderson@fzcc.ufpa.br)

Grupo 01

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3 Resultados do Teste de aplicabilidade

O fato de se ter estabelecido um critério de correção das respostas do Jogo Trilha no pátio da escola, com pontuação diferente na correção das questões, causou grande motivação entre os estudantes. O quadro 03 traz os critérios adotados na correção dos resultados obtidos durante o Jogo de Trilha no pátio da escola. A sugestão desses critérios de correção foi para tornar o jogo mais competitivo e emocionante, como foi possível verificar em testes realizados.

Quadro 03 – Relação entre a pontuação por acerto de acordo com a ordem de chegada das equipes de participantes

Ordem de chegada	Pontuação/acerto
Primeiro lugar	5,0
Segundo lugar	4,5
Terceiro lugar	4,0
Demais grupos	3,5

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com base nos critérios utilizados os objetos educacionais demonstraram-se acessíveis, altamente interativos, flexíveis e partilháveis. Acessíveis por dispensarem conhecimento técnico avançado e por terem baixo custo de produção, interativos por mobilizarem ativamente professores e estudantes nas atividades, flexíveis por adequarem-se aos princípios pedagógicos de cada professor e também aos horários disponíveis para a realização das atividades, e partilháveis por serem utilizáveis por professores de outras disciplinas.

Entretanto, foi possível identificar alguns aprimoramentos necessários para aproximar dos parâmetros técnicos propostos por Reategui et al. (2010). Assim, os objetos educacionais desenvolvidos atendem a maior parte das métricas técnicas de funcionamento estabelecidas por Reategui et al. (2010) (Quadro 02). Dentre as métricas propostas, foi possível verificar o atendimento ao quesito portabilidade no dia do teste de aplicabilidade do Jogo de Trilha no pátio da escola foi possível verificar o atendimento ao quesito portabilidade, uma vez que foi

possível utilizar o *smartphone* para aplicação do jogo. O quesito robustez também foi atendido, posto que houve falta momentânea de sinal de internet e mesmo assim, o jogo continuou funcionando permitindo que os grupos pudessem concluir suas atividades. O quesito emprego de imagens foi atendido após adequações sugeridas pelos estudantes, que solicitaram a inclusão de vídeos e imagens para auxiliá-los nas respostas às perguntas. Quanto ao quesito apresentação das informações, os estudantes não encontraram nenhum problema durante os testes, os textos são curtos e configurados para serem exibidos na tela dos *smartphones*. O quesito orientação e navegação também foi aprovado pelos estudantes, pois estes souberam se orientar através dos mapas e fazer a leitura dos códigos QR sem maiores problemas. Quanto ao quesito interatividade, este é melhor atendido no simulador de cruzamentos, que permite aos estudantes elaborar e testar hipóteses por eles desenvolvidas. Nos jogos de trilha a exibição de vídeos e a discussão entre os membros dos grupos também promoveu a interatividade entre os estudantes. O quesito estética foi atendido graças ao uso das funções JavaScript, desenvolvidas para simplificar os scripts interpretados no navegador do cliente. Essas funções tornaram a interface da plataforma mais fácil de ser usada pelo o usuário. Já o quesito afetividade, proposto por Reategui et al. (2010), não foi atendido em nenhum dos objetos educacionais desenvolvidos, visto que nenhum deles apresenta personagens que explorem expressões de afetividade.

Durante as atividades os estudantes se mantiveram compenetrados e participativos. Nesse caso, o *smartphone* não serviu como elemento de distração, como demonstrado no trabalho de Serra (2014), segundo o qual os professores tendem a ver o *smartphone* como um estímulo à indisciplina e à desconcentração.

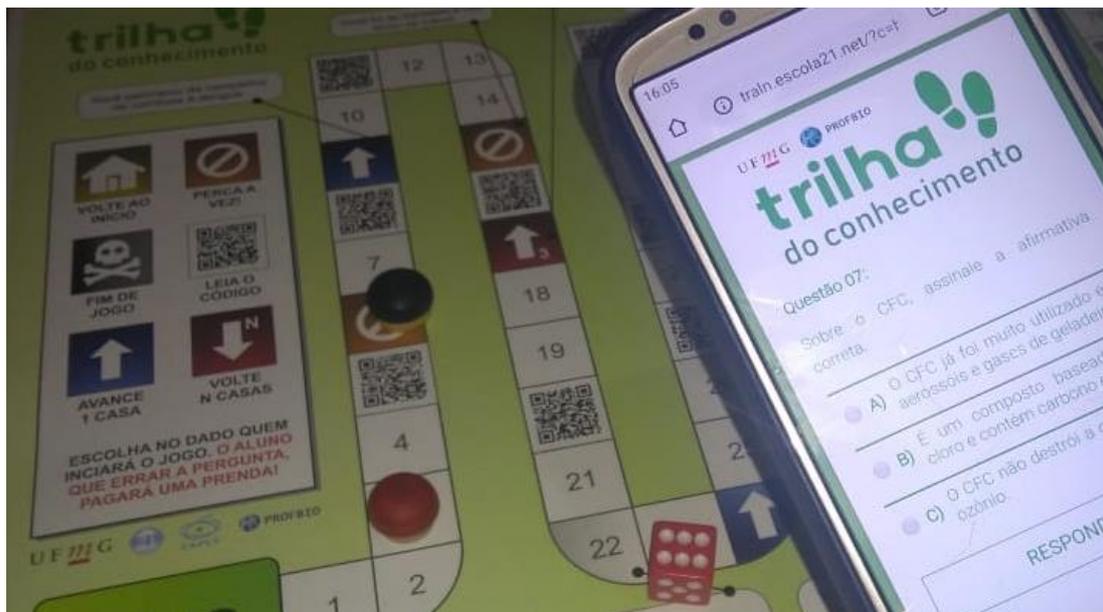
Após os testes de aplicabilidade, durante conversas realizadas em sala de aula, os estudantes avaliaram a aplicação dos objetos educacionais como uma boa estratégia de ensino. Esse *feedback* dos estudantes foi importante para a criação de novas opções na plataforma. Após alterações sugeridas, já é possível usar a orientação por coordenadas através do *Google Maps*, exibir vídeos, imagens e áudios (Figura 07).

Figura 07 – Interface da área de respostas, acessada pelo estudante



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 08 – Jogo Trilha do Conhecimento em tabuleiro para aplicação do jogo na sala de aula



Fonte: Acervo do autor.

Outro resultado importante foi a constatação da viabilidade da aplicação dos objetos educacionais mesmo quando a escola não disponibilizava sinal de internet. Nesse caso, demonstrou-se que é possível aplicar os jogos e simulador usando a internet dos próprios estudantes e do professor, pois o consumo de dados móveis durante as atividades é muito pequeno. Trata-se, desse modo, de uma ferramenta que pode ser utilizada independentemente dos recursos disponibilizados pela escola.

O teste de aplicabilidade “Simulador de Cruzamentos” com o assunto Genética de Populações mostrou a aplicabilidade dessa tecnologia, pois os estudantes conseguiram cumprir todas as tarefas propostas durante o teste, sem maiores dificuldades. A aplicabilidade dos “Jogos de Trilha para espaços mais amplos” e “Trilha em Tabuleiro” também foi constatada pelo fato de os grupos conseguirem jogar e responder as perguntas propostas, nos jogos, com facilidade considerável, permitindo avaliar positivamente a aplicabilidade dos jogos.

5.4 Resultado da aplicação dos questionários

O principal objetivo do primeiro questionário (ADENDO I) foi verificar a possibilidade de uso do *smartphone* em objetos educacionais e conhecer o perfil dos estudantes participantes. Desse modo, foi possível identificar quantos estudantes possuíam *smartphone*, quantos tinham acesso à internet, se esse acesso era pago ou gratuito, por exemplo, foram questões norteadoras importantes, para saber se seria possível aplicar os objetos educacionais. Ao serem perguntados se possuíam *smartphone*, constatamos que 95,9% assinalaram que sim. O acesso à internet também foi outro fator importante na aplicação dos objetos educacionais. E quando questionados “Você tem acesso à internet?”, identificou-se que apenas quatro estudantes não possuíam acesso à internet e 91,8% dos estudantes possuíam acesso à internet.

Na pergunta seguinte, revelou-se que dos 45 estudantes que possuem acesso à internet, apenas dois possuem acesso gratuito, ou seja, 95,9% dos estudantes possuem acesso à internet paga.

Em resposta a próxima pergunta: “Na escola em que você estuda tem internet para os estudantes?”, 98% indicaram que a escola não disponibilizava internet para os estudantes.

Quando questionados sobre o uso do *smartphone* nas dependências da escola, dos 49 estudantes, 44, ou seja, 89,8%, afirmaram usar o *smartphone* nas dependências da escola.

A principal finalidade do uso do *smartphone* nas dependências da escola foi indicada pelos estudantes. Destaca-se que 40,8% indicaram que o utilizavam para comunicação. Somente 8,2% para o estudo e 28,6% usam o celular para consulta a informações diversas.

A respeito do uso do *smartphone* durante as aulas, a parcela de estudantes que assinalaram “sim” foi de 85,7%. O objetivo do uso do *smartphone* encontra-se na tabela 01.

A análise da Tabela 01, também, nos permitiu inferir que na sala de aula uma parte do uso do celular para consulta, é para consultar algum assunto relacionado à educação. A Tabela 01 nos revela que, em sala de aula, o uso exclusivo para estudo aumenta significativamente, mas no total os números ainda foram baixos, 55,1% usavam o *smartphone* de alguma forma para estudo.

Quando questionados: “Você gosta das aulas?”, dos 49 estudantes que responderam, 44 manifestaram que gostam das aulas e cinco estudantes disseram que não gostam das aulas. Quando questionados: “Você percebe a importância das aulas para sua formação?”, 95,9% responderam que sim. Essa é uma constatação, a nosso ver, que os estudantes ainda acreditam na escola.

Em seguida, foi feita a seguinte pergunta: “Você acha que o celular poderia ser usado como ferramenta pedagógica para o professor trabalhar os conteúdos de sua disciplina em sala de aula?” e 89,8% dos estudantes responderam que sim. Esse dado nos revelou que os estudantes já conheciam aplicações educativas para o uso do *smartphone*.

Tabela 01 – Sobre o uso do *smartphone* e acesso à internet

Perguntas	Respostas	Frequência	Porcentagem %
Você possui <i>smartphone</i> ?	Sim	47	95,9
	Não	2	4,1
	Total	49	100,0
Você tem acesso à internet?	Sim	45	91,8
	Não	4	8,2
	Total	49	100,0
Se sim, o acesso à internet é	Gratuito	43	95,6
	Pago	2	4,4
	Total	45	100,0
Na escola que você estuda tem internet para os alunos?	Sim	1	2,0
	Não	48	98,0
	Total	49	100,0
Você usa celular na escola?	Sim	44	89,8
	Não	5	10,2
	Total	49	100,0
Se sim, com qual objetivo usa com maior frequência?	Diversão	6	13,6
	Estudo	4	9,1
	Comunicação	20	45,5
	Consulta	14	31,8
	Total	44	100,0
Você usa celular durante as aulas?	Sim	42	85,7
	Não	7	14,3
	Total	49	100,0
Se sim, com qual objetivo usa com maior frequência?	Diversão	8	19,0
	Estudo	9	21,4
	Comunicação	7	16,7
	Consulta	18	42,9
	Total	42	100,0
Você gosta das aulas?	Sim	44	89,8
	Não	5	10,2
	Total	49	100,0
Você percebe a importância das aulas para sua formação?	Sim	47	95,9
	Não	2	4,1
	Total	49	100,0
Você acha que o celular poderia ser usado como ferramenta pedagógica para o professor trabalhar os conteúdos de sua disciplina em sala de aula?	Sim	44	89,8
	Não	5	10,2
	Total	49	100,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

O segundo questionário foi aplicado aos estudantes do 3º Ano de 2019 que usaram os objetos educacionais em 2018. Responderam a esse questionário 41 estudantes. Desses, 9,8%, ou seja, 4 estudantes, disseram ter apresentado dificuldades para participar dos jogos na plataforma “Trilha do Conhecimento”.

Adiante, 12 estudantes, ou seja, 29,3%, relataram não possuir acesso, pelo *smartphone*, à internet paga e indicaram que esse problema foi contornado com o auxílio do professor. É interessante notar que essas respostas se referem aos jogos em 2018, já que em 2019 o cenário foi outro em relação ao acesso à internet paga, dos 45 que responderam ao primeiro questionário só dois disseram não ter internet paga.

Quando solicitados a classificar a experiência na participação dos jogos, somente 4,9% assinalaram que a experiência foi pouco prazerosa, 68,3% consideraram a experiência prazerosa e 26,8% classificaram a experiência como extremamente prazerosa. Ou seja, 95,1% consideraram a experiência pelo menos prazerosa. Quando questionados: “Você acha que os jogos *Trilha do Conhecimento* contribuíram de alguma forma para seu aprendizado?”, 97,6% dos respondentes assinalaram que sim e 2,4% se manifestou contrariamente (Tabela 02).

