

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

**Digoreste - um Jogo para Aprendizagem de Física  
Ambiental na Educação Básica**

**Acabias Marques Luiz**

Orientador: **Prof. Dr. Raphael de Souza Rosa Gomes**

Cuiabá - MT  
Julho/2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

**Digoreste - um Jogo para Aprendizagem de Física  
Ambiental na Educação Básica**

**Acabias Marques Luiz**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Física Ambiental.

**Prof. Dr. Raphael de Souza Rosa Gomes**

Cuiabá, MT

Julho/2018

### **Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.**

M357d Marques Luiz, Acabias.  
DIGORESTE - UM JOGO PARA APRENDIZAGEM DE FÍSICA  
AMBIENTAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA / Acabias Marques Luiz. -- 2018  
82 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Raphael de Souza Rosa Gomes.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2018.  
Inclui bibliografia.

1. Educação básica. 2. Tecnologia. 3. Meio Ambiente. 4. Aplicativo. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.**

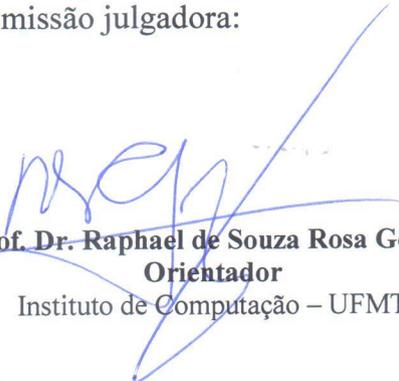
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**INSTITUTO DE FÍSICA**  
**Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental**

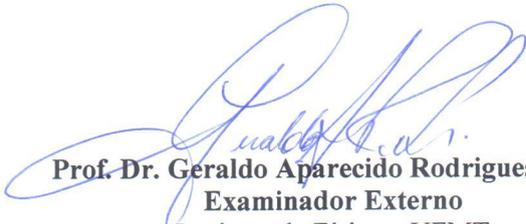
**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** DIGORESTE - UM JOGO PARA APRENDIZAGEM DE FÍSICA AMBIENTAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA

**AUTOR:** ACABIAS MARQUES LUIZ

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em 20 de dezembro de 2018, pela comissão julgadora:

  
**Prof. Dr. Raphael de Souza Rosa Gomes**  
**Orientador**  
Instituto de Computação – UFMT

  
**Prof. Dr. Geraldo Aparecido Rodrigues Neves**  
**Examinador Externo**  
Instituto de Física – UFMT

  
**Profa. Dra. Livia Lopes Azevedo**  
**- Examinadora Externa**  
Instituto de Ciências Exatas e da Terra /Campus do Araguaia– UFMT

# DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, minha irmã, toda minha família e amigos com os quais, sem o apoio, meus sonhos não se realizariam.*

# Agradecimentos

- Aos meus pais e irmã pelo apoio incondicional na vida e nos estudos;
- Aos meus tios Maria e Osmar, que me acolheram em Cuiabá com muito carinho. Vocês merecem tudo de bom dessa vida.
- Aos meus primos César, Rosângela e suas famílias. Gracyeli, em especial, por sua preocupação e puxões de orelha. Sou grato a todos vocês pelo apoio, compreensão e lições aprendidas.
- Ao professor Raphael de Souza Rosa Gomes pela paciência e compreensão durante a orientação. Cresci muito com este trabalho, e sou grato pelo seu exemplo de profissional sempre disponível e dedicado.
- Ao professor José de Souza Nogueira, sua esposa, professora Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira, e aos demais professores do corpo docente que fazem do PPGFA um ambiente acolhedor e vivo.
- À Soilce e ao Cesário, pelo importante trabalho que realizam no programa, sempre com simpatia e alegria, independente da adversidade das situações.
- Aos meus colegas Antônio Carlos, Bruno, Flávia, Juliana Queiroz, Lauro, Levi, Daniela, Elio, Érico, Heloisa, Juliana Lotufo, Névio, Lucas, Luciene, Luis Philippe, Kamyla e Silvino. Eterna gratidão por vocês terem feito parte dessa etapa em minha vida.
- Aos funcionários da Escola Estadual Eurico Gaspar Dutra pelo apoio na realização do experimento na escola. Em especial ao professor Welker e a técnica Neyce.

- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de demanda social.
- A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>I</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b>	<b>III</b>
<b>RESUMO</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>IV</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1 Problemática . . . . .	1
1.2 Justificativa . . . . .	2
1.2.1 Objetivo Geral . . . . .	2
1.2.2 Objetivos Específicos . . . . .	2
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>4</b>
2.1 A Física Ambiental . . . . .	6
2.1.1 Inserções nos Currículos . . . . .	8
2.1.2 Iniciativas e Práticas Pedagógicas . . . . .	11
2.1.3 O Perfil do Professor . . . . .	13
2.2 Metodologias TIC nas Escolas . . . . .	14
2.2.1 Recursos Disponíveis . . . . .	15
2.2.2 Usos na Educação Ambiental . . . . .	16
2.3 Os Jogos Sérios . . . . .	16
2.3.1 Iniciativas nas Ciências Ambientais . . . . .	18
2.3.2 Validação das Abordagens e Aprendizagem . . . . .	19
2.3.3 Projeto de Jogos Eletrônicos Educativos . . . . .	21

2.4	Aprendizagem Significativa . . . . .	23
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>24</b>
3.1	A Construção do Jogo Quiz . . . . .	24
3.1.1	Requisitos . . . . .	25
3.2	A Proposta na Escola . . . . .	27
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>29</b>
4.1	O Digoreste . . . . .	29
4.1.1	Versão Web . . . . .	30
4.1.2	O Aplicativo Móvel . . . . .	42
4.1.3	Configurações Iniciais e Aquisição de Perguntas . . . . .	45
4.2	Estudo de Caso . . . . .	45
4.2.1	Aplicação da Pesquisa Preliminar . . . . .	46
4.2.2	A Aula Significativa . . . . .	50
4.2.2.1	Instalação do Aplicativo e Uso do Sistema . . . . .	50
4.2.3	Pesquisa Pós-experimento . . . . .	52
4.2.4	Alterações na arquitetura . . . . .	53
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>56</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>58</b>

# LISTA DE FIGURAS

1	Teoria do Fluxo (LOPES et al., 2015). . . . .	19
2	Visão geral dos processos de desenvolvimento de jogos sérios (RO- CHA et al., 2016). . . . .	22
3	Diagrama de casos de uso. . . . .	26
4	Base de dados. . . . .	27
5	Arquitetura REST no Digoreste. . . . .	31
6	Captura de tela: Página Inicial. . . . .	31
7	Captura de tela: Novo usuário jogador. . . . .	32
8	Captura de tela: Página de introdução. . . . .	33
9	Captura de tela: Novo usuário. . . . .	33
10	Captura de tela: Gerência de usuários. . . . .	34
11	Captura de tela: Análise de questões sugeridas. . . . .	34
12	Captura de tela: Banco de questões. . . . .	35
13	Captura de tela: Registro de sugestão de nova questão. . . . .	36
14	Captura de tela: Gerência de turmas. . . . .	36
15	Captura de tela: Criação de nova turma. . . . .	37
16	Captura de tela: Gerência dos alunos de uma turma. . . . .	37
17	Captura de tela: Criação de novo desafio. . . . .	38
18	Captura de tela: Gerência dos desafios de uma turma. . . . .	38
19	Captura de tela: Ranking de desafio. . . . .	39
20	Captura de tela: Modo treino. . . . .	40
21	Captura de tela: Inscrição em turma. . . . .	40

22	Captura de tela: Turmas inscritas. . . . .	41
23	Captura de tela: Desafios de uma turma. . . . .	41
24	Captura de tela: Em jogo. . . . .	42
25	Capturas de tela do aplicativo: A - Tela inicial; B - Menu login. . . . .	43
26	Capturas de tela do aplicativo: C - Novo usuário; D - Menu principal. . . . .	43
27	Capturas de tela do aplicativo: E - Inscrever-se em turma; F - Listar turmas do jogador matriculadas. . . . .	44
28	Captura de tela do aplicativo: Em treino. . . . .	44
29	Média das respostas dos estudantes sobre o principal problema ambiental - etapa de pesquisa preliminar. . . . .	47
30	Respostas dos estudantes sobre a responsabilidade do ser humano nos problemas ambientais - etapa de pesquisa preliminar. . . . .	47
31	Respostas dos estudantes sobre as disciplinas em que observaram o viés ambiental - etapa de pesquisa preliminar. . . . .	48
32	Respostas dos estudantes sobre questões relacionadas ao seu ambi- ente escolar e sua educação ambiental - etapa de pesquisa preliminar. . . . .	48
33	Respostas dos estudantes sobre questões relacionadas ao uso de jogos sérios - etapa de pesquisa preliminar. . . . .	49
34	Respostas dos estudantes sobre as características que um bom jogo deve possuir - etapa de pesquisa preliminar. . . . .	49
35	Laboratório durante o jogo. . . . .	51
36	Medalhas da premiação. . . . .	52
37	Algumas turmas após a premiação. . . . .	52
38	Diagrama de casos de uso - nova versão. . . . .	54
39	Tela de jogo modificada. . . . .	55

# RESUMO

LUIZ, A. M. Digoreste - um Jogo para Aprendizagem de Física Ambiental na Educação Básica. Cuiabá, 2018, 82f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

Digoreste é um aplicativo que apoia as aulas das disciplinas de Ciências Naturais, em especial a Física, tratando do Tema Transversal Meio Ambiente. Os estudantes do Ensino Regular e da Educação de Jovens e Adultos, em sua maioria, interagem e querem sempre mais fazer parte do mundo conectado. Os aparelhos que possuem carregam consigo a vantagem de acesso à internet e reprodução de áudios, vídeos, textos e imagens, mas também são capazes de executar programas, como são os jogos. Ensinadas de forma tradicional, as aulas de Física são as que mais encontram dificuldade na interdisciplinaridade proposta pelos Parâmetros Curriculares Nacionais. No Estado de Mato Grosso, que possui representação de três biomas em seu território e é o motor do agronegócio nacional, a Educação Ambiental se faz urgente. A fim de compreender e estudar as possibilidades, é objetivo desse trabalho o desenvolvimento de um jogo sério com os conceitos da Física Ambiental que esteja alinhado ao currículo da Educação Básica para, assim, poder ser utilizado como ferramenta de apoio às aulas da disciplina de Física. Para isso, tem-se analisadas as relações entre o currículo da e as temáticas ambientais, também verificação de como atualmente a informática é utilizada no contexto de educação ambiental. Apresenta-se um jogo para dispositivos móveis, um artefato que possa servir como meio de intervenção nas turmas escolares. Um dos principais pontos da pesquisa também é a análise dos impactos e consequências, por parte de professores e alunos, da proposta descrita na metodologia.