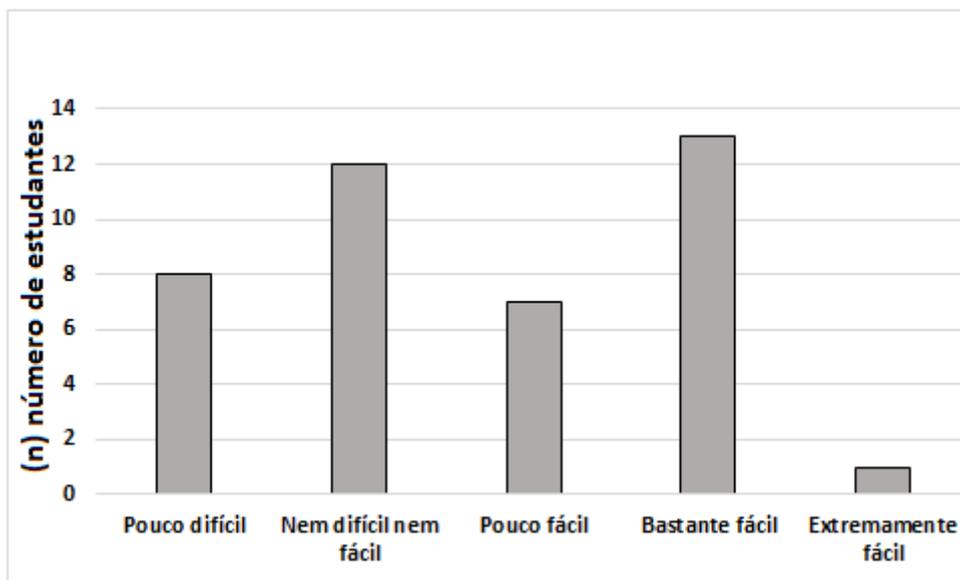
Tabela 02 – Opinião dos estudantes em relação à participação nos jogos em 2018

Perguntas	Respostas	Frequência	Porcentagem %
Você e os integrantes do seu grupo tiveram dificuldades para participar dos jogos que rodam na Plataforma “Trilha do Conhecimento”, na escola?	Sim	4	9,8
	Não	37	90,2
	Total	41	100
Se sim, por quais motivos?	Não	29	70,7
	Os componentes tinham celular, mas não tinham acesso à internet	12	29,3
	Total	41	100
Se tiveram problemas, esses foram solucionados pelo professor?	Não	29	70,7
	Sim	12	29,3
	Total	41	100
A participação nos jogos que rodam na Plataforma “Trilha do Conhecimento” foi prazerosa?	Pouco prazerosa	2	4,9
	Bastante prazerosa	28	68,3
	Extremamente prazerosa	11	26,8
	Total	41	100
Você acha que os jogos “Trilha do Conhecimento” contribuiu de alguma forma para seu aprendizado?	Sim	40	97,6
	Não	1	2,4
	Total	41	100

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando solicitados para a classificar a experiência de participação nos jogos quanto ao nível de dificuldade, 19,5% (8 estudantes) assinalaram como pouco difícil, 29,3% (12 estudantes) indicaram que não foi nem difícil nem fácil, 17,1% (7 estudantes) consideraram pouco fácil, 31,7% (13 estudantes) marcaram bastante fácil e para 2,4% (1 estudante) a experiência de participação foi extremamente fácil (Gráfico 01).

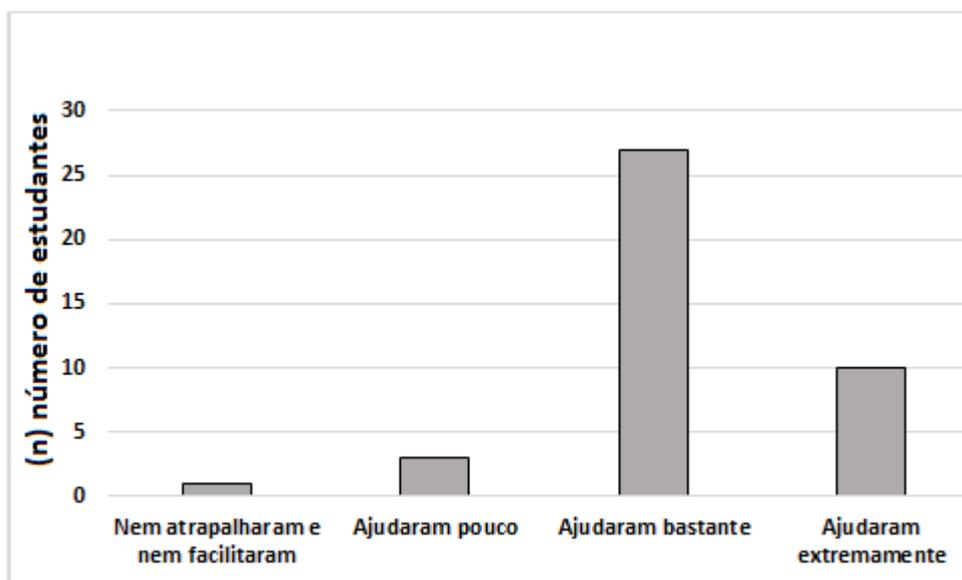
Gráfico 01 – Opinião dos estudantes em relação ao grau de dificuldade das questões do jogo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na questão seguinte, os participantes foram convidados a classificar a contribuição dos jogos que rodam na plataforma para a realização das atividades avaliativas: 2,4 % indicou que não ajudou nem atrapalhou, 7,3% consideraram que ajudou pouco, 65,9% assinalaram que ajudou bastante e 24,4% dos estudantes consideraram que ajudou extremamente (Gráfico 02).

Gráfico 02 – Opinião dos estudantes quanto à contribuição dos jogos para a realização das atividades avaliativas



Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise desses resultados nos forneceu subsídios para o desenvolvimento da pesquisa, pois 97,6% dos estudantes disseram que a participação nas atividades contribuiu de alguma forma em seu aprendizado. No decorrer da aplicação dos jogos, muitos estudantes relataram pessoalmente que o uso de jogos deveria ser mais frequente. Alguns estudantes sugeriram modificações na plataforma. O professor, pesquisador participante deste estudo, observou que os estudantes que se encontravam desmotivados com as aulas tradicionais tiveram uma “injeção de ânimo” e conseguiram concluir o ano letivo mais dispostos e participativos. Alguns estudantes relataram que preferem as aulas com o uso dos objetos educacionais criados e aplicados a partir dessa pesquisa.

5.5 Análise da aplicação dos objetos educacionais no ensino do conteúdo Genética de Populações

A aplicação do Simulador de Cruzamentos e do jogo Trilha em Tabuleiro, como estratégia complementar para trabalhar Genética de Populações, ocorreu de forma tranquila e satisfatória, com todos os estudantes desempenhando bem as atividades dentro do tempo previsto e com satisfação. Para fins de replicabilidade e maiores esclarecimentos vale citar o custo para a construção destes jogos: o kit Genética de Populações, com seis simuladores, custou R\$ 500,00. O kit de Trilha em Tabuleiro, com seis jogos, custou R\$ 30,00 e o kit para ambientes não formais, com 20 cartões plastificados, custou R\$ 20,00.

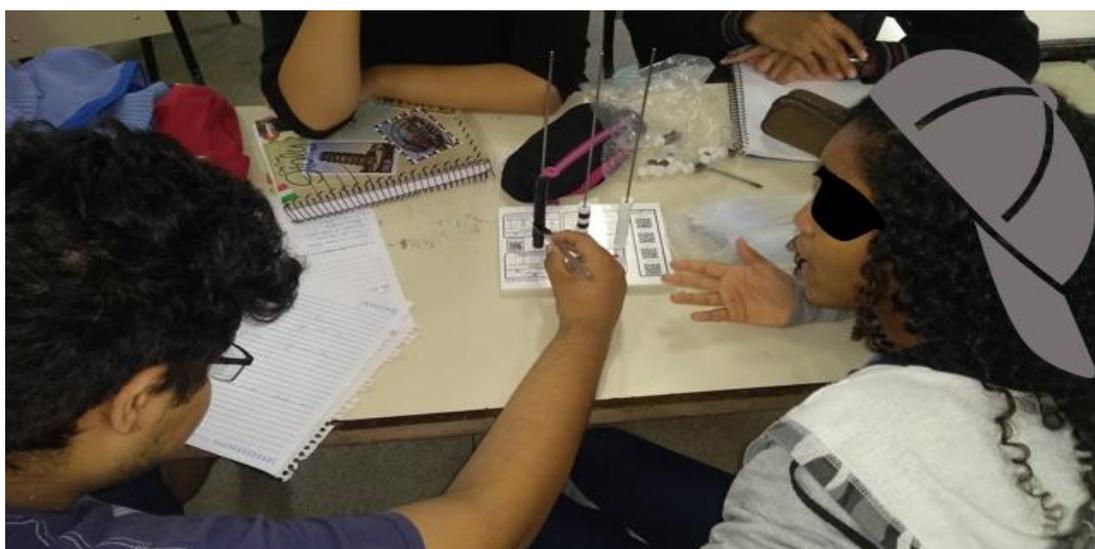
O tema Genética de Populações foi trabalhado com os estudantes do 3º Ano, de acordo com a seguinte sequência de atividades, apresentada no Quadro 03.

Quadro 03 - sequência de atividades para trabalhar o tema Genética de Populações

Tema: Genética de Populações			
Aula	Etapa/Estratégia	Objetivos	Duração (minutos)
01	Reprodução de vídeo	Proporcionar ao estudante uma visão geral sobre Genética de Populações.	20
	Debate	Perceber o que os estudantes conseguiram compreender sobre a videoaula exibida, além de relacionar estes novos conhecimentos aos conhecimentos prévios dos estudantes.	30
02	Correção de exercícios	Consolidar os novos conhecimentos trabalhados na videoaula e debate.	50
03	Simulador de cruzamentos	Parte investigativa da sequência de atividades: levantar e testar hipóteses através de simulações de cruzamentos, confrontado os dados observados com os dados obtidos pelos outros grupos.	100
04	Jogo trilha em tabuleiro	Consolidar através do lúdico e ao mesmo tempo avaliar os conhecimentos adquiridos sobre Genética de Populações.	50

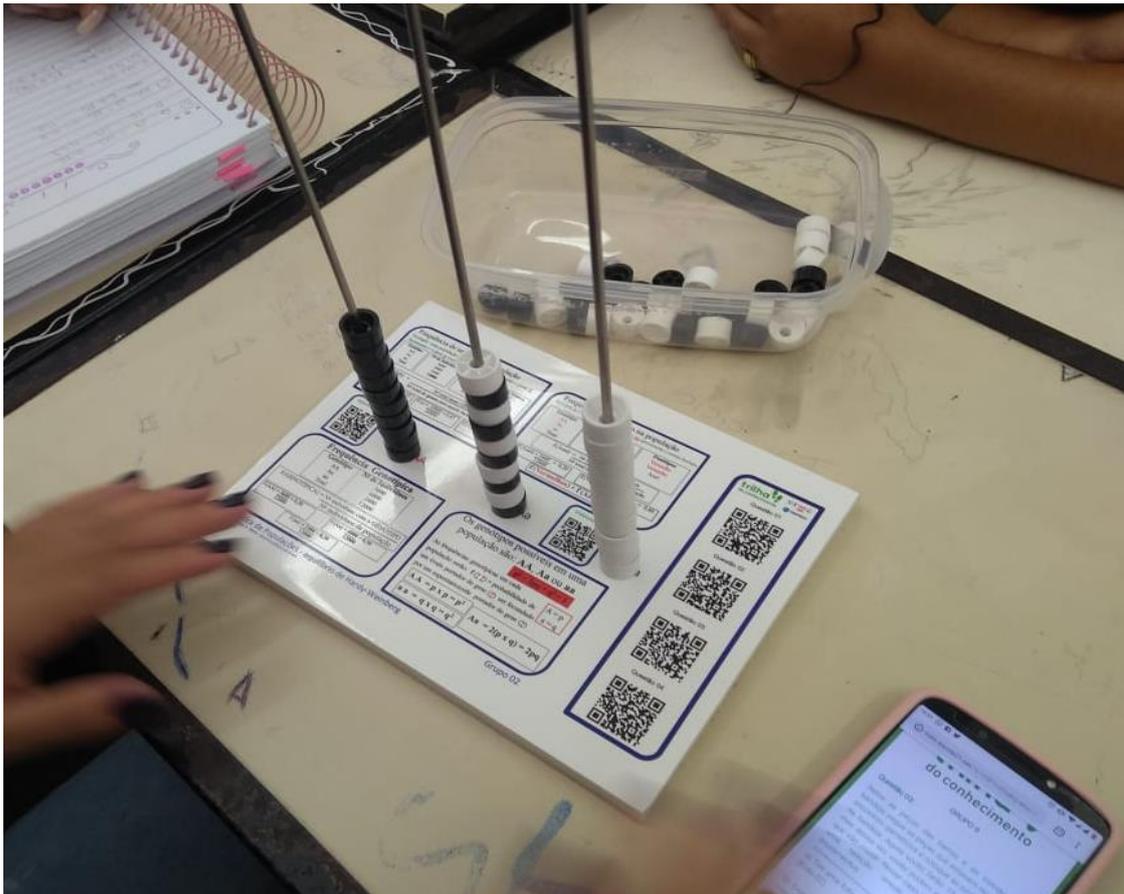
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 09– Estudantes usando o Simulador de Cruzamentos em uma aula sobre Genética de Populações



Fonte: Acervo do autor.

Figura 10 – Simulador de Cruzamentos, utilizado pelos estudantes



Fonte: Acervo do autor

Figura 11 - Inclusão do estudante cadeirante com os demais colegas, através do jogo trilha em tabuleiro



Fonte: Acervo do autor

O jogo “Trilha em Tabuleiro”, além de ter sido usado como ferramenta pedagógica complementar para trabalhar o conteúdo Genética de Populações, foi empregado para avaliar a aprendizagem dos estudantes na sequência de atividades aplicada. Para avaliar o rendimento dos estudantes através do jogo “Trilha em Tabuleiro”, os estudantes das duas turmas de terceiros anos foram divididos em onze grupos. Estes grupos (que continham quarenta e seis estudantes) foram organizados segundo a afinidade entre os integrantes.