**Palavras-chave:** Educação, Tecnologia, Meio Ambiente.

# ABSTRACT

LUIZ, A. M. Digoreste - a Game for learning Environmental Physics in Basic Education. Cuiabá, 2018, 82f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

Digoreste is an application that supports the classes of the disciplines of Natural Sciences, in particular the Physics, dealing with the Transversal Theme "Environment". Students of Ensino Regular and Educação de Jovens e Adultos, for the most part, interact and always want to be part of the connected world. The devices they carry have the advantage of internet access and playback of audio, video, text and images, but they are also capable of running programs, such as games. Teaching in a traditional way, the physics classes are the ones that find more difficulty in the interdisciplinarity proposed by the Parâmetros Curriculares Nacionais. In the State of Mato Grosso, which has representation of three biomes in its territory and is the engine of national agribusiness, Environmental Education becomes urgent. In order to understand and study the possibilities, it is the objective of this study to develop a serious game with the concepts of Environmental Physics that is aligned with the Educação Básica curriculum, so that it can be used as a support tool for the classes of the Physics discipline. For this, we have analyzed the relations between the curriculum and environmental themes, as well as verifying how current information technology is used in the context of environmental education. It presents a game for mobile devices, an artifact that can serve as a means of intervention in school classes. One of the main points of the research is also the analysis of the impacts and consequences, in the teachers and the students, of the proposal described in the methodology.

**Keywords:** *Education, Technology, Environment*

# Capítulo 1

## INTRODUÇÃO

O debate sobre os temas ambientais tem presença constante nas propostas legislativas para a educação nacional. Desde a criação dos Parâmetros Curriculares Nacionais à nova Base Nacional Comum Curricular, os docentes tratam como fundamental a articulação da percepção de que o ser humano faz parte e atua no ambiente em que vive, também na sala-de-aula.

No Estado de Mato Grosso, que possui representação de três biomas em seu território e é motor do agronegócio nacional, a preocupação com as questões ambientais é grande. Fazem-se necessárias políticas, metodologias e ferramentas que possam tornar popular a Educação Ambiental.

### 1.1 Problemática

O meio ambiente faz parte do grupo de Temas Transversais constituídos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais. Mais especificamente, devem ser abordados nas escolas como os ciclos da natureza ocorrem, a relação entre sociedade e meio ambiente, também manejo e conservação ambiental. Junto aos outros conteúdos de outros temas, a educação ambiental deve ser trabalhada com a finalidade de dar sentido e significado aos diversos ensinamentos transmitidos pela escola.

Porém, o que ocorre comumente no ensino da Física e demais matérias da área de Exatas, é a negligência do professor para com o tema. Os docentes ativos e também em formação não conseguem estabelecer o vínculo necessário entre os conteúdos clássicos da disciplina, a forma tradicional de se expor o conhecimento, com tópicos ambientais.

Junto a isso, é comum encontrar pessoas nas diversas etapas escolares ignorando essas aulas puramente expositivas, ditadas como a tradição mantém,

e preferindo expor seu descontentamento com as disciplinas de exatas a ponto de julgar odiá-las.

## 1.2 Justificativa

Pode-se encontrar nas recentes tecnologias as ferramentas, os meios necessários para cativar a atenção dos alunos, mantê-los atentos aos conteúdos educativos disseminados nas classes. As crianças e adolescentes do Ensino Regular, também os jovens e adultos da Educação de Jovens e Adultos, estão imersos em um mundo conectado pela *internet* e querem fazer parte dessa conexão.

Os alunos já não se contentam em apenas serem expectadores e, possuindo seus aparelhos ligados à grande rede mundial, preferem divulgar suas opiniões sobre o mundo que os cerca em suas redes sociais, acompanhar noticiários e se encantar com as mais diversas formas de entretenimento disponíveis.

Com um jogo para dispositivos móveis que forneça reforço no estudo de Física Ambiental, ambos os agentes em sala-de-aula são beneficiados: o professor, que passa a contar com uma ferramenta integradora do tema transversal meio ambiente em suas aulas; o aluno, que tende a interagir mais, a despender um tempo maior na compreensão dos assuntos, contribuindo na sua formação enquanto cidadão.

### 1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um jogo com os conceitos da Física Ambiental que esteja alinhado ao currículo da Educação Básica para, assim, poder ser utilizado como ferramenta de apoio às aulas de ciências naturais nas instituições de ensino.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral deste trabalho, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Verificar como as tecnologias digitais são utilizadas para a educação ambiental;
- Analisar as relações entre o currículo da disciplina de Física aplicado nas escolas de Educação Básica e o meio ambiente;
- Avaliar as possibilidades da inclusão de um jogo nas aulas de ciências;

- Desenvolver um jogo de perguntas e respostas a partir da análise de requisitos estabelecida, capaz de ser alimentado com conteúdos sobre Física Ambiental;
- Demonstrar a validade com utilização do aplicativo em turmas de Ensino Médio, nas aulas de Física, a fim de analisar impactos e consequências do uso em sala-de-aula;
- Analisar e compreender os comentários, sugestões e críticas ao aplicativo, e seu conteúdo, do professor e seus alunos.

## Capítulo 2

# FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A preocupação com o meio ambiente começa a se propagar no mundo a partir da década de 50, levando à ações de proteção, conservação, recuperação e equilíbrio de ecossistemas. Começa com debates na década de 70 no Brasil, país que assina sem restrições a Declaração da ONU (Organização das Nações Unidas) sobre o meio ambiente. Em 1973 é criada a SEMA (Secretaria Especial do Meio Ambiente) para controle da poluição e desenvolvimento da Educação Ambiental (EA) (CRUZ et al., 2016).

Como política efetiva, apenas em 31 de agosto de 1981 que é aprovada a Lei número 6.938 que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), retirando o viés somente biológico das ações ambientais para contextualizá-las aos aspectos socioculturais. A partir dela é que foi criado o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) (BRASIL, 1981).

O IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) é criado em 1989, com o intuito de ser o executor da política ambiental. Seu início foi motivado na ideia de uma preservação e conscientização continuada, de projetos não-pontuais, mas sim de longo alcance e duração. Após o estudo da evolução da EA no Brasil, LOUREIRO e SAISSE (2014) afirma que:

"[...] a construção da educação no processo de gestão ambiental pública pelo IBAMA, não só permitiu a consolidação de um espaço crítico nas práticas educativas vinculadas aos instrumentos da gestão ambiental, como possibilitou a explicitação das diferenças existentes no interior da própria educação ambiental."

E conclui dizendo que os espaços críticos sobre as práticas educativas vinculadas aos instrumentos de gestão ambiental, de responsabilidade do IBAMA, mostra consistência teórico-metodológica e coesa perspectiva política.

Em se tratando de propostas pedagógicas, é sabido que a educação pode evitar os desastres naturais, como os causados por inundações, porque se torna via para o desenvolvimento da percepção dos riscos e na prevenção de acidentes. É possível fomentar estratégias que reduzam ou eliminem os estragos (ABREU et al., 2016).

Vários são os avanços obtidos graças à educação ambiental desde 1992, a partir da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro-RJ. Entretanto, suas características implicam em limitações que nem sempre são a base na promoção de mudanças complexas que ocorreram e ocorrem desde então, devendo portanto ser evitada uma exclusiva hiper-valorização da EA (OTERO; NEIMAN, 2015).

Ainda assim, a EA é cerne do aprendizado por parte dos cidadãos do que chamam de nova postura, na qual a sociedade e o ambiente são destaque. Essa formação deve ser incluída em todas as etapas da vida dos indivíduos (BUENO; ARRUDA, 2014), ainda que não se comprometa a exigir determinados comportamentos (CRUZ et al., 2016). Com isso incentiva-se e também fomenta-se práticas de observação e resgate de valores socioculturais (GERMANO et al., 2015).

A atual postura da sociedade, que por vezes ignora ou faz questão de extrair o máximo de recursos do ambiente para propósitos ligados ao consumismo, indica uma falta de conhecimento sobre a importante conexão entre a humanidade e a natureza (NEHME; BERNARDES, 2014). A qualidade de vida depende diretamente de como estamos comportados no mundo. A forma que o planeta reage às ações antrópicas demonstram que a vida e o futuro do planeta podem estar ameaçados.

Salienta-se que a EA não se trata de ensinar hábitos, e sim ensinar a pensar, para que as reflexões e questionamentos sejam frutos espontâneos das ações das pessoas (ALMEIDA, 2014). Também, os ambientes escolares não são os únicos lugares onde ela deve ocorrer, sendo necessárias políticas públicas efetivas que envolvam governo e sociedade em todas as suas esferas - famílias e organizações privadas, públicas e não-governamentais. (DUARTE et al., 2013).

A área de Ciências Ambientais, que é interdisciplinar segundo a classificação da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), abrange problemas de pesquisa que comutam em soluções para sustentabilidade. Os programas de pós-graduação a ela vinculados têm sido responsáveis pela elaboração de recursos multimídias e demais materiais para a educação básica, a fim de divulgar e comunicar sobre as questões socioambientais (EDUCAÇÃO, 2016).

O mapeamento realizado por Reis e Silva (2016) apresenta que há uma

tradição dos trabalhos sobre o assunto serem publicados como dissertações de mestrado, de tema recorrente "mudanças climáticas". Tratando-se da parte educacional, são expressivas as preocupações com os recursos didáticos vindos das áreas de Química, a de Comunicação e Jornalismo e a de Física.

Em particular na Física, entre todas as plurais temáticas, há a necessidade do estudo dos processos que ocorrem no meio-ambiente (WATANABE-CARAMELLO; STRIEDER, 2012). Compreender o mundo que nos cerca impactado pela ação antrópica, elaborar diagnósticos e realizar modelagem dos elementos ambientais, são algumas atividades que podem fornecer boas perspectivas de como acontecem os fenômenos físicos e biológicos.

Na educação básica, a EA pode ocorrer em disciplinas de Ciências Naturais como a Física, especificamente, alinhando-se aos seus currículos (PESSOA; BRAGA, 2012) (WIRZBICKI et al., 2015). Porém, é necessário que os educadores, nos diversos tipos de instituição de ensino, parem de introduzir e conduzir os alunos de modo que as aulas se mostrem apenas mera descrição matemática do mundo. Desconsideram os aspectos sociais, políticos, econômicos e os ambientais (SILVA; CARVALHO, 2012).

Como uma alternativa à essa situação, reverte-se esse quadro utilizando-se nas escolas das TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação), como mostram as iniciativas para EA que fazem de equipamentos e programas seus apoios na sala-de-aula (MAGALHAES, 2016).

Assim, esse capítulo de revisão apresenta conceitos e potencialidades pedagógicas da Física Ambiental na Educação Básica. São descritas também as metodologias trabalhadas - em suma, o pareamento tecnológico alcançado com o uso de *softwares* e *hardwares* disponíveis nas escolas, a fim de se obter uma efetiva educação ambiental.

## 2.1 A Física Ambiental

As ciências da natureza é um grupo de campos formado principalmente pela Biologia, Física e Química. Se preocupam fundamentalmente com a compreensão da natureza, inclusive descrevendo matematicamente seu comportamento, os seus mais variados aspectos que mantêm a vida e tudo o que existe no universo.

A questão ambiental se volta consideravelmente na Física ao relacionamento das teorias com as respostas climáticas. Estudos sobre a radiação, os gases da atmosfera, efeito estufa e aquecimento global são exemplos de alguns dos conteúdos que permeiam a disciplina e que se fazem dela necessária (PEREIRA

et al., 2017).

Neto et al. (2015b) afirma que, ainda que anteriormente os interesses dessa área de estudo estivessem focadas na meteorologia, poluição sonora e atmosférica, o principal alvo são estudos em relação à micrometeorologia e ao estudo de ecossistemas como sistemas complexos.

Porém, é característico da academia andar a passos lentos no envio aos ambientes escolares essa questão. Nanini et al. (2017) apresenta um trabalho de mapeamento, onde busca pelos termos "climatologia" ou "mudanças climáticas" no periódico "Física na Escola". Com um número baixo de resultados, conclui com o alerta da necessidade de que seja estendido o trabalho de ensino e pesquisa nessa área.

A escola pode ser um espaço gerador de uma nova mentalidade na relação dos seres humanos com o meio (BUENO; ARRUDA, 2014). Integrando-se às aulas de Física, a Educação Ambiental pode fazer com o que o educando enxergue em seu arredor alguns aspectos cotidianos que passam-lhe desapercibido, como a movimentação planetária ininterrupta.

Após contextualização e de adquirirem conhecimento sobre os processos físico-ambientais, alunos e professores demonstram a nova percepção. Compreendendo a natureza, aposta-se que as pessoas ficam mais aptas a identificar, a perceberem os riscos e a preocuparem-se de tomar atitudes e providências na redução, ou eliminação, de preocupantes consequências advindas dos desastres naturais (ABREU et al., 2016).

Wirzbicki et al. (2015) mapeia as condições ambientais com a comunidade escolar, objetivando levar esse grupo de pessoas a conhecer a realidade do entorno escolar e a problematizar a atuação dos humanos no meio ambiente. Especificamente, esse estudo despertou a preocupação com o lixo e a coleta seletiva nos participantes.

No trabalho de Pessoa e Braga (2012), em que o trabalho de campo é utilizado como estratégia de educação ambiental em turmas de Ensino Médio, a metodologia foi criada a partir dos significados preexistentes dos estudantes sobre os espaços. Eles é que escolheram esses ambientes a serem analisados. Como recompensa, percebeu-se a motivação e a participação sempre aviva dos alunos.

Ao realizar tais atividades de campo, o professor deve estar apto a analisar e compreender nuances do grupo com que lida e do ambiente em que está. Fundamentalmente, ele é o responsável por criar e fazer a gestão dessas oportunidades, como ressalta Germano et al. (2015), para que as aulas não sejam monótonas ou

demasiadamente tradicionais.

Ainda assim, é sabido que abrir espaço para que as temáticas ambientais permeiem as aulas de física sempre será um desafio. O educador deve fugir de situações de adestramento e das de não contextualização (GALLEGO et al., 2014). Como um todo, a aula deve ser uma troca de experiências e percepções, trabalhando a autonomia dos aprendizes e professores.

Não há como criar uma regra geral no trabalho de educação ambiental. Os alunos são diferentes e os professores também. Matias et al. (2015) mostra como a dilatação térmica, assunto de grande potencial transversal ambiental, é ensinado na disciplina de física por professores formados em matemática, biologia, química e até mesmo geografia. Notou-se a diversidade no método de ensino deste conteúdo, refletida em um espectro de exploração mínima ou máxima do viés matemático do conteúdo.

É interessante observar a realidade encontrada pelo estudo do meio ambiente com a física nas escolas. Primeiro, o currículo deve estar estruturado para permitir a interdisciplinaridade exigida. Segundo que, em resumo, alguns projetos e iniciativas já se encontram documentados e podem servir de guia para difusão da cultura do ensino e aprendizado nessa perspectiva. Em terceiro, por fim, o professor claramente deve estar apto e qualificado para seguir com as propostas.

### **2.1.1 Inserções nos Currículos**

O Governo Federal no uso de suas atribuições - a partir de documento do Ministério da Educação em parceria com a Organização das Nações Unidas (ONU) para a Educação, a Ciência e a Cultura - elaborou um amplo estudo intitulado "O que fazem as escolas que dizem que fazem educação ambiental?" (TRAJBER; MENDONÇA, 2007).

Esse documento é composto de análises quantitativas, qualitativas e relatos de experiências regionais. A partir dele pode-se entender que uma efetiva educação ambiental começa quando há interdisciplinaridade, e a temática conste especificada e detalhada no Projeto Político-Pedagógico (PPP) da escola.

No currículo escolar, em seu projeto, é que encontra-se a base que possa sustentar um trabalho de ações conjuntas entre professores, alunos e toda a comunidade escolar. Somente, então, é que pode-se esperar posturas novas dos indivíduos e um grupo formador de soluções, que seja atuante no processo de conservação do meio ambiente e na divulgação de boas práticas ambientais.

Porém, é preciso atentar-se às orientações para a construção do projeto político-pedagógico. Por exemplo, uma escola municipal de Palmas-TO, não iden-

tificada, aparece com uma proposta em seu PPP que inclui uma disciplina exclusiva de Educação Ambiental. Apesar de querer fomentar a EA, essa visão vai contra as principais normativas e documentos que discutem a temática para os discentes, nas diversas etapas do ensino (DUARTE et al., 2013).

Um dos principais documentos de orientação para criação do currículo, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 1997, elaborado por professores e aprovados pelo Conselho Nacional de Educação, enfoca, principalmente para o tema transversal meio ambiente, a clara necessidade e exigência da interdisciplinaridade. O projeto deve permear todas as disciplinas juntas (OTERO; NEIMAN, 2015).

Mesmo auxiliando e podendo contribuir para uma formação de consciência ecológica, a postura de encaixotar a educação ambiental em uma disciplina isolada torna fraco o elo do conteúdo visto em sala pelos alunos com a vivência, com o que se experimenta nas outras disciplinas para o mesmo teor com o mundo real. Assim, gera a situação de boa teoria e pouca prática, pouca percepção, como discute Otero e Neiman (2015).

A verdadeira EA convida à participação e às ações efetivas, ainda que de pequena escala. Como indica Torales (2013), os professores precisam mudar suas metodologias e práticas pedagógicas para que se enraíze os conceitos e valores ambientais em si mesmos e nos alunos. O currículo deve ser desenhado de forma tal que os laços interdisciplinares contemplem, com fluidez, justificativas e mecanismos eficazes de conscientização ambiental (FERRARI; ZANCUL, 2016).

No ambiente escolar não é preciso que haja passividade dos estudantes quanto ao currículo que lhes é apresentado. O professor deve ser capaz de ouvir e repensar com os alunos em suas distintas realidades a fim de encontrar o melhor caminho para o estudo da EA nas suas escolas. Nesse direcionamento, o educador consegue ser mais efetivo na escolha das suas metodologias de ensino.

Existem trabalhos como o de Wirzbicki et al. (2015) onde uma metodologia alinhada às propostas curriculares dos PCNs é realizada. A partir do mapeamento de problemas ambientais locais, o currículo da disciplina de ciências foi articulado a fim de contemplar discussões que cercam e impactam no dia-a-dia da comunidade escolar.

Outro exemplo é a proposta de Pereira et al. (2017), que leva o assunto "Efeito Estufa", junto a conceitos de temperatura, para salas-de-aula da Educação Básica. Os estudantes estão expostos à informações na *internet* e grandes mídias a respeito desses assuntos. O educador ancora-se na realidade dos estudantes para gerar e principalmente fomentar discussões.

Quando confrontados com o estudo do efeito estufa, os estudantes passam a refletir sobre a naturalidade e importância desse fenômeno. Em Pereira et al. (2017), as respostas dos discentes foram agrupadas em quatro grupos: os que demonstraram consciência do aspecto de manutenção da vida; os que associaram rapidamente à poluição, com a emissão dos gases poluentes; aqueles que se atentaram ao aumento da temperatura no planeta e; aqueles preocupados com a destruição da camada de Ozônio.

O clima pode ser visto em iniciativas e experiências que tratam de temperatura e pressão atmosférica. Mas, ainda que se refram ao estudo da Física, a consciência ambiental deve ser um dos motores das atividades para que ocorra a educação ambiental (NANINI et al., 2017).

Segundo o estudo de Silva e Carvalho (2012), os estudantes de graduação em Licenciatura em Física ainda não quebraram a barreira que separa a educação tradicional com a necessidade e urgência da educação ambiental na disciplina para a Educação Básica. Por mais que considerem assuntos como Termodinâmica e Energia Elétrica propícios para interligar-se com estudos ambientais, acreditam que essa tarefa deve ser delegada aos professores de Biologia e Geografia.

Os formandos, ainda quando amparados numa abordagem diferente, como faz Watanabe-Caramello e Strieder (2012), encaminham invariavelmente os assuntos a discursos reducionistas, determinísticos e probabilísticos. Na metodologia, os conhecimentos científicos estiveram presentes no debate e fizeram parte da proposta, mas as distintas dinâmicas ambientais não foram discutidas.

Agora, em específico, salienta-se que alguns temas são rapidamente associados à Física Ambiental e podem servir de ponto de partida para a formação dos currículos. Como, por exemplo: equilíbrio térmico; efeito estufa; fluxos de energia; ciclo da água; composição do ar e radiação.