O jogo continha vinte códigos QR, sendo onze dando acesso a perguntas sobre o assunto Genética de Populações, oito a informações sobre o mesmo assunto e um código dando acesso a uma página na plataforma onde os estudantes deveriam escrever o nome dos integrantes de cada grupo e a turma a qual eles pertenciam. As perguntas do jogo encontram-se no ADENDO VI.

A média dos acertos obtida pelos onze grupos foi 8,5. O número máximo de acertos obtidos foi 10, correspondendo a 100% de acerto. Já o número mínimo de acertos, foi de 4,5. O desvio padrão foi 1,7 (Tabela 03).

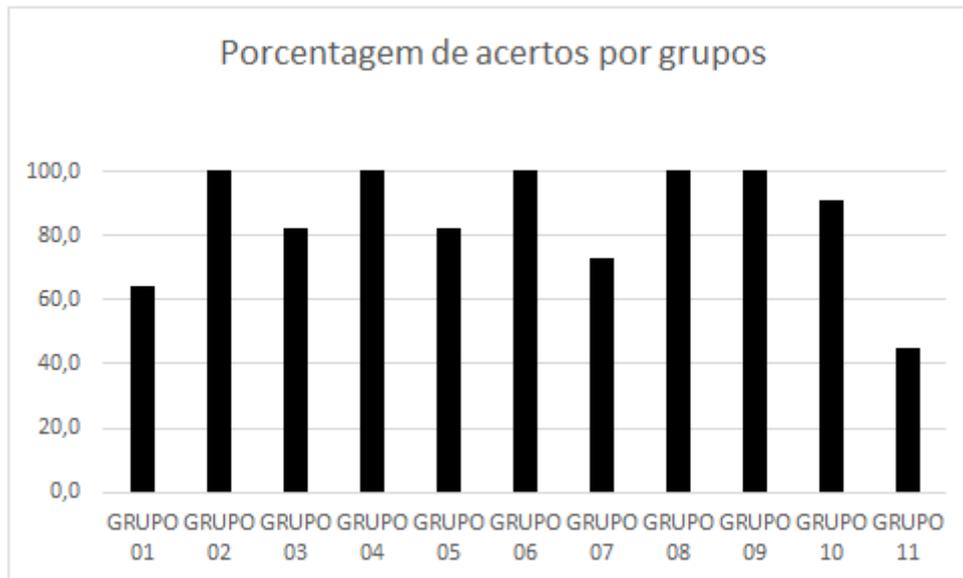
Tabela 03 – Estatística descritiva do rendimento dos estudantes no Jogo “Trilha em Tabuleiro”

Turmas	Grupos(n)	Mínimo de Acertos	Máximo de Acertos	Média de Acertos	Desvio Padrão
3° A e B	11	4,5	10	8,5	1,7

Fonte: Elaborado pelo autor.

O rendimento dos onze grupos foi representado no Gráfico 03, que mostra os resultados dos onze grupos, no jogo “Trilha em Tabuleiro” sobre Genética de Populações. O que é representado no Gráfico 03.

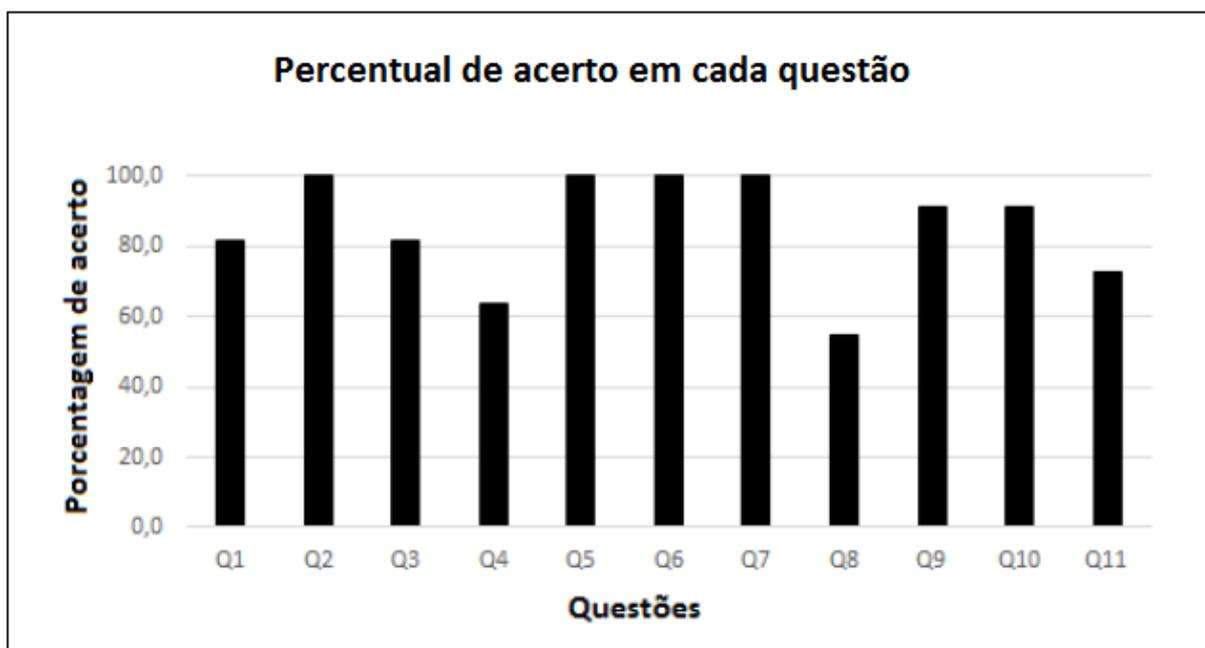
Gráfico 03 – Acertos individual dos grupos na resolução das questões do jogo



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 04 mostra o percentual de acerto em cada uma das onze questões, sobre Genética de Populações, trabalhadas no jogo “Trilha em Tabuleiro”. As questões Q4 e Q8, que envolvem cálculos de matemática tiveram menor índice de acerto. Já as questões Q2, Q5, Q6 e Q7, que estão relacionadas à interpretação de conceitos sobre Genética de Populações tiveram índice de acerto de cem por cento.

Gráfico 04 – Percentual de acerto em cada questão



Fonte: Elaborado pelo autor.

6 DISCUSSÃO

Este trabalho buscou desenvolver uma ferramenta capaz de criar atividades de ensino-aprendizagem através de jogos e simulador on-line, editáveis pelo professor: Plataforma digital “Trilha do Conhecimento” e os três objetos educacionais: jogo de “Trilha para espaços mais amplos, jogo de “Trilha para Tabuleiro” e “Simulador de Cruzamentos”. Para tanto, recorreu-se aos trabalhos de autores que permitem compreender a importância do lúdico na construção do conhecimento, como Piaget (1978), Vygotsky (1998, 2001) e Demo (2009). Também foi considerado importante compreender a relação entre o lúdico na educação dentro de um contexto mais amplo em que predominam as interações e a construção de saberes mediada pela tecnologia, para tanto, recorreu-se também a Lévy (1998) para compreender o cenário da educação naquilo que o autor conceitua como “cibercultura”. Vale ressaltar que o trabalho de Aguila e Breen (2011), foram fundamentais na etapa da criação da plataforma digital “Trilha do Conhecimento”.

A criação da plataforma “Trilha do Conhecimento” contribuiu para promoção do uso do *smartphone* como recurso pedagógico, corroborando com o que é apontado por Soares (2016), que afirma que o uso das tecnologias pelo professor, celulares e *smartphones*, é uma forma de tornar as aulas mais atraentes para os estudantes. Além disso, o fato de os objetos educacionais serem editáveis, além de contrariar o mito de que esses professores pudessem ser substituídos pela tecnologia (JAPPUR, 2014) possibilita que o professor adequasse jogos, como os de trilha para ambientes fora da sala de aula e em tabuleiro, ao conteúdo das disciplinas ou à própria realidade sócio-cultural dos estudantes. Pois, embora seja uma ferramenta tecnológica, sua aplicação e seu conteúdo são flexíveis, podendo atender a diferentes situações e/ou necessidades relacionadas ao ensino-aprendizagem de maneira a contribuir para aulas que possam sensibilizar o estudante para uma efetiva retenção de conteúdo.

Uma vez que o *smartphone* é uma tecnologia utilizada por boa parte dos estudantes (Tabela 01), os resultados deste estudo reforçam os achados da literatura que apontam o uso do *smartphone* como recurso didático viável e recomendável, confirmando também o cenário proposto por Demo (2009) sobre novas formas de aprendizagem envolvendo a construção do saber com o uso da tecnologia.

Dessa maneira o professor pode aproveitar esse recurso, por exemplo, para trabalhar conteúdos com os quais os estudantes tenham maior dificuldade de entendimento, promovendo o aumento de motivação com as aulas. E nesse processo, o professor tem um papel

preponderante, já que ele abastece a Plataforma “Trilha do Conhecimento” com os conteúdos de suas aulas, passando a ser o protagonista na elaboração do jogo que irá usar com seus estudantes, de modo que o jogo deixa de ter um fim em si mesmo e passa a ser uma ferramenta com a qual professor e estudantes interagem ativamente. Acredita-se que essa estratégia poderá resolver um problema apontado por Jappur (2014), segundo o qual os professores enfrentam dificuldades para aplicação de jogos no contexto da sala de aula pela falta de princípios pedagógicos na criação destes. Ainda segundo Jappur (2014), a maioria dos jogos não possui uma proposta pedagógica que atenda às necessidades do professor, por isso, esses docentes acabam não fazendo o uso de jogos em suas aulas. Muitos jogos, nesse sentido, são concebidos sem que se leve em conta que seu objetivo não é apenas promover prazer e diversão, mas instruir e favorecer a construção do conhecimento de forma dinâmica e interativa.

Outro ponto importante da pesquisa, é que os jogos funcionaram bem em *smartphones*. Esse dado é relevante porque a maioria dos estudantes demonstra grande habilidade em lidar com esses aparelhos tornando o seu uso simples e prático, dispensando o uso de laboratórios de informática que, além de dependerem de agendamento prévio para sua utilização, nem sempre estão disponíveis nas escolas. Assim como a facilidade de manuseio dessa ferramenta, acrescenta-se também que a plataforma faz a correção automática das respostas dos estudantes, o que permite estabelecer um percentual de erros e acertos sem maiores dificuldades, podendo ser utilizada como um instrumento de avaliação, como o foi em relação à apuração dos resultados dos grupos no jogo “Trilha em Tabuleiro”, em que os estudantes demonstraram capacidade de interagir com os objetos educacionais no sentido de adquirir conhecimento e responder, no jogo, corretamente às perguntas relacionadas ao conteúdo trabalhado através deste objeto educacional.

Como pode ser observado, a comodidade apresentada pelo uso dessa ferramenta contribui para a dinamização do trabalho do professor ao mesmo tempo em que motiva o uso da Plataforma, inclusive por professores que tenham maiores dificuldades relacionadas ao uso das TICs. Vale ainda discutir que apesar dos jogos disponíveis na plataforma serem exclusivos da Biologia, as outras áreas (como Geografia, Matemática, Língua Portuguesa, História etc.), também podem ser exploradas nessa ferramenta, bastando o professor criar suas questões e fazer uso do recurso. Trata-se, portanto, de uma ferramenta não apenas dinâmica e interativa, mas também democrática, no sentido em que ela serve livremente a todo um conjunto de disciplinas presentes na grade curricular das escolas.

Quanto aos testes de aplicabilidade dos objetos educacionais criados para espaços mais amplos, principalmente para o MHNJB”, o primeiro desafio para essa atividade seria a presença de sinal de internet no interior da mata. Apesar de ser possível participar do jogo *offline*, fazendo a leitura dos códigos QR, cujos links ficam armazenados nos *smartphones* podendo ser acessados posteriormente onde haja sinal de internet, a emoção de acessar a plataforma no local da trilha é maior. Dessa forma, a verificação prévia do sinal de internet ao longo do trajeto e a demarcação de toda a trilha é uma etapa importante. O jogo de trilha testado no pátio da escola, também foi realizado usando sinal de internet dos estudantes e do professor, pois a escola não oferece esse recurso aos estudantes. Esse desafio é uma realidade para muitas escolas públicas, pois, segundo estudo do Comitê Gestor da Internet no Brasil realizado em 2017, apenas 39% dos estudantes de escolas públicas de áreas urbanas e 50% daqueles que estudam em escolas particulares afirmaram acessar a Internet na escola (BRASIL, 2017). Assim, a leveza das páginas do jogo é um aspecto importante para sua viabilidade. De fato, as páginas da plataforma digital criada demandam um pequeno consumo de dados móveis, assim, caso os estudantes não tenham internet, até o próprio professor pode rotear sua internet para que os estudantes possam participar dos jogos.

Os estudantes sugeriram implementações importantes para melhorias na plataforma que foram feitas e implementadas posteriormente. Os estudantes também relataram que as atividades desenvolvidas com a participação nos jogos foram muito boas e motivadoras para o ensino. Alguns enfatizaram que com os jogos aprendem brincando. Nessa perspectiva, os jogos não seriam somente uma maneira de entretenimento, mas também, uma forma de assimilar conhecimentos de modo prazeroso. PIAGET (1978) já retratava o jogo como uma ferramenta pedagógica capaz de enriquecer o desenvolvimento intelectual do indivíduo de forma prazerosa (PIAGET, 1978). Os resultados das análises dos dados obtidos com os questionários corroboram com o resultado do teste de aplicabilidade. Uma vez que, boa parte dos estudantes, 95,9%, respondeu possuir *smartphone* (Tabela 01), ferramenta sem a qual seria impossível usar os objetos educacionais desenvolvidos. O que também é coerente com as conclusões de Nichele *et. al.* (2015), segundo a qual é justamente a ampla distribuição desses dispositivos entre os estudantes que confere a eles o potencial de promover inovação no processo de ensino-aprendizagem. Nossos resultados se alinham também com os de Conforto e Vieira (2015) no sentido que comprovam a viabilidade do uso do *smartphone* nas práticas de aprendizagem móvel.

Os dados obtidos com a aplicação do primeiro questionário ainda revelam que o acesso à internet é amplamente difundido entre os participantes, uma vez que 91,8% dos estudantes indicou possuir acesso à rede (Tabela 01). Para a maioria destes estudantes, esse acesso é pago, ou seja, não é proporcionado pela escola. O fato de possuírem internet com acesso pago, é importante para a aplicabilidade do jogo “Trilha em Espaços mais amplos” e abre possibilidade de aplicar o jogo fora da escola. Apenas um estudante assinalou que havia internet na escola e, por isso, assumimos que houve um erro de interpretação, entendendo, naquela circunstância, que havia sinal de internet na escola e não que a escola disponibiliza internet para os estudantes.

De fato, a escola do estudo não fornece acesso gratuito à internet para os estudantes. O principal desafio reportado pelos estudantes para realização da atividade foi a falta de conexão (3G ou 4G) com a internet. Para contornar o problema o professor compartilhou o sinal de internet com os participantes da atividade. De forma que a aplicação dos jogos e do simulador foi viabilizada por meio do acesso pago. O que nos chama a atenção para um problema externo cuja solução é importante para a eficácia desses jogos: o fornecimento de sinal de internet para a população.

De forma que a aplicação dos jogos e do simulador foi viabilizada por meio do acesso pago. Ressaltamos que, durante todo o período do estudo, a escola esteve sem laboratório de informática, o que torna mais relevante a busca de alternativas para inclusão de tecnologias na sala de aula. Contraditoriamente à realidade da escola estudada, o último censo do Inep (2018) mostrou que 81,8% das escolas da rede estadual possuem laboratório de informática e que 93,5% delas possuem internet.

Em relação à execução do jogo, compreensão das informações, regras, mapas, e perguntas, a maior parte dos estudantes, 90,2%, assinalou que tiveram facilidade para participar dos jogos de trilha e trilha no tabuleiro (Gráfico 02). Nenhum estudante considerou o jogo difícil ou extremamente difícil. Nesse sentido, é importante que os estudantes não tenham grandes dificuldades na execução dos jogos para que essas ferramentas possam contribuir para a formação dos estudantes ao invés de desestimulá-los, tal como ocorreria com muitos professores frente à dificuldade trazida pelas novas tecnologias no ensino (SILVA; PRATES; RIBEIRO, 2016).

Ainda sobre a motivação dos estudantes, 95,1% dos respondentes consideraram a participação nos jogos como pelo menos prazerosa (Tabela 02). Esse é um fator importante, pois, se o estudante gosta da atividade ele permanece atento a ela por mais tempo, contribuindo

assim para a sua aprendizagem. Não podemos esquecer que, como aponta Piaget (1978), o prazer no jogo também é importante para que haja aprendizado através dele.

Pedro Demo (2009) nos fala de aprendizagens para descrever o cenário plural e heterogêneo da educação: há novas formas de aprender, novos objetos educacionais, assim, como novos conteúdos e novos ambientes de aprendizagem. E nesses novos cenários de aprendizagem, o professor “tem o compromisso de trazer para o estudante o que há de melhor no mundo do conhecimento e da tecnologia, para poder aprimorar sempre as oportunidades de aprender” (DEMO 2009, p. 71). Nesse sentido, na visão de 97,6% dos estudantes, a participação nos jogos contribuiu de alguma maneira para o aprendizado.

Comparando a maneira como os jogos foram aplicados, em sala de aula e fora dela, os estudantes relataram que gostaram mais do jogo de trilha desenvolvido no pátio e no Museu de História Natural e Jardim Botânico (MHNJB) da UFMG. O jogo de trilha para espaços mais amplos foi mais dinâmico, pois os estudantes tiveram a oportunidade de percorrer uma trilha real ao ar livre, consultar informações, procurar códigos e responder perguntas para obterem sucesso. O jogo para tabuleiro proporcionou menor euforia, mas cumpriu os objetivos propostos, representando uma alternativa para ser aplicada em sala de aula naqueles casos em que a atividade ao ar livre se mostra inviável, como o caso da participação do estudante cadeirante

Foi possível inferir que Simulador de Cruzamento também facilitou a compreensão do assunto trabalhado no jogo, uma vez que os grupos apresentaram um rendimento médio de 8,5% de acerto nas questões propostas no jogo (Tabela 03). O que nos mostra que esse recurso pode ser um instrumento de motivação para essas aulas, já que Genética de Populações é um assunto que, muitas vezes, deixa de ser trabalhado pelos professores de Biologia, por ser considerado complexo e difícil. A utilização dos jogos, de maneira geral, tem mostrado como são diferentes os estudantes de hoje daqueles de dez anos atrás: hoje, nossos estudantes não parecem ter tanta tolerância com as aulas tradicionais e se dispersam em conversas ou com o uso de celular fora do contexto da aula. Com isso, cabe a pesquisas como esta e também aos professores, atentar (e aceitar) para a inserção de tecnologias atualmente acessíveis como ferramenta pedagógica. No caso, os jogos promovem uma inserção maior do estudante na construção do conhecimento e ao mesmo tempo contribuem para desconstruir a ideia de que a sala de aula é o espaço de práticas de ensino atrasadas e entediantes (SILVA, 2001; VEEN, W; VRAKKING, 2009).

Foi possível notar grande motivação dos estudantes durante as aulas, ao contrário do que é observado em aulas tradicionais, onde os estudantes as assistem com fones nos ouvidos e muitas das vezes se faz necessário parar a aula para chamar a atenção de outros que se encontram conversando. As aplicações dos dispositivos educacionais a estudantes anteriormente desmotivados nos mostraram que as novas tecnologias digitais podem mudar as relações dos estudantes com as tarefas a serem desenvolvidas, tornando-os interessados e participativos nas atividades. Fontana e Cordenonsi (2015) também apontam para o potencial das TIC como complementadoras do processo de ensino-aprendizagem.

Os dados apresentados nesta seção se referem a duas turmas de 3º Ano, A e B que participaram das atividades do simulador de cruzamentos e do jogo em tabuleiro, ambas as atividades sobre Genética de Populações. Nessas turmas, foi observada grande interação dos estudantes com os objetos educacionais desenvolvidos. Esse resultado se deve às novas tecnologias digitais que mudam as relações dos estudantes com as tarefas a serem desenvolvidas. Fontana e Cordenonsi (2015) apontam, assim, para o potencial das TIC como complementadoras do processo de ensino-aprendizagem. Da mesma forma, Tavares *et al.* (2017), os quais, salientam que uma característica que torna as tecnologias digitais facilitadoras da aprendizagem é que elas conferem maior autonomia e preponderância ao estudante, que tem familiaridade com esse tipo de equipamento.

Os dados sugerem ainda, que o uso do jogo e simulador, aliados ao *smartphone*, proporcionaram uma grande satisfação, capaz de manter os estudantes participativos durante toda a aula, concordando com o trabalho de Jesus e Sasaki (2015), que relataram que as práticas com *smartphone* acarretaram um ganho de informação e conteúdo em relação ao método de ensino tradicional. O que nos mostra que a utilização de tecnologias digitais de comunicação é uma tendência promissora para o ensino-aprendizagem.

Assim, conforme buscamos expor anteriormente, como resultados desse estudo, temos a produção de uma ferramenta digital, capaz de criar objetos educacionais para quaisquer disciplinas, de acordo como os princípios pedagógicos dos professores e três objetos educacionais, que foram testados ao longo do estudo.

7 CONCLUSÃO

O investimento tecnológico em práticas de ensino-aprendizagem, a nosso ver, ainda é tímido no país e também provoca certa resistência por parte dos professores, além de ser defendido de maneira pouco criteriosa por outra parcela (MAIA, 2011). Sobre esse tema, podemos lembrar que equipamentos como retroprojetor e *data show* foram e ainda são considerados um recurso pedagógico indispensável. No entanto, lembramos que essas duas tecnologias promoveram, de certo modo, apenas uma substituição do quadro e giz por outro tipo de suporte no qual o conteúdo da aula é exposto, mas a postura de professores e estudantes parece ter se mantido. As novas TICs, por sua vez, trouxeram outras formas de interação com conteúdos escolares.

O uso pedagógico de celulares e *smartphones* em sala de aula ainda é novo e é possível que seu potencial ainda não tenha sido devidamente explorado por professores e pesquisadores. No entanto, podemos salientar que a aplicação dessas tecnologias deve ser refletida com base em critérios satisfatórios, como os apontados pela própria UNESCO (2019) para a educação móvel e, mais especificamente, por Jappur (2014), sobre os jogos digitais. Lembramos que esta pesquisa levou anos preocupando-se, inclusive, com o contexto socioeconômico dos estudantes antes de levar adiante o desenvolvimento das ferramentas propostas, as quais dependiam do *smartphone*. Não se trata, pois, de apregoar a urgência de usar *smartphones* em sala de aula, nem de considerar obsoletas todas as práticas didáticas que não demandem o uso do celular. Esse uso é uma alternativa e uma sugestão que deve ser pensada e refletida e não uma ordem do dia. Lembrando que o que nos levou a essa proposição foi justamente o amplo referencial teórico que serviu de base à pesquisa seguindo-se, então, uma metodologia criteriosa para essa aplicação que buscava não uma nova forma de expor conteúdos, mas de promover a interação e o entrosamento entre estudantes e o conhecimento.

Este trabalho, desse modo, encontra consonância com o trabalho de autores como Conforto; Vieira (2015), Cunha (2016) e Demo (2009), também retrata a importância de utilizar estratégias pedagógicas inovadoras para proporcionar um melhor rendimento dos estudantes. Através deste estudo foi possível desenvolver objetos educacionais, no âmbito das tecnologias de informação e comunicação, e analisar a sua aplicação no processo ensino-aprendizagem de conteúdos da disciplina de Biologia. Ressaltando-se nesse aspecto que esta pesquisa também

se preocupou com o estudante enquanto um sujeito social e agente da construção do conhecimento e não apenas como um dado científico para a pesquisa: o estudante não enquanto objeto, mas sujeito participativo, dinâmico e consciente da forma que propomos para a construção de conhecimento.

O desenvolvimento da plataforma digital para *smartphones*, usando-se os códigos *QR* lidos pelos aparelhos de *smartphone* permitiu não apenas trabalhar de maneira diferenciada os conteúdos de Biologia, mas também favoreceu que esse aprendizado explorasse outros espaços, de modo a não confinar experiências de construção de conhecimento entre os muros da escola. Podemos dizer, assim, que se trata de uma retomada do componente lúdico da aprendizagem, cuja importância já era defendida por Piaget (1978) e Vigotsky (1998). Com base nesses autores, podemos concluir que parte da importância do lúdico na aprendizagem não estaria apenas na utilização dos jogos e brincadeiras, mas também na concepção de que o conhecimento não se constrói apenas no espaço da sala de aula. O que poderíamos de “mundo lá fora” (grifo nosso) também se mostra como um rico laboratório em que novos saberes são construídos.

A pesquisa, devemos também mencionar, vai ao encontro de expectativas não apenas de outros pesquisadores e educadores que debatem sobre a utilização de novas tecnologias, mas também às expectativas dos próprios estudantes, eu como jovens “nativos digitais” (FANTIN, 2016) estabelecem novos anseios quanto a novas formas de ensino-aprendizagem (PASSERINO, 2010; OLIVEIRA SILVA, 2015; CENTRO REGIONAL DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO, 2017).

O amplo acesso à internet com *smartphone* permitiu desenvolver e aplicar atividades, através da plataforma digital para o ensino de conteúdos de Biologia. E a aplicação se mostrou uma estratégia pedagógica bastante produtiva mesmo com conteúdos considerados mais difíceis como Genética de Populações. As atividades propostas foram desenvolvidas sem maiores obstáculos, reafirmando a aplicabilidade dessa tecnologia nos processos educacionais, alternativamente a recursos mais onerosos, como aqueles que dependem da manutenção de laboratórios de informática na escola.

Os dados obtidos com a pesquisa, por sua vez, correspondem à expectativa inicial de que por meio do uso pedagógico do *smartphone* é possível ampliar as possibilidades de interação nas aulas, aproximando professores e estudantes na construção conjunta do saber. Os

objetos educacionais ainda proporcionaram grande motivação, instigando a curiosidade e promovendo a socialização dos estudantes, além de apresentar uma outra forma de construir conhecimentos, diferente daquela tradicionalmente praticada: com quadro, giz, e livros impressos. Além disso, pôde-se concluir que o uso dos objetos educacionais contribuiu significativamente para o aprendizado do estudante.