As orientações suplementares aos parâmetros curriculares indicam seis temas estruturadores. A saber: 1. Movimentos: variações e conservações; 2. Calor, ambiente e uso de energia; 3. Som, imagem e informação; 4. Equipamentos elétricos e telecomunicações; 5. Matéria e radiação; 6. Universo, Terra e vida. De forma que, segundo a orientação, esses temas são distribuídos nas três séries do Ensino Médio (BRASIL, 2002).

Os objetos de conhecimento associados à física são, no Exame Nacional do Ensino Médio, agrupados em sete áreas: 1. Conhecimentos básicos e fundamentais; 2. O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas; 3. Energia, trabalho e potência; 4. A mecânica e o funcionamento do universo; 5. Fenômenos elétricos e magnéticos; 6. Oscilações, ondas, óptica e radiação; 7. O calor e

fenômenos térmicos. (JR; BARROSO, 2014).

Instrumento amplamente difundido nos ambientes escolares, o livro didático tem importância no processo de EA. Em seu trabalho, Voichicoski e Morales (2011) tenta entender o panorama entre os anos 2000 e 2010 do estudo dos livros e suas características. Conclui indicando que a maior análise acontece para os livros das séries finais do Ensino Fundamental, que amarram o tema à disciplina de ciências.

Tratando-se de livros didáticos de Física, Silva e Lima (2011) apresenta um estudo da aplicação desses objetos de aprendizagem na elaboração de projetos de sustentabilidade na Educação de Jovens e Adultos (EJA). Contudo, esbarra-se na problemática de que o conteúdo presente nesses livros pouco relacionam ou exploram temas da vida cotidiana dos alunos.

O estudo de Lima (2011) mostra exatamente isso. Material de campanhas de EA foram entregues à alunos de terceiro ano de Ensino Médio do EJA. Esses estudantes foram postos a identificar algum conceito físico nos panfletos. Apenas 3 de 140 alunos participantes da pesquisa conseguiram relacionar os conteúdos dos panfletos com os da disciplina de Física.

Nos cursos universitários é complexo identificar como a EA está associada ao currículo, visto que os campus não têm políticas que interliguem os conteúdos a outras disciplinas que não sejam de graduações em Agrárias, por exemplo (BORGES et al., 2015). A reflexão passa pela necessidade de se encontrar uma forma de ensino e aprendizagem efetivas, uma metodologia que leve à uma sociedade mais sustentável de mentalidade formada na academia.

### **2.1.2 Iniciativas e Práticas Pedagógicas**

Em termos de propostas e ações, a relação da disciplina de física com o meio ambiente tem caminhado a passos lentos. Pereira et al. (2016) identifica essa lacuna principalmente nos projetos pedagógicos de cursos de licenciatura em física. Com sua metodologia, conclui que cerca de 90% dos pesquisadores interessados no assunto são formados em Física, porém é escassa a literatura.

Nas escolas públicas cabem os temas de conservação da biodiversidade e sustentabilidade. A separação e reutilização do lixo, por exemplo, é a atividade principal, geralmente desenvolvidas nas disciplinas de Ciências (VENDRUSCOLO et al., 2013). O ambiente escolhido pelos professores para trabalharem a temática geralmente é a sala de vídeo das escolas.

Os docentes indicam e guiam discussões diretamente relacionadas à sua disciplina, deixando de mencionar aspectos sociais que moldam a percepção am-

biental. O geógrafo explica sobre assoreamento e o biólogo sobre a poluição do rio. Porém, "projetos impostos por pequenos grupos ou atividades isoladas, gerenciadas por apenas alguns indivíduos da comunidade escolar, não são capazes de produzir a mudança de mentalidade necessária"(CARNEIRO et al., 2016).

A escola é o local onde os problemas ambientais devem ser conhecidos e o estudo dos efeitos realizado (UHMANN; ZANON, 2012). Em quaisquer que seja a disciplina, o educando deve agregar valores, construindo significados e efetivando o saber em práticas concretas na sua vida. Algumas propostas podem vir por meio de intervenções - na disciplina de Física, por exemplo, como fez (WATANABE-CARAMELLO; STRIEDER, 2012) para alunos de Ensino Médio.

Sousa e Souza (2014) chama atenção para realização de propostas pedagógicas de EA já na educação infantil. Ainda que sejam poucos os recursos financeiros disponíveis que acreditam serem necessários para realização de mais atividades direcionadas à EA, os profissionais participantes do estudo não deixam de oferecer oportunidades de desenvolver a consciência ambiental dos alunos.

A equipe que trabalha com o ensino médio na pesquisa de Sá et al. (2015) também acredita que o empenho para uma EA efetiva deve vir de toda a comunidade escolar. Como resultado da pesquisa, porém, deixa-se claro que a equipe escolar dificilmente sai do discurso para a prática, tendo poucos ou nenhum projeto ambiental de fato sendo executados nas instituições de ensino.

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é aplicado em larga escala, ou seja, é característica da prova permitir a detecção da validade de propostas pedagógicas. Quanto para com a física ambiental, Jr e Barroso (2014) entende que as questões já aplicadas até o momento do estudo favoreciam as áreas clássicas da disciplina.

Com isso, a ligação entre o conteúdo do teste e o tema transversal unem-se em questões sobre calor e fenômenos térmicos, por exemplo. O estudante passa a ser avaliado não somente quanto ao domínio técnico das ferramentas que a Física dispõe, mas também na habilidade de poder enxergar a sua aplicação no mundo que o cerca.

Jr e Barroso (2014) segue afirmando que em torno de um terço da prova de Ciências da Natureza são questões de Física, com alto nível de contextualização. Por ser acessível, todas essas perguntas podem ser utilizadas como material de apoio nas aulas, a critério do professor. Através da *internet*, no portal do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) é possível realizar o *download*<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/provas-e-gabaritos>>. Acesso dia 10 jun, 2018.

### 2.1.3 O Perfil do Professor

O contato inicial com a Física aos alunos brasileiros, no Ensino Fundamental, é ministrado por docentes graduados em Biologia, Química ou Matemática. Geralmente, as atividades e currículo contemplam o estudo da Mecânica e das grandezas. Existe certa resistência dos não formados em Física em disponibilizar tempo de aula para os conteúdos que não lhes são da sua formação (MELO et al., 2015).

No âmbito em que a escola possa contar com um licenciado em Física, o desafio está na conjunção da educação ambiental com as técnicas, competências e habilidades previstas para o ensino. Tanto que, nas universidades há uma preocupação crescente em formar docentes com a visão ambiental da Física (SILVA; CARVALHO, 2012).

Entretanto, os atuais licenciandos em Física acreditam que a EA não lhes compete, a não ser que seja um abordagem multidisciplinar, e não como compromisso da Física, guiada e delegada por primeiro a Geógrafos e Biólogos. Apresenta-se então esse desafio de criar-se, ainda na formação docente, um novo olhar, que faça buscar contextualização e motivação no trabalho das singularidades, respeitando e observando as limitações de cada campo de estudo (SILVA; CARVALHO, 2012).

É possível pensar, assim como faz Santos e Valeiras (2014), em um curso de formação de professores de Licenciatura em Ciências da Natureza na qual as disciplinas de educação sejam oferecidas contextualizadas às matérias científicas. Para o Ensino Fundamental, hoje a formação desses ocorre em faculdades de pedagogia, biologia, física e química que não dialogam entre si. Santos e Valeiras (2014) cita um exemplo de possível projeto interdisciplinar previsto no currículo:

"No momento em que se estuda a energia eletromagnética, que ao lado da teoria quântica abre as portas para a tecnologia contemporânea, é bastante conveniente programar seminários sobre a revolução industrial do Século 20 e o atualíssimo tema do impacto ambiental gerado pela nanotecnologia."

A formação continuada pode ajudar os professores a perceberem as possibilidades de ensino para educação ambiental. A própria realidade escolar deve ser o ponto de partida. As orientações devem começar na graduação e seguir nas capacitações exigidas, e necessárias, oferecidas pelas secretarias de educação (ALMEIDA, 2014).

Toda essa estratégia para que, ao chegarem propostas inovadoras e que beneficiem a escola com efetivas políticas de educação ambiental, não se haja barreiras, inclusive dos gestores. Grande parte dos professores não se aderem por estarem preocupados apenas em cumprir currículos estabelecidos, rejeitando ou aceitando com ressalvas outras propostas (WATANABE-CARAMELLO; STRIEDER, 2012).

Por vezes, torna-se viável a inserção pontual dos temas ambientais para que não cause estranheza na equipe escolar. Todavia, recomenda-se que as atividades fujam da ideia de apenas coletar dados e outras informações para, observadas as possibilidades, chegarem de resultados negativos (como ambientes poluídos) à uma mudança de efetiva e postura na comunidade em que faz parte (SILVA; CARVALHO, 2012).

O aluno tem a necessidade psicológica básica de pertencimento. O professor, em sala-de-aula, deve ser capaz de criar relações de confiança para com seus alunos e entre seus alunos. Isso motiva as atividades investigativas, comuns à Física, e faz com que não se tornem fardo pesado aos estudantes (CLEMENT et al., 2016).

O professor, no papel principal de provocador e orientador das atividades de educação ambiental, pode ter seu desempenho diretamente afetado por questões como a da valorização profissional, tanto em termos de salários quanto em condições de trabalho, como discute Almeida (2014). Inclusive, os docentes almejam laboratórios preparados, boa *internet* disponível e apontam isso como dois das principais dificuldades encontradas para prepararem e ministrarem suas aulas (MELO et al., 2015).

## 2.2 Metodologias TIC nas Escolas

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) são, para os alunos do nosso tempo, nativos digitais, o meio de conseguir atraí-los aos conteúdos das disciplinas, tornando uma aula expositiva tradicional mais compreensível. Quanto aos professores, esses desejam os recursos, ao mesmo tempo em que resistem por não dominarem algumas tecnologias (TONELLI et al., 2017).

Essas tecnologias digitais envolvem os mais diversos tipos de dispositivos eletrônicos como *smartphones*, *home theatrs*, lousas e televisores inteligentes, computadores e *tablets*, por exemplo. Capazes de se conectarem entre si e à *internet*, eles permitem a propagação, desde o compartilhamento à reprodução, de conteúdos multimídia educacionais criados por pessoas do mundo inteiro.

"Como potencialidades identificam-se: o fascínio que as novas tecnologias exercem entre jovens, as possibilidades de seu uso criativo em experimentações livres que estimulem a lucidade, a democratização no acesso às mídias e do direito à comunicação, o desenvolvimento do espírito crítico em relação à produção midiática e à problemática ambiental [...], a força que tem como uma metodologia de ensino inovadora e o poder de renovar o ânimo dos envolvidos no processo pedagógico." (STAUDT; MAZZARINO, 2016).