Se a tecnologia, muitas vezes, é apontada como uma espécie de salvação para o ensino no século XXI é importante lembrar que problemas de ensino-aprendizagem são complexos, já que envolvem questões sociais, culturais e econômicas. Nesse âmbito, os resultados da pesquisa colaboram para desmentir o mito de que a tecnologia tenderia, progressivamente, a tornar obsoleto o conhecimento e o talento didático dos professores. Demonstra-se isso com o simples fato de que a própria tecnologia depende do conhecimento do professor para ser concebida e aplicada nas aulas. A tecnologia é, pois, um acréscimo e uma estratégia e não um elemento substitutivo do professor. Que pode render bons resultados a ambos os envolvidos nesse processo: professores e estudantes.

O professor de Biologia, autor desta pesquisa, e também pesquisador participante deste estudo, entende que outra aplicação dessa ferramenta pode se dar também na motivação e recuperação principalmente de estudantes com desempenho insatisfatório nas aulas. Nessa perspectiva, novos estudos quantitativos e qualitativos, através de outros professores e estudantes, podem ser realizados para avaliar a aplicabilidade desta ferramenta digital e dos objetos educacionais desenvolvidos neste estudo.

Espera-se, assim, que os resultados desse estudo possam contribuir para o desenvolvimento de novos objetos educacionais para ensino, através da Plataforma “Trilha do Conhecimento”, em especial para a disciplina de Biologia, e principalmente para o debate sobre a inserção das tecnologias digitais na educação como forma de aprimorar a aprendizagem.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILA, Almond; BREEN, Daylin. Unlocking Perspective with Quick Response Codes. *Proceedings of the Media Ecology Association*, vol. 12, p. 1-10, 2011. Disponível em: https://www.media-ecology.org/publications/MEA_proceedings/v12/4_unlocking.pdf. Acesso em: 01 fev. 2019.

BORGATTO, Adriano Ferreti. Um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais na Engenharia de Software. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON SOFTWARE ENGINEERING (SBES), 25., 2011, São Paulo. 2011. p. 1-11. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Christiane_Gresse_von_Wangenheim/publication/221252125_A_Model_for_the_Evaluation_of_Educational_Games_for_Teaching_Software_Engineering/links/53ff42980cf236d97848be53.pdf. Acesso em 13 de fev. 2019.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf>. Acesso 15 Abr. 2019.

BRASIL. *Comitê Gestor da Internet no Brasil*, 2017. Disponível em: <https://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/tic_edu_2017_livro_eletronico.pdf> Acesso em: 02 jul. 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *Edital de Convocação para o Processo de Inscrição e Avaliação de Coleções Didáticas para o Programa Nacional do Livro Didático PNLD 2014*. Brasília: MEC/FNDE/SEB, 2011. Disponível em <<http://www.fnde.gov.br/programas/livrodidatico/livro-didatico-editais/item/3963-pnld-2014-anos-finais-do-ensino-fundamental>>. Acesso em: 26 ago. 2019.

CENTRO REGIONAL DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO. *Pesquisa Sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Escolas Brasileiras: TIC educação 2017*. São Paulo: Comitê Gestor de Internet no Brasil, 2018. 438 p. Disponível em: https://www.cetic.br/media/docs/publicacoes/2/tic_edu_2017_livro_eletronico.pdf. Acesso em: 12 de Abr. de 2019

CONFORTO, D.; VIEIRA, M. C. *Smartphone* na escola: da discussão disciplinar para a pedagógica. *Latin American Journal Of Computing – Lajc*, Equador, v. 2, n. 3, p. 43-54, 2015. Disponível em: <https://lajc.epn.edu.ec/index.php/LAJC/article/view/95/56>. Acesso em: 17 abr. 2019.

CUNHA, M. A. Inovações na educação superior: impactos na prática pedagógica e nos saberes da docência. *Em Aberto*, Brasília, v. 29, n. 97, p. 87-101, set-dez. 2016.

DEMO, P. Aprendizagens e novas tecnologias. *Revista Brasileira de Docência, Ensino e Pesquisa em Educação Física*, v. 1, n. 1, p. 53-75, agosto de 2009. Disponível em: <http://www.pucrs.br/ciencias/viali/doutorado/sat/textos/80-388-1-PB.pdf>. Acesso em 13 set. 2018.

DEMOISELLE PROCESS. *Tipos de licenças de software*. Disponível em: <http://demoiselle.sourceforge.net/process/ds/1.2.3-BETA1/ProcessoDemoisellePlugin/guidances/supportingmaterials/tiposLicencasSoftware_AD711F8B.html> Acesso em: 30 jul. 2019.

_____. *Licença MIT*. Disponível em: <http://demoiselle.sourceforge.net/process/ds/1.2.3BETA1/ProcessoDemoisellePlugin/guidances/supportingmaterials/tiposLicencasSoftware_AD711F8B.html> Acesso em: 02 jul. 2019.

DEMOISELLE V3. *O que é [Demoiselle V3]*. Disponível em: <https://www.frameworkdemoiselle.gov.br/>. Acesso em: 26 ago. 2019.

FANTIN, Mônica. “Nativos” e “imigrantes digitais” em questão: crianças e competências midiáticas na escola. *Passagens*, Fortaleza, v. 7, n. 1, p. 5-26, 2016. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/passagens/article/view/3652/3279>. Acesso em: 15 fev. 2019.

FONTANA, Fabiana Fagundes; CORDENONSI, André Zanki. TDIC como mediadora do processo de ensino-aprendizagem da arquivologia. *Ágora*, Florianópolis, v. 25, n. 51, p. 101-131, jul./dez. 2015. Disponível em: < <https://agora.emnuvens.com.br/ra/article/view/548/pdf> >. Aceso em: 20 de fev. 2019

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 1999.

INEP. *IDEB: resultados e metas*. Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/resultado>. Acesso em: 26 ago. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua* (Pnad C). 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD*. Brasil. 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/rendimento-despesa-e-consumo/9127-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios.html?edicao=10500&t=resultados>. Acesso em: 23 de Mar. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS Anísio Teixeira. *Resumo Técnico Censo da Educação Básica 2018*. Brasília. 2019. Disponível em: http://portal.inep.gov.br/informacao-da-publicacao/-/asset_publisher/6JYIsGMAMkW1/document/id/6386080. Acesso em: 16 Mar. 2019

JAPPUR, R. F. *Modelo Conceitual para criação, aplicação e avaliação de jogos educativos digitais*. 2014. 296f. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

JESUS, V. L. B. de; SASAKI, D. G. G. Uma visão diferenciada sobre o ensino de forças impulsivas usando um *smartphone*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 1-6, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180611172016000100403&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 18 abr. 2019.

KOBS, F. F. *Os possíveis efeitos do uso dos dispositivos móveis por adolescentes: análise de atores de uma escola pública e uma privada*. 2017. 243 f. Tese (Doutorado em Tecnologia e Sociedade) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. *Revista Comunicação & Educação*, São Paulo, n. 2, v. 1, p. 27 - 35, jan./abr. 1995. Disponível em: http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/desafios_pessoais/vidsal.pdf> Acesso em: 04 ago. 2019.

LEE, N. The 411: Feature Phones vs. *Smartphones*. *Cnet.com*, 2010. Disponível em: <https://www.cnet.com/news/the-411-feature-phones-vs-smartphones/>. Acesso em: 14 jan. 2018.

LÉVY, Pierre. *Cibercultura*. Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1999.

Licença MIT. Disponível em:< http://demoiselle.sourceforge.net/process/ds/1.2.3BETA1/ProcessoDemoisellePlugin/guidances/supportingmaterials/tiposLicencasSoftware_AD711F8B.html > Acesso em: 02 jul. 2019.

LIMA, Mariana. Brasil já tem mais de *smartphone* ativo por habitante, diz estudo da FGV. *O Estado de São Paulo*. 14 abr. 2018, p. 12.

LIMA, Roney Jacinto et. al. O uso do QR Code no ensino da Geografia. IN: ENCONTRO DE INICIAÇÃO A DOCÊNCIA DA UEPB, 5., 2015, João Pessoa. *Anais do V ENID*, v. 1. João Pessoa: Editora Realize, 2015. p. 1-6. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/revistas/eniduepb/trabalhos/TRABALHO_EV043_MD4_SA5_ID1396_30062015233805.pdf. Acesso em: 19 mai. 2019.

MAIA, José. *Os professores ultrapassados*. In: *Administradores.com*. Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/os-professores-ultrapassados>. Acesso em: 02 set. 2019.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 28ª ed. Petrópolis: Vozes, 2009.

NEVES, Eduardo B. Escrevendo a metodologia do estudo. In: NEVES, Eduardo B; DOMINGUES, Clayton Amaral (Orgs.). *Manual de metodologia da pesquisa científica*. Rio de Janeiro: CEP, 2007.

NIEDERAUER, Juliano. *Desenvolvendo websites com PHP*. São Paulo: Novatec, 2004.

NICHELE, A. G.; SCHLEMMER, E.; RAMOS, A. F. QR Codes na Educação em Química. *Revista Renote: Novas Tecnologias na Educação*, Rio Grande do Sul, v. 13, n. 2, 2015. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/61425/36318>. Acesso em: 10 abr. 2019.

OLIVEIRA SILVA, C. *O uso do smartphone para pesquisas em sala de aula e sua potencialização das aprendizagens em Biologia: um estudo de caso no primeiro ano do Ensino Médio*. 2015. 53 f. Monografia (Especialização em Mídias na Educação)-Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

OLIVEIRA, Roni Ivan Rocha de; GASTAL, Maria Luíza de Araújo. Educação formal fora da sala de aula – olhares sobre o ensino de ciências utilizando espaços não-formais. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., Florianópolis, 2009. *Anais do VIII Enpec*. Florianópolis. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009. p. 1-11. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1674.pdf>. Acesso em 20 ago. 2019.

PASSERINO, Liliana. Apontamentos para uma reflexão sobre a função social das tecnologias no processo educativo. *Revista Texto Digital*, v. 6, n. 1, p. 55-77, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1807-92882010v.6n1p58>. Acesso em: 20 fev. 2019.

PEDREIRA, S. et al. Celulares e *Smartphones* em sala de aula: vamos pesquisar seu uso na área de Ensino de Ciências? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. *Anais do XI ENPEC*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. p. 1-11.

PIAGET, Jean. *A formação do símbolo na criança: imitação, jogo e sonho, imagem e representação*. 3ª ed. Tradução de Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

PORVIR. *Recursos digitais educativos que podem ser usados por educadores dentro e fora da sala de aula*. Disponível em: <http://porvir.org/objetos-digitais-de-aprendizagem/>. Acesso em: 26 ago. 2019.

PRENSKY, M. *Digital Game-Based Learning*. S. 1.: Paragon House Publishers, 2001.

REATEGUI, E.; BOFF, E.; FINCO, M. D. Proposta de Diretrizes para Avaliação de Objetos de Aprendizagem Considerando Aspectos Pedagógicos e Técnicos. *Revista Novas Tecnologias*

na *Educação*, v. 8, n. 3, p. 1-10, 2010. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/18066/10653>> Acesso em 06 ago. 2019.

REINALDO, F. et. al. Impasse aos Desafios do uso de *Smartphones* em Sala de Aula: Investigação por Grupos Focais. *RISTI: Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, n. 19, p. 77-92, setembro de 2016. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/rist/n19/n19a07.pdf>. Acesso em: 15 set. 2018.

SANTOS, Núbia dos Santos Rosa Santana dos; LIMA, José Valdeni de; WIVES, Leandro Krug. Ubiquidade e mobilidade de objetos de aprendizagem usando o papel como recurso. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 8, n. 3, dezembro 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/262804628_Ubiquidade_e_mobilidade_de_Objeto_de_Aprendizagem_usando_o_papel_como_recurso. Acesso em: 16 mai. 2019.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. *Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação*. 4ª ed. rev. atual. Florianópolis. UFSC, 2005. 138p.

SILVA, Mozart Linhares da. A urgência do tempo: novas tecnologias e educação contemporânea. In: ____ (org.) *Novas Tecnologias: educação e sociedade na era da informática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001. p. 11-38.

SILVA, Ione de Cássia Soares da; PRATES, Tatiane da Silva; RIBEIRO, Lucineide Fonseca Silva. As Novas Tecnologias e aprendizagem: desafios enfrentados pelo professor na sala de aula. *Revista Em Debate*, Florianópolis, v. 16, p. 107-123, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/emdebate/article/download/1980-3532.../33788>. Acesso em 27 mai. 2019.

SOARES, Luiza Carla da Silva. Dispositivos móveis na educação: desafios ao uso do *smartphone* como ferramenta pedagógica. *11º Encontro Internacional de Formação de professores*, v. 9, n. 1, 2016. pp. 1-12. Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/index.php/enfope/article/view/2531/732>. Acesso em 23 mar. 2018.

TAVARES, Mary Jeanne; FERNANDES, Isabel Riscado; TAVARES, Laís Viana. A cognição e as tecnologias: aprendizagem mediada pela interação. *InterSciencePlace: Revista Científica Internacional*, n. 1, v. 12, p. 1-11, Janeiro/Março 2017. Disponível em: <http://www.interscienceplace.org/isp/index.php/isp/article/view/624>. Acesso em 13 fev. 2019.

TEIXEIRA, A. G. D. Um levantamento de percepções de professores sobre a tecnologia na prática docente. *Linguagens e Diálogos*, v. 2, n. 1, p. 159-174, 2011.

TIKHOMIROV, V.; DNEPROVSKAYA, N.; YANKOVSKAYA, E. *Three dimensions of smart education. Smart Innovation, systems and technologies*, v. 41, p. 44-56, 2015.

TOPOL, E. J. *The patient will see you now: the future of medicine is in your hands*. Nova York: Basic Books, 2015.

TOPOL, E. J. *The creative destruction of medicine: how the digital revolution will create better health care*. New York: Basic Books, 2012.

UNESCO. *Diretrizes de políticas para a aprendizagem móvel*. 2014. Disponível em: < <http://www.bibl.ita.br/UNESCO-Diretrizes.pdf> >. Acesso em: 23 mar. 2019.

VEEN, W; VRAKING, B. *Homo Zappiens: educando na Era Digital*. Tradução de Vinicius Figueiras. Porto Alegre: Artmed, 2009.

VIEIRA, Liliana de Sousa. *Urban Games e códigos QR na aprendizagem da Geografia: um estudo com estudantes de 7º ano de escolaridade*. 2014. 181 fs. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação)-Universidade do Minho, Minho, 2014. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/35975/1/Liliana%20de%20Sousa%20Vieira.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2019.

VIEIRA, L. S.; COUTINHO, C. P. Mobile learning: perspetivando o potencial dos códigos QR na educação. In: *Challenges 2013: Aprender a qualquer hora e em qualquer lugar, learning anytime anywhere*, 2013, Portugal. CIED - Textos em volumes de atas de encontros científicos nacionais e internacionais [...]. Portugal: Universidade do Minho. Centro de Competência do Projecto Nónio Século XXI, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/25450>. Acesso em: 10 abr. 2019.

VILARINHO, Lúcia Regina Goulart. Uso do computador e rede na prática pedagógica: uma visão de docentes do ensino estadual. *Revista E-Curriculum*, São Paulo, v. 2, n. 3, p. 1-18, dez. 2006. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/curriculum/article/download/3153/2084>. Acesso em 18 mai. 2019.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. *A formação social da mente*. 6ª. ed. Vários tradutores. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. *Psicologia pedagógica*. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Artes Médicas, 2001.

WEINERT et al. O uso das tecnologias de informação e comunicação no cotidiano escolar das séries iniciais: panorama inicial. *R. B. E. C. T.*, v. 4, n. 3, p. 50-72, set/dez. 2011. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/926/734>. Acesso em: 16 ago. 2018.

ADENDO I - PRIMEIRO QUESTIONÁRIO



NOVAS PRÁTICAS E ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS NO ÂMBITO DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO BÁSICO E SUPERIOR Protocolo de coleta de dados – Estudantes do Ensino Básico

USO DO SMARTPHONE: PRIMEIRO QUESTIONÁRIO

I) PERFIL SOCIOCULTURAL

P1 – Você tem celular com acesso à internet?

(1) Sim

(2) Não

P2 – Se sim, o acesso à internet é

(1) é pago

(2) é gratuito

P3 – Na escola que você estuda tem internet para os alunos?

(1) Sim

(2) Não

P4 – Você usa celular na escola?

(1) Sim

(2) Não

P5 – Se sim, com qual objetivo usa com maior frequência?

Marque apenas uma alternativa!

(1) Diversão

(2) Estudo

(3) Comunicação

(4) Consulta

P6 – Você usa celular durante as aulas?

(1) Sim

(2) Não

P7 – Se sim, com qual objetivo usa com maior frequência?

Marque apenas uma alternativa!

(1) Diversão

(2) Estudo

(3) Comunicação

(4) Consulta

P8 – Você gosta das aulas?

(1) Sim

(2) Não

P9 – Você percebe a importância das aulas para sua formação?

(1) Sim

(2) Não

P10 – Você acha que o celular poderia ser usado como ferramenta pedagógica para o professor trabalhar os conteúdos de sua disciplina em sala de aula?

(1) Sim

(2) Não

P11 – Você mora com

(1) Pai e mãe

(2) Só com a mãe

(3) Só com o pai

(4) Com os avós

(4) Outros _____

II) PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

P12 – Sexo:

(1) Feminino (2) Masculino

P13 – Qual a sua faixa etária?

(1) 15 – 16 anos
(2) 17 – 18 anos
(3) 19 – 20 anos
(4) 21 – 22 anos
(5) 23 – 24 anos
(6) 25 – 26 anos

P14 – Nível de formação:

(1) Cursando o 1º Ano do Ensino Médio
(2) Cursando o 2º Ano do Ensino Médio
(3) Cursando o 3º Ano do Ensino Médio

III) PERFIL SOCIOECONÔMICO

P15 - Você recebe meio passe?

(1) Sim (2) Não

P16 – Você exerce atividade remunerada?

(1) Sim (2) Não

P17 – Você possui *smartphone*?

(1) Sim (2) Não

ADENDO II – SEGUNDO QUESTIONÁRIO



NOVAS PRÁTICAS E ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS NO ÂMBITO DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO BÁSICO E SUPERIOR

Protocolo de coleta de dados – Estudantes do Ensino Básico

USO DO SMARTPHONE: SEGUNDO QUESTIONÁRIO

P1 – Você e os integrantes do seu grupo tiveram dificuldades para participar dos jogos que rodam na Plataforma “Trilha do Conhecimento”, na escola?

(1) Sim (2) Não

P2 – Se sim, por quais motivos?

(1) Nenhum componente do grupo tinha celular.

(2) Os componentes tinham celular, mas não tinham acesso à internet.

P3 – Se tiveram problemas, esses foram solucionados pelo professor?

(1) Sim (2) Não

Instrução: Assinale, com um **círculo**, um valor entre **-3** até **+3**, no quadro resposta, para indicar o seu conhecimento sobre as questões listadas no quadro.

P4 – A participação nos jogos que rodam na Plataforma “Trilha do Conhecimento” foi prazerosa?

-3	Extremamente angustiante	+1	Pouco prazerosa
-2	Bastante angustiante	+2	Bastante prazerosa
-1	Pouco angustiante	+3	Extremamente prazerosa
0	Nem angustiante e nem prazerosa		

P5 – Marque o grau de dificuldade que teve durante a participação nos jogos que rodam na Plataforma “Trilha do Conhecimento”, na escola?

-3	Extremamente difícil	+1	Pouco fácil
-2	Bastante difícil	+2	Bastante fácil
-1	Pouco difícil	+3	Extremamente fácil
0	Nem difícil e nem fácil		

P6 – Você acha que os jogos “Trilha do Conhecimento” contribuíram de alguma forma para seu aprendizado?

(1) Sim (2) Não

P7 – Se sim, marque o grau de ajuda que os jogos que rodam na Plataforma “Trilha do Conhecimento” proporcionaram para você realizar as avaliações.

-3	Atrapalharam completamente	+1	Ajudaram pouco
-2	Atrapalharam pouco	+2	Ajudaram bastante
-1	Não atrapalharam	+3	Ajudaram extremamente
0	Nem atrapalharam e nem facilitaram		

ADENDO III – MANUAL DE USO DOS PRODUTOS DESENVOLVIDOS

A Plataforma Trilha do Conhecimento

A Plataforma “Trilha do Conhecimento” (Figura 12) foi criada pelo professor *Jerônimo Agostinho Freire*, durante o curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – ProfBio. A plataforma permite a criação de objetos educacionais baseados em códigos QR, como atividades lúdicas e jogos, através do uso do *smartphone*, uma tecnologia utilizada por boa parte dos estudantes. A criação da plataforma “Trilha do Conhecimento” tem o objetivo de contribuir para promoção do uso do *smartphone* como recurso pedagógico. Atualmente, através da Plataforma, os professores podem trabalhar com três opções:

- O jogo de trilha (para espaços fora de sala de aula – pode ser usado em qualquer disciplina)
- O jogo de trilha em tabuleiro (para sala de aula – pode ser usado em qualquer disciplina)
- Simulador de cruzamentos para o ensino de Genética de Populações (para sala de aula – usado na disciplina de Biologia)

Figura 12 – Logotipo da plataforma para jogos educacionais digitais “Trilha do Conhecimento”



Fonte: Elaborado pelo autor.

Através da Plataforma, o professor pode introduzir novos conteúdos, ou revisar conteúdos já trabalhados, de maneira dinâmica e lúdica. Com os jogos disponibilizados na plataforma, os professores conseguem proporcionar o uso pedagógico do *smartphone* na escola ou em espaços como praças e parques.

Manual de uso

Prezado(a) Professor(a),

Este manual o ajudará a compreender o funcionamento da Plataforma “Trilha do Conhecimento”, que, na atual fase de desenvolvimento, roda dois jogos e um simulador de cruzamentos, mas que lhe permite criar outros tipos de jogos para rodar nela, usando a mesma tecnologia.

A Plataforma é acessada através do endereço: <www.trilha.escola21.net >

O Jogo de Trilha para espaços amplos

Como o próprio nome diz, este jogo é uma trilha de conhecimentos, que o estudante deve percorrer com outros colegas (trabalhando em grupo) respondendo questões que estão em páginas da internet, acessadas através da leitura de códigos QR, através do *smartphone*. Caso não haja sinal de internet no local, também é possível jogar off-line. Nesse caso, os estudantes fazem a leitura dos códigos e depois, em um local onde haja sinal de internet, acessam as páginas das perguntas para respondê-las. Como as perguntas ficam em páginas “leves”, de fácil carregamento, o professor pode rotear o sinal de internet para seus estudantes, se for o caso.

Antes de aplicar o jogo o professor deve configurar a Plataforma. Para tanto, observe os passos seguintes:

Primeiro passo

Primeiramente, acesse a plataforma no link <http://trilha.escola21.net> (Figura 01). Agora, clique no menu MINHAS ATIVIDADES, e, em seguida, em CADASTRAR ATIVIDADES. Então, dê um nome à atividade, determine o número de grupos de estudantes que irão participar, cadastre suas questões na plataforma (podem ser questões de múltipla escolha ou discursivas) e finalize o cadastro.

Figura 01 – Interface da Plataforma “Trilha do Conhecimento”



Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo passo

Após finalizado o cadastro das questões (sugerimos um número de 20 questões para uma aula de 50 minutos), clique no botão VOLTAR e acesse o menu AGENDAR DATAS. Neste menu, escolha o dia e horário em que o jogo estará disponível.

Terceiro passo

Adiante, volte ao menu inicial e clique em IMPRIMIR CÓDIGOS QR para realizar essa tarefa. A leitura dos códigos QR (Figura 13) redireciona os estudantes para a Plataforma do Conhecimento, onde irão responder às perguntas propostas.

Figura 13 – Código de Resposta rápida utilizado para que os estudantes tenham acesso as perguntas do jogo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Então, com os QR dispostos na trilha, nas datas e horários determinados pelo professor, o jogo de trilha estará disponível para os grupos de estudantes, para os quais é necessário fornecer a senha cadastrada (passo seguinte).

Se for usar a trilha apenas um dia, o professor não necessita plastificar os códigos, mas se for usá-la mais vezes é recomendado plastificar os códigos para depois afixá-los nos pontos da trilha. Os estudantes sairão à procura desses códigos na trilha. O professor deve fornecer um mapa do ambiente, identificando os pontos onde os códigos estão afixados. O ideal é não deixar esses códigos muito à vista, para que outros estudantes não os arranquem, e para aumentar o grau de dificuldade do jogo, tornando-o mais emocionante.

A trilha pode ser permanente. Não é necessário trocar os códigos, apenas criar atividades online e, se for o caso, imprimir códigos complementares. Exemplo: a primeira trilha tem 20 códigos, mas a nova tem 25, então o professor deve imprimir outros 6 últimos códigos para complementar a nova trilha. Nesse caso, o professor terá que substituir o código 20 por um

novo código, pois o código 20 contém informações para o estudante seguir para o ponto 01. O novo código 20 tem a informação para o estudante seguir para o ponto 21 e o código 25 tem a informação para o estudante seguir para o ponto 01.

Quarto passo

Para gerar a senha de acesso, o professor deve voltar à plataforma e clicar em Senhas no menu MINHAS ATIVIDADES. O sistema irá informar as senhas de acordo com o número de grupos que o professor determinou para participar da atividade.

Depois de concluídas as etapas descritas acima, de afixar os códigos nas partes internas da escola e elaborar um mapa da trilha (Figura 03), basta o professor dar o mapa da trilha para cada grupo. Este mapa conterà a posição dos códigos, a senha do grupo e o ponto pelo qual cada grupo deve começar. O ideal é que cada grupo comece por um ponto diferente.

Quinto passo

Após os estudantes percorrerem a trilha e responderem as questões, o professor acessa a Plataforma e clica no menu VER RESULTADOS. Se as questões cadastradas forem só de múltipla escolha, o professor terá o número de acertos de cada grupo e saberá quais questões cada grupo acertou ou errou. As respostas das questões discursivas estarão disponíveis para o professor corrigir.