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) , por exemplo, têm-se tornado comuns nas instituições de ensino. São sistemas que agrupam usuários atuantes no seu processo de aprendizagem, que compartilham tarefas e objetos educacionais entre si pela plataforma. Prática recomendada pelos PCNs quando diz que é preciso "saber utilizar diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para adquirir e construir conhecimentos" (BRASIL, 2002).

Projetos já são executados usando as TIC, partindo inclusive das universidades. No trabalho de Paza et al. (2016), por exemplo, o *software* Sandbox é utilizado na formação de professores de Física, no qual esses futuros profissionais foram levados a criarem um laboratório 3D. O ambiente preparado foi testado por outros estudantes, que foram favoráveis ao experimento e validaram a proposta.

### 2.2.1 Recursos Disponíveis

Como políticas públicas, as TIC fazem parte do espaço escolar por meio do Programa Nacional de Informática na Educação (Proinfo) . Desse programa surgiram os projetos: Portal Domínio Público, Linux Educacional, Banda Larga nas escolas, Um Computador por Aluno, Tablets Educacional, Portal do Professor, Projeto Proinfo e Laboratório Proinfo (TONELLI et al., 2017).

O Laboratório Proinfo oferece às escolas soluções multiterminais, em que cerca de cinco a dezessete terminais de acesso são fornecidos juntos com impressoras e roteadores para internet sem fio. O Ministério da Educação (MEC) - responsável pelo Proinfo - envia também o mobiliário. Todo o conjunto tem garantia de 3 anos.

Contudo, a condição dos laboratórios pode ser aquém da necessária para a realização de projetos. As atividades propostas atentam-se também ao fato de que as escolas possuem baixo orçamento e podem recusar-se a adquirir equipamentos por meio do próprio orçamento. Projetos de baixo custo podem ser mais facilmente replicados em outros municípios sem a geração de ônus (MAGALHAES,

2016).

### 2.2.2 Usos na Educação Ambiental

Na Educação Ambiental, o uso das TIC possuem um espectro grande de disciplinas nas quais existem projetos sendo realizados. Por exemplo, tratando-se de língua, o trabalho de Ferreira (2016) propõe, para licenciandos em Letras de uma universidade pública, atividades que levem à formação de um leitor mais crítico e proficiente, politizado sobre problemas ambientais.

As questões sociais contemporâneas influem e despertam interesse como temáticas na criação de projetos e sistemas educativos. O desenvolvimento de aplicativos, que tem atraído entusiastas para um mercado que movimentou cerca de 13 bilhões de dólares só em 2014, tem à disposição debates que geram oportunidades de abordagens tecnológicas - reciclagem, escassez de água e consumo consciente são alguns exemplos. (BATISTA; BAZZO, 2015).

Velho et al. (2016) conta com as TIC para um Projeto de Ação na Escola (PAE), no qual o descarte de medicamentos foi amplamente discutido entre os participantes, que se conscientizaram do péssimo resultado para o meio de más condutas ambientais. A coletividade foi fomentada por quadros *on-line*, expondo as vantagens do uso da tecnologia na construção do conhecimento coletivo (VELHO et al., 2016).

Usando-se de recursos de Geoprocessamento, Wrublack et al. (2014) incentiva a utilização dos laboratórios de informática e outros com as TIC. Verifica-se que Educação Ambiental aliada à ferramentas digitais de trabalho cartográfico são potenciais recursos para explicação e visualização concreta da evolução de um ambiente pelos estudantes.

Em Santarém-PA, pesquisadores validaram a proposta de criar um jogo a partir de produtos de *softwares* digitais cartográficos. Magalhaes (2016) usa, para alunos de Ensino Fundamental da Escola Fluminense, QGIS e *shapefiles* do IBGE. As imagens de satélite proveem do programa de satélites de observação terrestre LANDSAT.

## 2.3 Os Jogos Sérios

Os jogos também são utilizados com propósito de aprendizagem como recursos lúdicos. Parte-se do princípio de que as mecânicas e elementos desses artefatos possam fazer com que o aprendiz envolva-se e engaje-se em seu percurso até a internalização do conhecimento. Eles apresentam-se como objetos de

aprendizagem físicos, mas também há digitais.

Um aplicativo ou recurso pode tornar-se jogo sem ter sido esse seu propósito original de sua criação. A esse processo chamamos de Gamification. Para isso, é necessário que haja alguns dos elementos que são extrínsecos ou intrínsecos aos jogos: objetivos, recompensas, cooperação, dados, decisão, níveis, pontos, progresso e competição, por exemplo (LOPES et al., 2015).

Em seu trabalho, Ogawa et al. (2016) por meio de um mapeamento sistemático busca entender como a gamificação afeta os ambientes educacionais, e quais as vantagens da utilização de sistemas deste tipo que contam com elementos de jogo. Chega-se a conclusão de que aqueles que incorporam os recursos de gamificação contribuem na motivação, na assiduidade, satisfação e engajamento dos estudantes.

Há uma corrente que defende a criação e utilização de propriamente jogos na educação (ARAÚJO et al., 2016). Sempre considerando que os jogos em si não têm potencial pedagógico, mas são capazes de criar ambientes de aprendizagem quando alinhadas a propostas educacionais, para não tornarem-se enfaçonhos ou puro exercício de memorização de dados (YAMAZAKI; YAMAZAKI, 2014).

Os jogos nos quais os objetivos são a aprendizagem, o treinamento e a avaliação, chamamos de Jogos Sérios. Eles se diferem dos jogos de propósitos gerais porque seu foco não é voltado inteiramente para o entretenimento. Também se diferem dos ambientes tradicionais gamificados porque não existe linearidade na construção do conhecimento. O jogador não dispõe de um instrutor (ROCHA et al., 2016).

Por renunciar o papel do instrutor durante a execução do jogo, é importante levar em consideração as emoções do usuário, a fim de garantir seu engajamento. Ele poderá experimentar esperança, orgulho, satisfação, contentamento, vergonha, raiva, ansiedade, desânimo e mesmo tédio. Ao aplicar um jogo sobre física com alunos de Ensino Médio, Rezende et al. (2013) chega a analisar essas emoções em experimento.

O estudo dos jogos para a educação apresenta algumas características em comum, classificadas por Borges et al. (2013). Segundo esse estudo, os que aventuram-se no trabalho com jogos sérios seguem algum desses caminhos: desenvolvem um sistema que aprimore habilidades; criam jogos que promovem aprendizagem por desafios; documentam prós e contras da gamificação em *guidelines*; estudam especificamente o engajamento de estudantes; buscam entender métodos de maximização de aprendizado; observam questões de mudança comportamental; estudam como a socialização torna favorável a aprendizagem.

Uma outra questão acerca dos jogos sérios, observada no trabalho de Neto et al. (2015a): Esses artefatos são construídos por equipes multidisciplinares, mas nem sempre os jogos carregam essa característica. Durante a elaboração, raras são as discussões acerca de proposições cognitivas ou motoras. O jogo é criado e aplicado sem que haja uma corrente ou pensamento pedagógico concreto, reconhecido, como norteador dos requisitos das propostas.

A validade de um jogo sério dá-se quando há uma concepção seguida de um uso correto. A metodologia torna-se essencial para guiar o sucesso do sistema que a envolve. As etapas de produção devem estar em sintonia com as de avaliação efetiva, para que não haja demasiada especificidade ou generalização nos objetivos do projeto (ROCHA et al., 2016).

### **2.3.1 Iniciativas nas Ciências Ambientais**

Jogar auxilia na prática de Educação Ambiental. O jogo sensibiliza e leva os discentes a repensarem suas posturas. Fora de um modelo clássico de aula expositiva, os estudantes brincam, divertem-se, identificam e classificam questões sobre o meio-ambiente. Com esse tipo de atividade, o sujeito deixa de ser passível e constrói os próprios valores e conhecimentos por meio de brincadeiras (SILVA, 2016).

E um novo modelo de educação surge suportada nos jogos eletrônicos, tendo em vista o cada vez mais fácil acesso aos dispositivos digitais. Buchinger et al. (2012) discute a urgência que as escolas têm na utilização de hipermídias e, principalmente, como um jogo sobre a dengue pode levar a exposição em massa de informações úteis sobre a doença, suas causas e efeitos. Para Alves et al. (2013), a consciência do problema do lixo nos oceanos pode passar pelo mesmo processo.

Iniciativas como a de Magalhaes (2016) ganham o suporte de órgãos públicos - nesse caso, a Secretaria Municipal de Educação e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente formaram parceria na pesquisa que englobou 64 escolas do município de Santarém-PA. Com os alunos, jogos de geotecnologia foram executados no ambiente escolar, fomentando a curiosidade acerca dos temas geoprocessamento e geotecnologias, por exemplo.

Santos et al. (2016) em seu trabalho busca evidenciar como a gamificação aplicada à Educação Ambiental ajuda na construção de um saber coletivo. Com o jogo Desafio Verde, proposta aos alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, o autor corrobora os demais estudos, com um resultado significativo de conscientização ambiental e de caráter interdisciplinador da EA com o currículo preexistente.

Para o estudo de Velocidade Média, Oliveira e Moreira (2016) propõe um sistema que chama de hiperfídia, carregado de itens de gamificação. Os estudantes são levados a responder um quiz no qual as questões tornam-se mais difíceis conforme o número de acertos cresce. Da pesquisa participaram 35 alunos. Conclui-se com a observação dos aspectos positivos, como a potencialidade do recurso para uma aprendizagem significativa.

Em se tratando de aprendizagem, ressalta-se que o jogo digital, por si só, não é instrumento formador, ou ainda o ponto central da prática pedagógica quando visa-se a construção do conhecimento. É necessário que haja um sentido, uma proposta definida na qual esse artefato disponível se alinhe. Desde a sua criação à execução, o norteador deve ser uma teoria de aprendizagem fundamentada (YAMAZAKI; YAMAZAKI, 2014).

### 2.3.2 Validação das Abordagens e Aprendizagem

Na comprovação de eficácia da utilização dos jogos digitais para a EA, há um consenso da necessidade do jogador sentir-se motivado e engajado. Para isso, os elementos de gamificação devem estar presentes no jogo. Como mostra a Figura 1, intentando divertir-se e aprender, o jogador deve situar-se entre uma região na qual possua habilidade suficiente para acompanhar a proposta e o esforço para isso, de sua parte, não seja demasiado (LOPES et al., 2015).