Para este jogo sugerimos o seguinte critério de correção:

Ganha a partida quem obtiver mais pontos de acordo com os critérios a seguir:

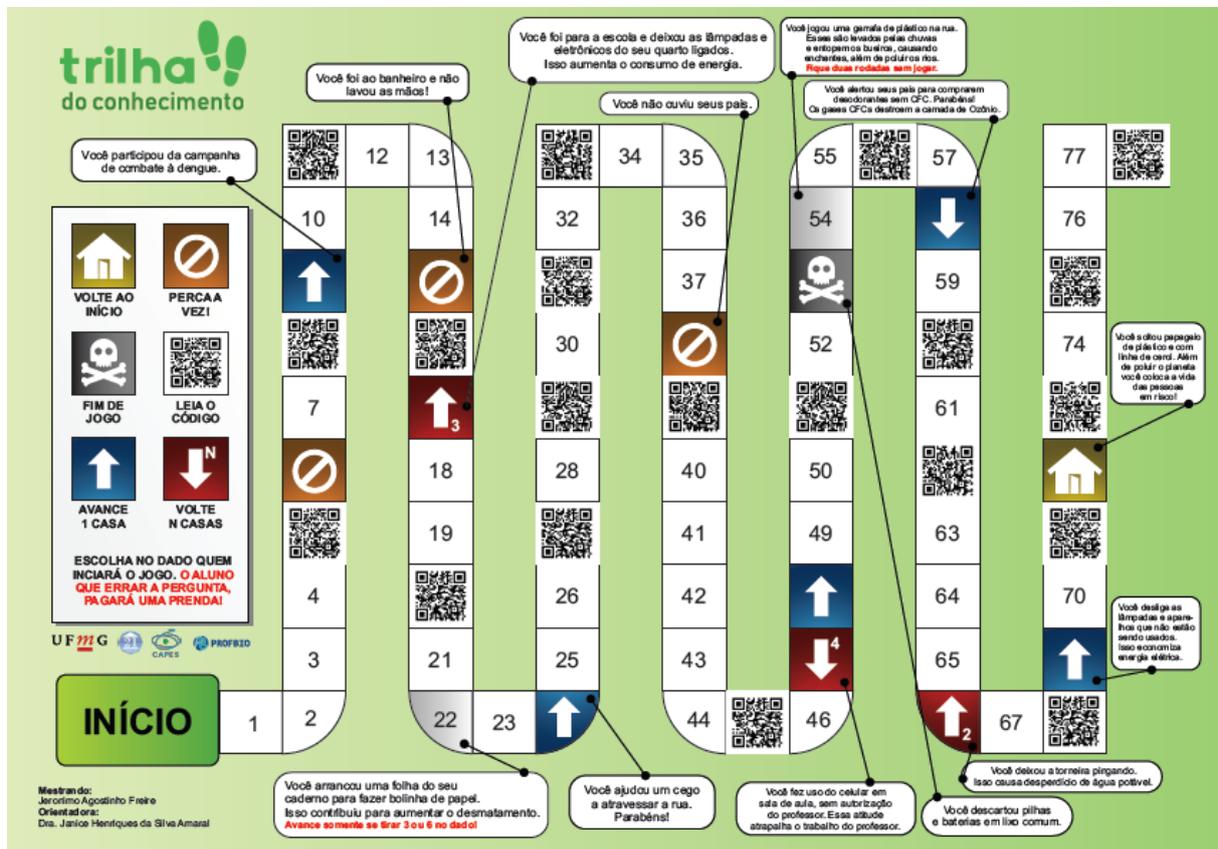
- O grupo que chegar primeiro tem suas questões corrigidas com peso 5,0.
- O grupo que chegar em segundo lugar tem suas questões corrigida com peso 4,5.
- O grupo que chegar em terceiro lugar, tem suas questões corrigidas com peso 4,0.
- Os demais grupos que chegarem têm suas questões corrigidas com peso 3,5.

A sugestão desses critérios de correção é para tornar o jogo mais competitivo e emocionante, como foi possível verificar em testes realizados.

As configurações para o **Jogo de Trilha em tabuleiro** funcionam do mesmo modo. Nesse caso, a diferença é que cada grupo recebe um tabuleiro de tamanho A3, em papel couchê

300g contendo uma trilha desenhada. Ao longo dessa trilha existem 20 códigos QR que serão acessados pelos estudantes durante o jogo (Figura 05).

Figura 05 - Tabuleiro criado para o objeto educacional 02



Fonte: Elaborado pelo autor.

O objetivo desse jogo é percorrer toda a trilha respondendo todas as questões durante o percurso. Nesse jogo, o tempo de percurso da trilha não é computado, só as respostas. Essa estratégia permite que os estudantes se concentrem mais para realizar a tarefa proposta.

O terceiro objeto educacional, **o simulador de cruzamentos para o ensino de Genética de Populações** é específico da disciplina Biologia. Ele é constituído por seis kits, cada kit contém:

- um tabuleiro interativo (Figura 14);
- um saco com pecinhas de cor branca e pecinhas de cor preta;
- uma bandeja de plástico e um bastão de PVC contendo três hastes de metal inox.

Figura 14 – Face superior do Tabuleiro Interativo do Simulador de Cruzamentos

Frequência de um gene na população

Exemplo: uma população com 12.000 indivíduos, sendo o gene **A** dominante e o gene **a** recessivo.

Genótipo	Nº de Indivíduos	Nº de Genes A	Nº de Genes a
AA	3600	7200	0
Aa	6000	6000	6000
aa	2400	0	4800
Total	12000	13200	10800

$f(\text{GENE}) = \frac{\text{Nº total desse GENE}}{\text{Nº total de genes para aquele locus na população}}$

$f(A) = \frac{13200}{24000} = 0,55$ $f(a) = \frac{10800}{24000} = 0,45$ $f(A) + f(a) = 1$

Frequência do fenótipo na população

Se o gene **A** é dominante, os indivíduos **AA** e **Aa** apresentarão o mesmo fenótipo.

Genótipo	Nº de Indivíduos	Fenótipos
AA	3600	Vermelho
Aa	6000	Vermelho
aa	2400	Azul
Total	12000	

$f(\text{Azul}) = \frac{\text{Nº total de indivíduos Azuis}}{\text{Nº total de indivíduos da população}}$

$f(\text{Azul}) = \frac{2400}{12000} = 0,20$ $f(\text{Vermelho}) = \frac{9600}{12000} = 0,80$

$f(\text{Vermelhos}) + f(\text{Azuis}) = 1$

Frequência Genotípica

Genótipo	Nº de Indivíduos
AA	3600
Aa	6000
aa	2400
Total	12000

$f(\text{GENOTÍPICA}) = \frac{\text{Nº indivíduos com o GENÓTIPO}}{\text{Nº indivíduos da população}}$

$f(AA) = \frac{3600}{12000} = 0,30$ $f(Aa) = \frac{6000}{12000} = 0,50$

$f(aa) = \frac{2400}{12000} = 0,20$

Os genótipos possíveis em uma população são: AA, Aa ou aa

$p^2 + 2pq + q^2 = 1$

As frequências genotípicas em cada população serão: $f(\text{AA}) = p^2$ = probabilidade de um óvulo portador do gene (A) ser fecundado por um espermatozoide portador do gene (A)

$f(AA) = p \times p = p^2$ $f(Aa) = 2(p \times q) = 2pq$

$f(aa) = q \times q = q^2$

Informações ○ AA ○ Aa ○ aa Vídeoaula

Genética de Populações - equilíbrio de Hardy-Weinberg
Prof. Zorimiro A. Freire - zorimiro@ecolab21.net

Grupo 01

trilha! UF RJ G
do conhecimento PROFESOR

Questão 01

Questão 02

Questão 03

Questão 04

Fonte: Elaborado pelo autor.

O tabuleiro interativo é constituído por uma placa de polietileno adesivada, contendo seis códigos QR. O primeiro código QR (instruções) dá acesso a uma videoaula com as instruções sobre o simulador. O segundo código QR dá acesso a uma videoaula sobre Genética de Populações. Os outros quatro códigos QR dão acesso às questões sobre genética de populações.

As hastes de metal devem ser encaixadas nos orifícios centrais do tabuleiro. Esses orifícios possuem os genótipos possíveis de uma população, considerando um par de genes (AA, Aa e aa).

As pecinhas coloridas devem ser encaixadas nas hastes de metal, conforme instruções na primeira questão, acessada através da leitura do código QR.

As quatro caixas grandes no tabuleiro trazem exemplos e informações sobre como calcular as frequências, gênicas e genotípicas em uma população hipotética.

Caso as informações das caixas sejam insuficientes para que o grupo possa resolver as quatro questões que estão na **Plataforma Trilha do Conhecimento**, acessadas através da leitura dos códigos QR à direita, na placa interativa, o grupo poderá assistir a videoaula, fazendo a leitura do QR videoaula.

Obs.: É importante ter cuidado para não se machucar nas hastes de metal.

ADENDO IV - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

(Responsáveis -Estudantes de 6 a 17 anos)

(Em atendimento à Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde / Ministério da Saúde)

Caro Responsável/Representante Legal:

Gostaríamos de obter o seu consentimento para que seu filho(a) _____

participe do Projeto de Pesquisa “*Novas Práticas e Estratégias Pedagógicas no Âmbito das Instituições de Ensino Básico E Superior*” que se destina a desenvolver, aplicar e avaliar ações educativas e de pesquisa para a promoção da melhoria do processo de ensino-aprendizagem, sob a responsabilidade da pesquisadora Dra. Janice Henriques da Silva Amaral.

A participação de seu filho(a) é voluntária e ele(a) será submetido ao preenchimento de questionários, além da participação nas seguintes atividades: (1) Jogo Trilhas do Conhecimento: o jogo consiste em um quiz de perguntas reveladas através da captura do QR Code com o uso do *Smartphone*, (2) Simulador de cruzamentos para o ensino de genética de populações. A participação de seu filho(a) no estudo implica riscos mínimos, podendo apenas causar certo desconforto. Além disso, mesmo após sua autorização, a vontade seu (sua) filho(a) em participar da pesquisa será respeitada, e caso ele(a) não deseje participar, uma atividade alternativa será realizada, sem nenhum prejuízo. Se o Senhor(a) autorizar o seu filho(a) a participar, estará contribuindo para o desenvolvimento de práticas e estratégias educacionais mais eficazes. Se depois de consentir a participação do seu (sua) filho(a), o Senhor(a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase do estudo, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhuma penalidade ou prejuízo para o Senhor(a) e seu filho(a). O(a) Senhor(a) e o seu filho(a) não terão nenhuma despesa e também não receberão nenhuma remuneração. Os resultados dos dados coletados serão analisados e poderão ser publicados, mas a sua identidade e a do seu filho(a) não serão divulgadas, sendo guardada em sigilo. Para qualquer outra informação, o(a) Senhor(a) poderá a qualquer momento entrar em contato com a pesquisadora no endereço de e-mail: janicehs@icb.ufmg.br. Consentimento Pós-Informação.

Eu, _____, responsável pelo(a) _____ fui informado sobre o que a pesquisadora pretende fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a

explicação. Por isso, eu autorizo a participação no projeto, sabendo que não há ganho e prejuízo algum e que podemos sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pela pesquisadora, ficando uma via comigo e outra com a pesquisadora.

Endereço do(a) participante-voluntário(a)	Contato de urgência: Sr(a)
Domicílio: (rua, praça, conjunto):	Domicílio: (rua, praça, conjunto):
Bloco: /Nº: /Complemento:	Bloco: /Nº: /Complemento:
Bairro: /CEP/Cidade:	Bairro: /CEP/Cidade:
Telefone:	Telefone: Ponto de referência:
Ponto de referência:	

Endereço do responsável pela pesquisa: Dra. Janice Henriques da Silva Amaral:

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Endereço: Av. Antônio Carlos, no 6627 Bloco: /Nº: /Complemento: Bloco K3/ sala 319. Bairro: /CEP/Cidade: Pampulha, BH/MG CEP: 31270-901

Telefones p/contato: (31) 3409-2813

ATENÇÃO: para informar ocorrências irregulares ou danosas durante sua participação neste estudo, dirija-se ao: Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais: Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005. Campus Pampulha Belo Horizonte, MG - Brasil. Telefone: (31)3409-4592

Belo Horizonte, _____ de _____ de _____.

Assinatura ou impressão datiloscópica do (a) voluntário (a) ou responsável	Nome e Assinatura do(s) responsável(eis) pelo estudo
---	---

ADENDO V -TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

(Estudantes de 11 a 17 anos)

(Em atendimento à Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde / Ministério da Saúde)

Caro Escolar,

Gostaríamos de obter o seu consentimento para sua participação no Projeto de Pesquisa “*Novas Práticas e Estratégias Pedagógicas no Âmbito das Instituições de Ensino Básico E Superior*” que se destina a desenvolver, aplicar e avaliar ações educativas e de pesquisa para a promoção da melhoria do processo de ensino-aprendizagem, sob a responsabilidade da pesquisadora Dra. Janice Henriques da Silva Amaral. A sua participação é voluntária e se dará por meio do preenchimento de questionários, além da participação e realização de uma das seguintes atividades descritas: (1) Jogo Trilhas do Conhecimento: o jogo consiste em um quiz de perguntas reveladas através da captura do QR Code com o uso do *smartphone*, (2) Simulador de cruzamentos para o ensino de genética de populações. O seu envolvimento no projeto envolve riscos mínimos, podendo causar apenas um pequeno desconforto. O rendimento escolar geral da turma, antes e após a atividade, poderá ser avaliado. Sua vontade em participar da pesquisa será respeitada, por isso, caso opte por não participar, uma atividade alternativa será indicada por seu professor, sem lhe causar qualquer prejuízo. Se você participar deste estudo, estará contribuindo para o desenvolvimento de práticas e estratégias educacionais mais eficazes. Se depois de consentir a sua participação, você desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase do estudo, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhuma penalidade ou prejuízo para você. Você não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Os resultados dos dados coletados serão analisados e poderão ser publicados, mas a sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo. Para qualquer outra informação, você poderá a qualquer momento entrar em contato com a pesquisadora no endereço de e-mail: janicehs@icb.ufmg.br.

Consentimento

Pós-Infomação

Eu, _____

fui informado sobre o que a pesquisadora pretende fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo com a minha participação no projeto, sabendo que não há ganho e prejuízo algum e que posso sair quando quiser. Este documento é emitido em

duas vias que serão ambas assinadas por mim e pela pesquisadora, ficando uma via comigo e outra com a pesquisadora.