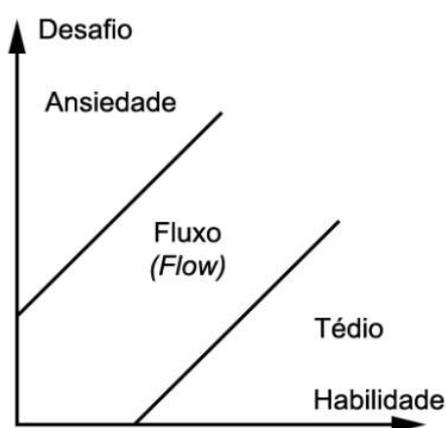


Figura 1: Teoria do Fluxo (LOPES et al., 2015).

Porém, um dos desafios no uso dessas abordagens é a forma de avaliação. Como identificar se os conceitos são assimilados? Como conhecer a real percepção dos alunos quanto o uso dos diferentes jogos? Os estudantes gostam ou executam as atividades por medo de retaliação do professor? Como avaliar na sala-de-aula? Indiscriminando as disciplinas, se são as ditas humanas o exatas, a

interdisciplinaridade é o primeiro caminho (SANTOS; VALEIRAS, 2014).

Estudos como o de Magalhaes (2016), que usa jogo para EA na educação básica, ainda que não digital, utilizam de avaliação empírica por parte do pesquisador. Neste caso, o professor percebeu o interesse dos alunos em conhecer o significado de várias palavras antes desconhecidas por eles.

Entre outras metodologias que podem ser exploradas, Buchinger et al. (2012) utilizou formulários para avaliação de satisfação, motivação e colaboração. Quando há o uso dessa forma de verificação, está presente a Escala de Linkert na parametrização das respostas (ALVES et al., 2013). Ogawa et al. (2016), em seu mapeamento, a identifica em cerca de 95% dos trabalhos de gamificação na área educacional.

Ainda segundo o mapeamento de Ogawa et al. (2016), é comum encontrar na literatura as seguintes métricas: notas/pontuação, conclusão dos exercícios, acerto nos exercícios/tarefas, interação em fórum de discussão, números de downloads, tempo de resolução do exercícios, submissão dentro do prazo de entrega, dias ativo.

Para o estudo de física, utilizando de hipermídia, Oliveira e Moreira (2016) faz uso de carga cognitiva para definir a dificuldade das questões do *quiz* e, assim, poder analisar o desempenho dos estudantes. A verificação é feita também sobre o próprio material com a coleta da opinião, inclusive, dos alunos.

No jogo por Silva (2016) a avaliação levou em consideração o perfil socioeconômico dos estudantes. O tempo gasto para terminar o jogo e um questionário final foram utilizados. As respostas foram classificadas em quatro grupos: i) avaliação dos alunos sobre o aprendizado no jogo; ii) opinião da professora sobre o uso do jogo para trabalhar a EA; iii) quanto à linguagem utilizada nas perguntas e explicação das regras; iv) importância do trabalho em grupo.

OLIVEIRA et al. (2013) chega a propor um jogo de perguntas e respostas (*quiz*), ainda que não digital, como recurso na aprendizagem de ciências para o oitavo ano do ensino fundamental. Seguindo a teoria de aprendizagem significativa, valorizando os conhecimentos prévios dos estudantes, a estratégia buscou desenvolver em sala relações entre um novo conhecimento de ciências com o que os alunos traziam como bagagem.

Em um ambiente virtual de aprendizagem on-line, Sales et al. (2014) traz um jogo *quiz* para aprendizagem de Física no Ensino Médio. Focado na interdisciplinaridade, o estudo reforça a transformação das aulas, que tornaram-se mais atrativas, motivadores e agradáveis - tanto na percepção dos alunos, quanto dos docentes envolvidos.

No trato dos problemas sociais contemporâneos, seja eles ambientais ou não, a programação de aplicativos móveis vem tornando-se comum. Os desenvolvedores encontram aí oportunidades para criação de sistemas de conscientização e educação. Para Batista e Bazzo (2015) "a abordagem de assuntos socialmente contextualizados por meio da condução de projetos de criação de aplicativos móveis é exposta como uma alternativa aos educadores".

"Uma das iniciativas para melhorar a qualidade de ensino e aprendizagem dos conteúdos de física é o aprendizado por meio de dispositivos móveis (*m-learning*). O *m-learning* apresenta diversos pontos positivos, sendo um deles o fato de já fazer parte do cotidiano das pessoas em geral. Assim, eles podem ser usados como um complemento às salas de aula" (HONORATO et al., 2015).

Nos trabalhos em que há a proposta de inclusão de dispositivo portáteis na sala de aula, Cleophas et al. (2015) indica que há diversas situações distintas. Dois pontos são levantados: o país não possui uma política específica, que favoreça correta dinâmica do processo e, também, a tendência de utilização dessas tecnologias devem ir de encontro com a realidade local. Gerações distintas presentes na mesma instituição de ensino podem ter percepções diferentes, polarizando entre os favoráveis ou não a utilização.

### 2.3.3 Projeto de Jogos Eletrônicos Educativos

A utilização de jogos digitais em sala de aula, como ferramenta de apoio, é uma proposta inovadora. Esses programas podem explorar o potencial dos alunos do nosso tempo, e por isso tem despertado o interesse dos pesquisadores no desenvolvimento de tais objetos de aprendizagem. Projetar um envolve três etapas (Figura 2): definição do conceito do jogo, na etapa de pré-produção; construção do jogo e divulgação, na etapa de produção e; pós-produção, etapa de inclusão de melhorias - distribuição (ARAUJO et al., 2016).

O trabalho de Neto et al. (2015a) foca exatamente nos processos de desenvolvimento de jogos eletrônicos educacionais. Segundo este estudo, e classificados pelo tipo de ciclo de vida, os modelos mais comuns são: modelo em cascata adaptado, espiral adaptado, RUP adaptado e um próprio para jogos móveis, em três etapas - as mesmas citadas anteriormente.

Caso o sistema seja programado sem um modelo de desenvolvimento bem definido, pode acontecer como no trabalho de Viegas et al. (2012) a criação de fer-

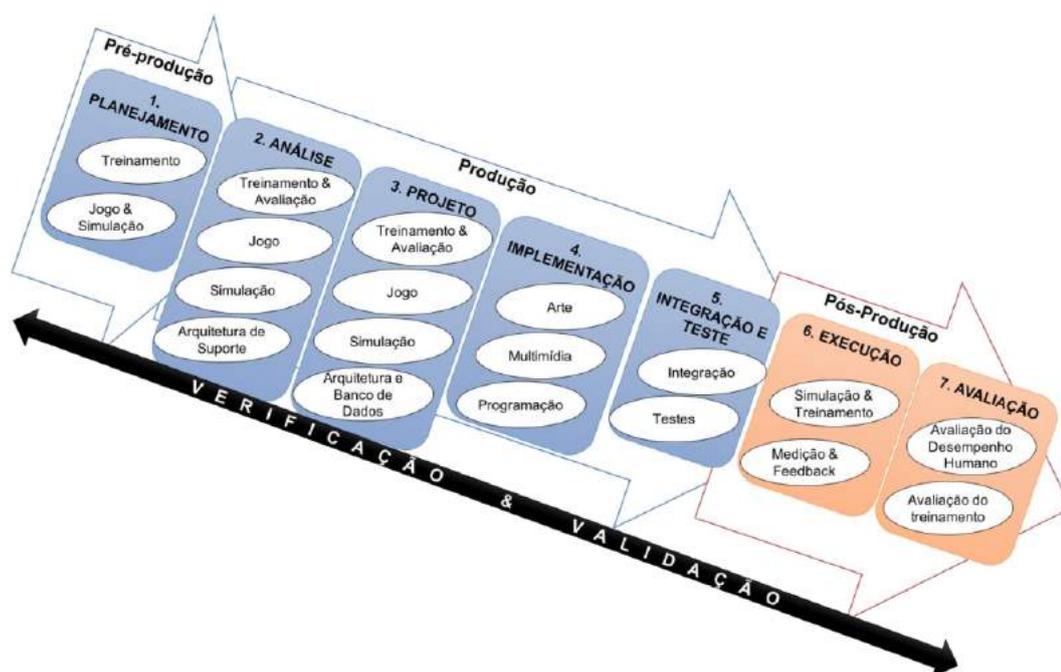


Figura 2: Visão geral dos processos de desenvolvimento de jogos sérios (ROCHA et al., 2016).

ramentas sem *feedback* dos possíveis usuários, ou de uma equipe multidisciplinar que dê o aval nas decisões que envolvam práticas pedagógicas consolidadas.

No mapeamento sistemático de Oliveira et al. (2014), é comum encontrar na literatura estudos onde haja a participação dos usuários em alguma etapa do processo. Os jogadores frequentemente participam de processos de avaliação, enquanto profissionais provedores de conteúdo são requisitados na análise dos requisitos. Oliveira et al. (2014) defende que seja criada e colocada em prática formas em que os usuários sejam envolvidos continuamente no processo de desenvolvimento, implicando, em alguns casos, em impacto social.

Alves e Maciel (2016) reforça a necessidade do planejamento que abrace os atores do processo educacional no uso efetivo das TICs. As interações multidirecionais (estudante-estudante, estudante-professor, estudante-professor-mundo-conhecimento) é a urgência que provoca a utilização dessas novas técnicas. Por isso, os estudos aumentam em relação da utilização de gamificação para enriquecimento dos recursos pedagógicos.

Os elementos de gamificação intrínsecos aos jogos, como a adrenalina, é que provocam a permanência do jogador no sistema. Isso é implementado, por vezes, com o uso de timer, para apressar e apreender o usuário. A adequação das diversas estratégias de gamificação deve ser feita por meio de escolhas conscientes que atentem-se às realidades específicas de cada proposta (SEIXAS et al., 2014).

Alguns aspectos importantes que também espera-se nos jogos são uma narrativa, sistema de pontuação, conquistas, níveis e placares. O jogador precisa de uma orientação durante o jogo, por isso a narrativa deve ser clara. O retorno dado pela pontuação é uma resposta ao jogador de seu desempenho, como as conquistas que ajudam a valorizar o esforço, e os placares na divulgação e auto-avaliação dos resultados (LOPES et al., 2015).

## 2.4 Aprendizagem Significativa

Como indica Riatto et al. (2017), em um jogo de perguntas e respostas é interessante o uso da aprendizagem significativa proposta por David Ausubel (AUSUBEL, 1982). Nos momentos em que é desafiado, o aluno é levado a pensar e interpretar o todo, fazendo e trilhando seus próprios caminhos mentais que levam à assimilação do conhecimento.