Endereço do(a) participante-voluntário(a)	Contato de urgência: Sr(a)
Domicílio: (rua, praça, conjunto):	Domicílio: (rua, praça, conjunto):
Bloco: /Nº: /Complemento	Bloco: /Nº: /Complemento:
Bairro: /CEP/Cidade	Bairro: /CEP/Cidade:
Telefone: Ponto de referência:	Telefone:
	Ponto de referência:

Endereço do responsável pela pesquisa: Dra. Janice Henriques da Silva Amaral

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Endereço: Av. Antônio Carlos, no 6627. Bloco: /Nº: /Complemento: Bloco K3/ sala 319. Bairro: /CEP/Cidade: Pampulha, BH/MG CEP: 31270-901

Telefones p/contato: (31) 3409-2813

ATENÇÃO: em caso de dúvidas éticas e para informar ocorrências irregulares ou danosas durante sua participação neste estudo, dirija-se ao: Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais: Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005. Campus Pampulha Belo Horizonte, MG - Brasil. Telefone: (31)3409-4592

Belo Horizonte, ____ de _____ de _____.

Assinatura ou impressão datiloscópica do (a) voluntário (a) ou responsável	Nome e Assinatura do(s) responsável(eis) pelo estudo

ADENDO VI – QUESTÕES DO JOGO SOBRE GENÉTICA DE POPULAÇÕES

Jogo Trilha em Tabuleiro - Genética de Populações- 20 questões
Realizada em 03/04/2019 08:41 às 09:30

Nome do Grupo

Parabéns, vocês chegaram ao final. Agora é faturar os pontos da atividade. Escreva o nome de sua turma e dos integrantes de seu grupo.

Resposta:

(INFORMAÇÃO)

Fatores Evolutivos

Os principais fatores evolutivos que atuam sobre o conjunto gênico da população, aumentando ou diminuindo sua variabilidade genética, podem ser reunidos em duas categorias:

- fatores que tendem a aumentar a variabilidade genética da população – **mutação** e **permutação**;
- fatores que atuam sobre a variabilidade genética já estabelecida – **migração**, **deriva genética** e **seleção natural**.

Emigração diminui a variabilidade genética

Imigração aumenta a variabilidade genética

Deriva genética e **seleção natural** diminuem a variabilidade genética

Questão 1

Dos fatores abaixo, quais NÃO contribuíram para o sucesso e atual padrão de coloração dos Guepardos?



Fonte: <https://br.depositphotos.com/3628043/stock-photo-two-cheetahs.html>

- A) Mutação e cruzamentos ao acaso.
- B) Cruzamentos endogâmicos dentro de um grupo pequeno de indivíduos e deriva gênica.
- C) Seleção natural, eliminando os indivíduos com defeito genético.

(INFORMAÇÃO)

Os genótipos possíveis em uma população são: AA, Aa e aa. Se cruzarmos dois indivíduos homocigotos, todos os seus descendentes serão homocigotos, se não houver mutação. Ex.: aa x aa - Todos os descendentes serão aa.

(INFORMAÇÃO)

Não deixe de responder as questões que aparecerem durante a trilha, parte da pontuação do jogo será atribuída às respostas das questões.

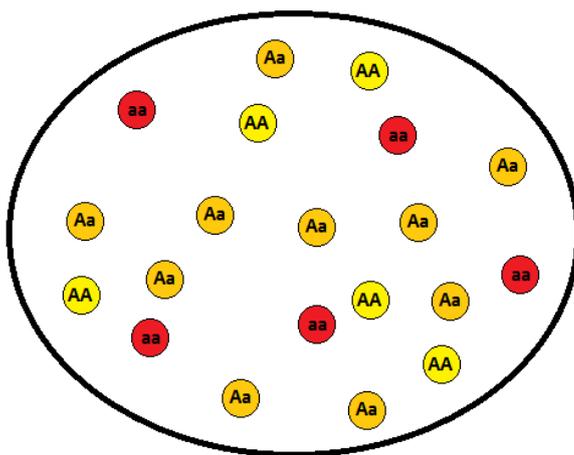
Questão 2

Suponha que a NASA enviou uma nave tripulada para colonizar Marte. Sendo a tripulação constituída por 5 casais de astronautas, todos míopes (mm). Qual a frequência do gene (m) na população marciana após 100 anos de colonização?

- A) 5%
- B) 50%
- C) 100%

Questão 3

Observe a figura que representa uma ilha, qual a frequência genotípica de sua população?



Fonte: elaborado pelo autor.

- A) AA = 50%; Aa = 25% e aa = 25%
- B) AA = 25%; Aa = 50% e aa = 25%
- C) AA = 30%, Aa = 30% e aa = 40%

Questão 4

Uma população com 20.000 indivíduos possui 16% dos indivíduos com genótipo (aa). Quantos indivíduos são (AA) e quantos são (Aa), nessa população em equilíbrio?

A) 3200 AA, 9600 Aa e 7200 aa

B) 7200 AA; 9600 Aa e 3200 aa

C) 9600 AA; 7200 Aa e 3200 aa

(INFORMAÇÃO)

Assista ao vídeo para ajudá-lo a responder a próxima pergunta!
https://www.youtube.com/watch?v=_OLx5lgy_9Q

Questão 5

O que é camuflagem? você assistiu o vídeo sobre camuflagem? Se não, ainda dá tempo, clique no link e assista, para ajudá-lo a responder a questão.
https://www.youtube.com/watch?v=_OLx5lgy_9Q

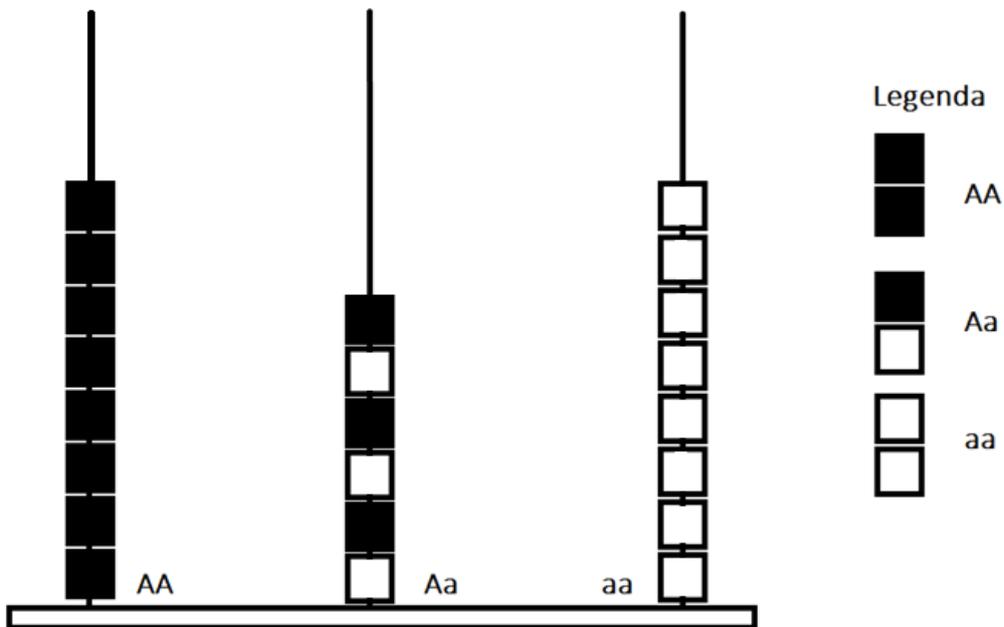
A) É a capacidade que alguns seres possuem de se confundirem com o meio onde vivem.

B) É a capacidade que alguns seres possuem de imitar a forma e cores de outros seres.

C) É a capacidade que alguns seres possuem de se confundirem com o ambiente no intuito de se protegerem dos predadores.

Questão 6

Observe o histograma, ele representa os genótipos de uma população. Em relação ao histograma, todas as afirmativas estão corretas, exceto:



Fonte: elaborado pelo autor.

- A) Ele representa uma população com 12 indivíduos.
- B) A frequência dos indivíduos heterozigotos é 0,50
- C) A frequência do gene "A" é 0,5 e a do gene "a" é 0,5

Questão 7

Se considerarmos características, como: altura, força e beleza. Qual o padrão de cruzamentos prevalece, na Natureza?

- A) Ao acaso.
- B) Seleção sexual.

(INFORMAÇÃO)

No Santuário do Caraça próximo à Barão de Cocais em Minas Gerais, vive uma família de Lobos Guarás, constituída por quatro membros: um casal e dois filhotes, de tempos em tempos, quando os filhotes adquirem a maturidade sexual, a família briga e fica só um casal no parque, que pode ser o pai com a filha, o filho com a mãe, o irmão com a irmã, ou o pai com a mãe, que se acasalam gerando dois filhotes. Um dia a nova família de lobos irá lutar novamente pela disputa do território. Apesar dos lobos apresentarem cruzamento endogâmico, que aumenta a chance de selecionar genes defeituosos, a família de lobos guarás, que vive no santuário, sobrevive há anos sem apresentar problemas genéticos. Pois, A seleção natural atua sobre a população de Lobos Guarás eliminando os filhotes que nascem com defeito genético.

Questão 8

Uma população com 50.000 indivíduos, em equilíbrio, cujas frequência gênicas são as seguintes: p = frequência do gene $D = 0,2$ q = frequência do gene $d = 0,8$ Qual a frequência genotípica dessa população?

A) $DD = 0,32$; $Dd = 0,04$; $dd = 0,64$

B) $DD = 0,64$; $Dd = 0,32$; $dd = 0,04$

C) $DD = 0,04$; $Dd = 0,32$; $dd = 0,64$

(INFORMAÇÃO)

Evolução biológica, em termos simples, é descendência com modificação. Essa definição engloba evolução em pequena escala (mudanças em frequência gênica em uma população de uma geração para a próxima) e evolução em larga escala (a progênie de espécies diferentes de um ancestral comum após muitas gerações). A evolução nos ajuda a entender a história da vida.

(INFORMAÇÃO)

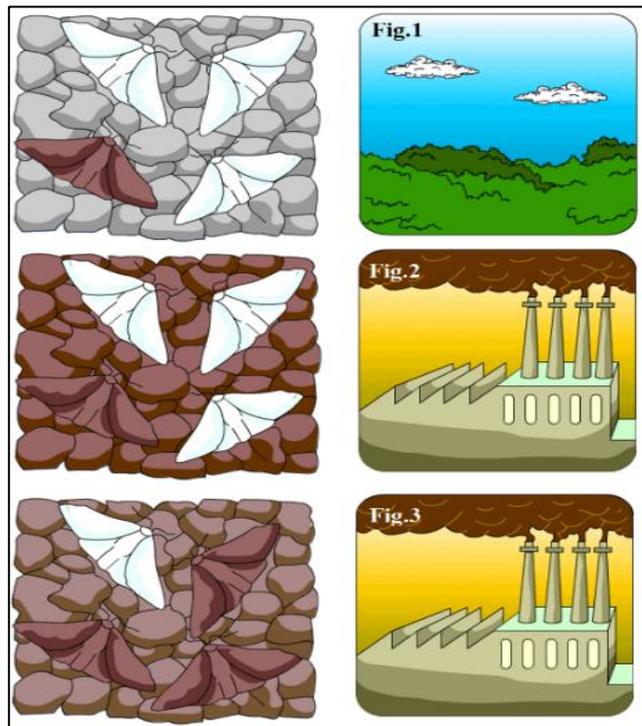
Genética de populações é o ramo da Biologia que estuda a distribuição e mudança na frequência de alelos sob influência das quatro forças evolutivas: seleção natural, deriva gênica, mutação e fluxo gênico. A genética populacional também busca explicar fenômenos como especiação e adaptação ao ambiente.

(INFORMAÇÃO)

A alteração da frequência GÊNICA ou GENOTÍPICA, de uma população, ao longo das gerações é denominado EVOLUÇÃO.

Questão 9

As figuras 1, 2 e 3 mostram as alterações sofridas pela população de mariposa *Biston betularia* na Inglaterra, desde o período anterior à revolução industrial até o período pós revolução industrial. Essas mariposas vivem nas florestas e apresentam dois fenótipos, claro e escuro. As figuras representam mariposas pousadas em troncos de árvores, que mudaram de coloração com a revolução industrial. Explique por que houve uma mudança no fenótipo dessas mariposas.



Fonte: elaborada pelo autor.

- A) Porque as mariposas brancas, tornaram-se visíveis aos predadores, devido a poluição.
- B) Porque as mariposas escuras, tornaram-se visíveis aos predadores devido a poluição
- C) Porque a poluição causou uma mudança climática na região.

Questão 10

Observe a figura e tente explicar o que é mimetismo.



Cobra coral falsa

Fonte: <https://br.depositphotos.com/21861227/stock-photo-false-coral-snake.html>



Cobra coral verdadeira

Fonte: <https://br.depositphotos.com/200966214/stock-photo-black-banded-centipede-eating-snake.html>

- A) Mimetismo é um fator de adaptação evolutiva de algumas espécies onde, nesse caso, uma espécie ajuda a outra.

Mimetismo é um fator de adaptação evolutiva de algumas espécies onde, nesse caso,

- B) duas espécies distintas são muito parecidas fisicamente, dificultando que outras espécies as diferenciem uma da outra.

- C) Mimetismo é um fator de adaptação evolutiva de algumas espécies onde, nesse caso, uma espécie prejudica a outra.

Questão 11

Segundo o princípio de *Hardy-Weinberg*, também conhecido como lei do equilíbrio de *Hardy-Weinberg*, caso uma população não sofra com mecanismos evolutivos, as frequências gênicas

- A) sofrerão mutações.
- B) permanecerão constantes.
- C) sofrerão modificações constantes.