O objeto utilizado, que seja o jogo digital, deve ser potencialmente significativo - deve fazer com que a informação deixe de ser encarada "ao pé da letra" e passe a fazer parte de um grupo de outras informações conectadas em conceitos e imagens, por exemplo.

A aprendizagem mecânica de nenhuma forma é descartada ainda que tratemos de aprendizagem significativa. No jogo de perguntas e respostas, em que as questões se repetem ou sejam reforçadas, podem muito bem fazer parte de um contexto maior de significância. As etapas de memorização devem levar à situações que despertem a contextualização e torne a experiência significativa para o aluno (RIATTO et al., 2017).

As aulas significativas, ou seja, que se propõe a levar a cabo as propostas de uma aprendizagem significativa, usam as concepções dos professores e suas percepções para acenderem os significados nos estudantes (ESCODINO; GÓES, 2013). Para aulas assim, existem roteiros como o proposto por Kiefer e Pilatti (2014), ainda que para Moreira (2013) é inadequado o uso da expressão, visto que o material ou o método não possui o significado, já que ele se encontra nas pessoas.

## Capítulo 3

# MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo tem-se apresentadas as principais etapas de todo o processo de criação do jogo tipo perguntas e respostas. Entendeu-se que, além da construção e disponibilidade do sistema, se é necessário incluir um plano de ação na escola que inclua a sua utilização. Então, a execução do jogo vem atrelada à uma proposta de aula significativa.

Por primeiro, seguem as atividades de programação. Com elas, trabalha-se com a estrutura do sistema, definindo seus requisitos, desenvolvendo o *software* e o verificando:

- Desenvolvimento e publicação do jogo;
- Alimentação do sistema com perguntas;

Em segundo, para validar o sistema, na escola as etapas são:

- Observação da sala de aula;
- Pesquisa preliminar;
- Intervenção;
- Questionário pós-intervenção;

Por fim, é feita a análise de todos os dados coletados, transformando-os em informações gráficas.

### 3.1 A Construção do Jogo Quiz

De antemão, eis um breve entendimento sobre o tipo de sistema a ser desenvolvido: a decisão de preferir-se um jogo *quiz* parte da ideia de que essa

é uma das formas de entretenimento educativo que mais assemelha-se à provas e avaliações que seguem a teoria clássica dos testes, habitualmente incluída nas salas de aula. Quanto mais questões são acertadas, mais méritos (pontos) o educando possui.

Sabe-se que o estudante está a exercitar sua memória ao resolver uma lista de perguntas, e condicionando-se a buscar sempre escolher a resposta correta ainda que isso leve tempo. Há um teor de behaviorismo, porque não há construção do conhecimento, mas sim uma verificação do estágio atual da percepção dos jogadores sobre tais conteúdos expostos nas questões.

### 3.1.1 Requisitos

O intuito principal do jogo é permitir que o professor possa criar desafios sobre determinado tema de Física Ambiental para os estudantes. Esses desafios são limitações do conjunto de perguntas disponíveis no sistema, marcados por hora de início e fim, e também pelo número total de tentativas possíveis que é permitido a um jogador realizar.

Os desafios são propostos a uma turma, composta de dois ou mais estudantes, que no fim tem sua pontuação em uma tabela organizada por ordem de acertos em um *ranking* geral. Essa listagem permite ao docente e aos próprios alunos analisarem seus desempenhos, na intenção de aumentar a competitividade entre os participantes.

Desses requisitos, surgem três papéis - os atores do sistema. A Figura 3 apresenta o diagrama de casos de uso. São três os atores do sistema: administrador (admin), colaborador (colab) e jogador (gamer):

- O jogador: Este é o papel do estudante. Ele pode jogar espontaneamente no modo treino, ou jogar em turma. Escolhendo jogar em turma, são lhe mostradas as turmas na qual se encontra matriculado e os desafios disponíveis para esta turma.
- O colaborador: Este é o papel do professor. Possui todas as funções também de um jogador. Suas tarefas consistem em administrar turmas, gerenciando os usuários e propondo desafios. O colaborador também pode sugerir questão para o banco de questões.
- O administrador: Este papel é reservado ao responsável da manutenção e configuração do sistema. Herda também os módulos do jogador e colaborador. Adicionalmente, ele pode gerenciar usuários e o banco de dados de

perguntas, aprovando ou não as sugestões, incluindo ou excluindo perguntas já cadastradas.

De responsabilidade do administrador, o banco de perguntas contém para cada questão um tema associado, suas alternativas e seu enunciado. Também pode conter dicas e fórmulas, inclusive a informação se está aprovada ou não. A modelagem da base de dados geral do sistema é visto na Figura 4.

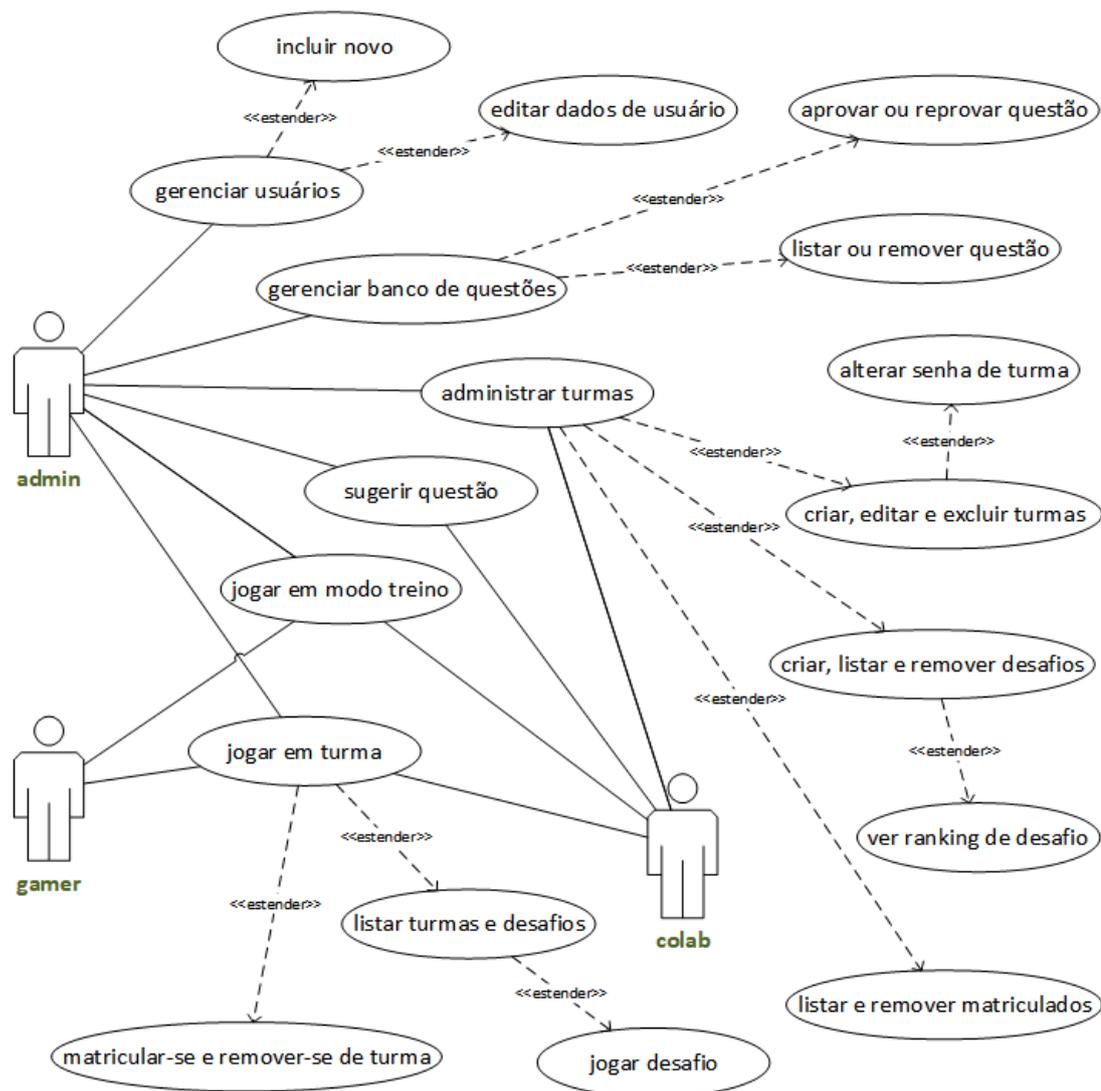


Figura 3: Diagrama de casos de uso.

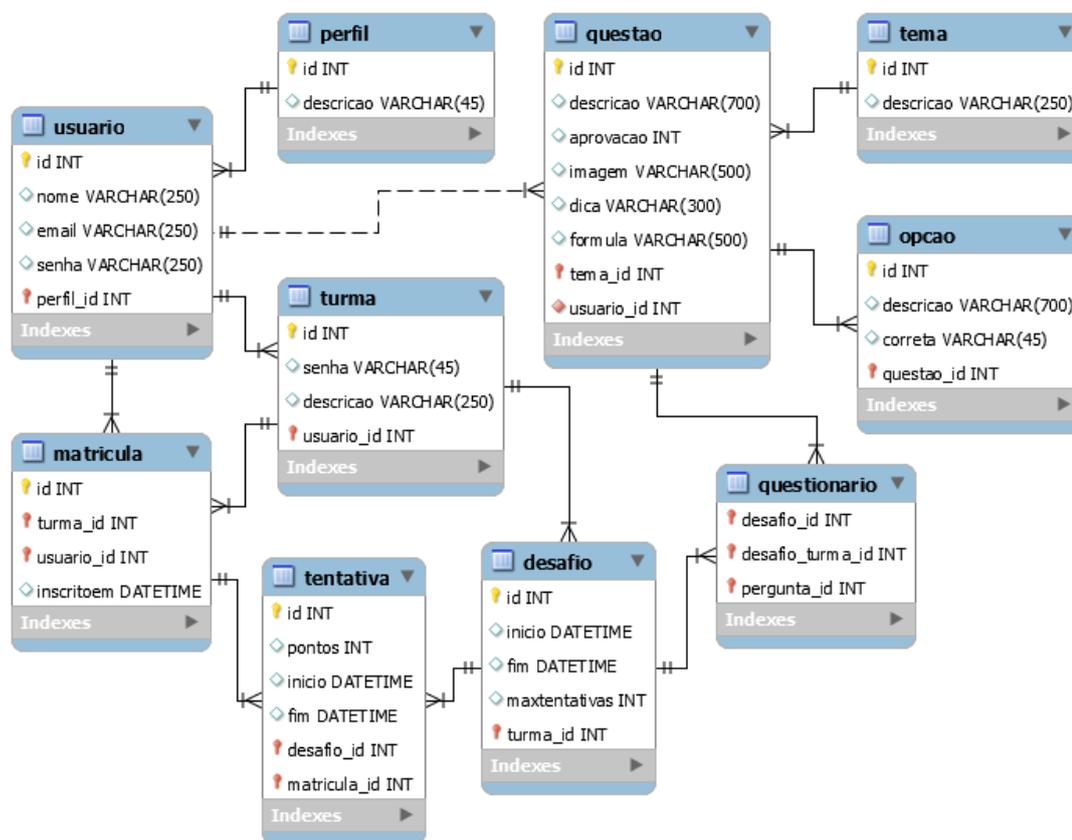


Figura 4: Base de dados.

Da base de dados, a tabela usuário guarda informações sobre o cadastro dos utilizadores do sistema. Pela tabela perfil é que são associados os papéis de cada um. Os usuários podem estar matriculados em turmas criadas por outros que seja colaboradores, que para cada desafio que criam indicam o número de tentativas e o conjunto de questões.

### 3.2 A Proposta na Escola

Parte fundamental para validação é a aplicação do sistema na escola. Isso se deve ao fato de que, a construção do jogo por si não é suficiente para qualificá-lo como uma ferramenta útil e eficiente para utilização em sala de aula - que é o intuito dessa proposta. Portanto, faz-se necessária a intervenção em turmas escolares.

Propõe-se uma aula significativa com alunos do Ensino Médio, de maneira tal que os estudantes sejam levados a refletirem sobre a participação da Física nas questões ambientais. Ela acontece nas seguintes etapas: a) conversa inicial para percepção dos conceitos que os estudantes trazem de bagagem; b) apresentação

de novas informações sobre a relação entre física e meio ambiente; c) execução do jogo, como modo de diversão e reforço da aprendizagem; d) discussão final.

Um formulário antes e após essa intervenção indica a opinião dos usuários sobre o jogo, informando as expectativas e sugestões. Esses formulários são como mostrados nos Apêndices A e B. Os gráficos e estatísticas para análise partem destes formulários, que irão compor a fonte de dados para as análises e discussões de validação.

## Capítulo 4

# RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentados e discutidos os resultados da execução da metodologia proposta. Nomeado Digoreste, o jogo foi programado em observância aos dispositivos presentes nas escolas públicas de Mato Grosso, a partir das iniciativas governamentais. Por isso, optou-se pelo desenvolvimento de um sistema *web* multiplataforma e um aplicativo para *smartphones* que possuam o sistema operacional da Google: o Android, na sua versão 4.0 ou superior.

O ciclo de desenvolvimento utilizado na produção foi o proposto na literatura em três etapas: pré-produção, construção e pós-produção. Na primeira, foram definidas a arquitetura a ser utilizada e as ferramentas de construção do sistema. Pelo fato do sistema ser também *web*, domínio e hospedagem ficaram a cargo da Universidade Federal de Mato Grosso por meio do Instituto de Computação.

Após concluída a segunda etapa, a aplicação foi utilizada em salas de aula de Ensino Médio a fim de validação da proposta. A intervenção com o *game* foi introduzida dentro de uma aula para cada turma. Com os dados das pesquisas preliminar e pós-experimento em mãos, são discutidas algumas estatísticas sobre esses resultados.

### 4.1 O Digoreste

A escolha do nome leva em consideração a terra de onde surge a aplicação. A palavra de origem mato-grossense, "Digoreste" é popular entre os tradicionais moradores cuiabanos, significando "algo ou alguém ótimo, bom, exímio" (CULTURA, 2014). Nomes regionais são favoráveis à identificação dos usuários à plataforma por conta de questões sobre pertencimento (CLEMENT et al., 2016). Essa é uma forma de homenagem e em momento algum há a intenção de

desfavorecer o público externo à região.

### 4.1.1 Versão Web

A começar, modelou-se a base de dados conforme indicação na metodologia e ela foi implementada em MySQL. Esse é um sistema gerenciador de banco de dados dos mais populares, e permite todas as operações necessárias ao sistema, além de ser gratuita sua instalação e utilização. A compatibilidade é total com as demais linguagens e recursos presentes no desenvolvimento do Digoreste.

Como tanto o sistema *web* quando o aplicativo *mobile* utilizam funções em comum, essas foram escritas em PHP, de forma que o servidor de aplicações responda com a arquitetura REST. Inclusive, a versão *web* do Digoreste foi programada utilizando as seguintes linguagens: HTML, PHP, CSS e Javascript.

- O HTML, atualmente em sua versão 5, é uma forma de se editar hipertextos, muito utilizada na criação de páginas para internet e demais aplicações *web*. É fruto dos padrões HyTime e SGML que já não são mais utilizados.
- O PHP é uma linguagem livre, que pode ser embutida dentro de páginas de internet, as comuns HTMLs. É adequada para desenvolvimento *web* e permite que instruções sejam executadas no lado servidor da aplicação. A versão utilizada é a 7.0.
- O CSS é uma linguagem que foi criada para que a formatação de páginas de *internet* não ficassem entre o código HTML. Assim, gera-se arquivos com esse mecanismo para que sejam incluídos às páginas originais, que sirva para definir posições, cores e demais itens de estilos.
- O Javascript, por meio do framework jQuery, interage com as páginas HTML, fazendo com que *scripts* simples sejam executados e interpretados pelo navegador, de forma que a página se torne dinâmica. A visão pré-processada pelo lado do servidor deixa de ser a única resposta ao usuário, visto que o Javascript pode alterar durante a visita à página o todo seu formato e seu conteúdo.

Na arquitetura REST, todas as funções são chamadas de recursos. Eles são uma abstração do tipo de informação que pode ser manipulados no sistema. Por exemplo, um recurso do jogo é a obtenção de perguntas e suas respostas no banco de dados, então é feita uma chamada POST para <http://digoreste.ic.ufmt.br/site/consultas/pergunta.php/>, que retorna o conjunto em JSON. O

mesmo formato de requisição para qualquer que seja o tipo de sistema a consumir (Figura 5).

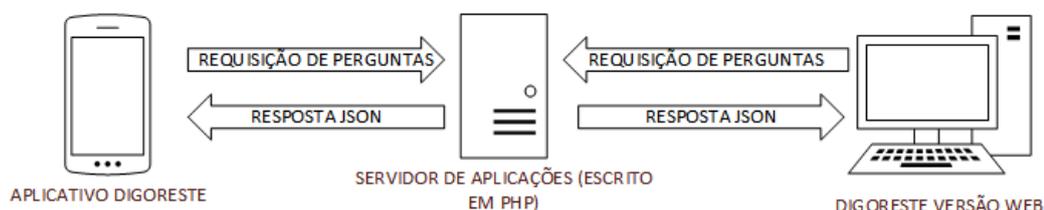


Figura 5: Arquitetura REST no Digoreste.

Essa versão *web* do Digoreste é completa, onde todos os casos de uso foram desenvolvidos. Ela pode ser acessada por diversas qualidades de navegadores, porque utiliza o mínimo de recursos tecnológicos não interpretáveis pelos principais *browsers* atuais. De fato, a compatibilidade em testes foi com as versões do Internet Explorer 10 ou superior, Google Chrome 59 e Mozilla Firefox 52.

A hospedagem é servida pelo Instituto de Computação da Universidade Federal de Mato Grosso em uma máquina virtual com o sistema operacional Linux Ubuntu 16.04.4 de 100 GB disponíveis para armazenamento e 1 GB de memória RAM. O Digoreste está disponível no endereço <<http://digoreste.ic.ufmt.br/>> e o seu código-fonte em <<https://github.com/acabiasml/digoreste-web>>.

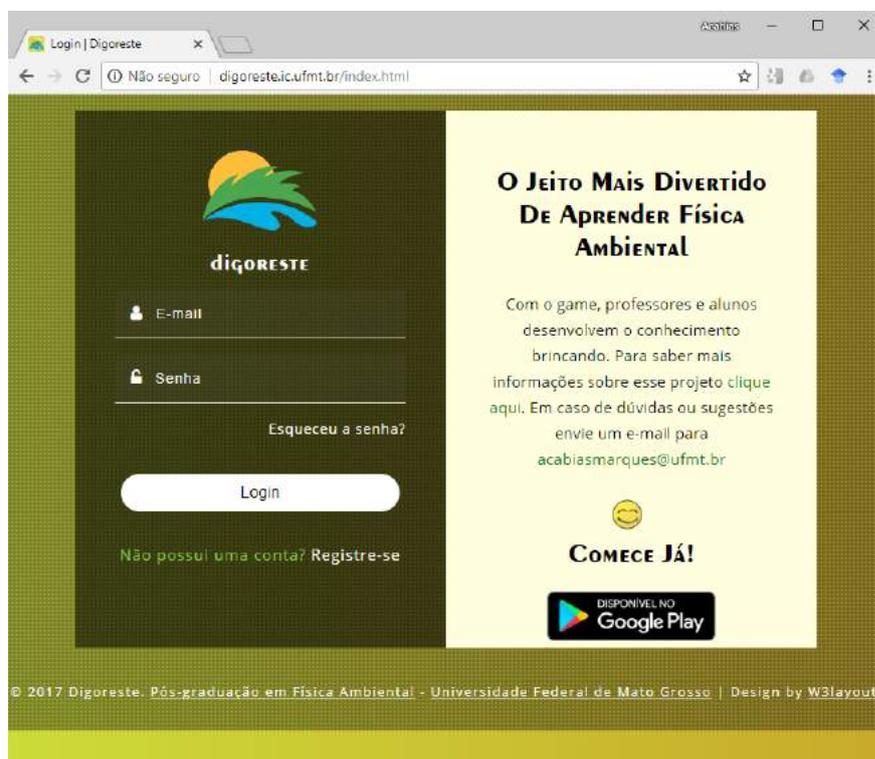


Figura 6: Captura de tela: Página Inicial.

A Figura 6 mostra a tela inicial de acesso ao Digoreste, versão *web*. Existem campos para o login, onde o usuário deve incluir seu e-mail e senha previamente cadastrados. Caso tenha esquecido sua senha, há a opção de recuperação. Caso não seja cadastrado ainda, há a opção de registrar-se (Figura 7). Com esse registro, o novo usuário passa a ter o perfil jogador (*gamer*). Querendo mudar o tipo do perfil, ele deve entrar em contato com o administrador do sistema.

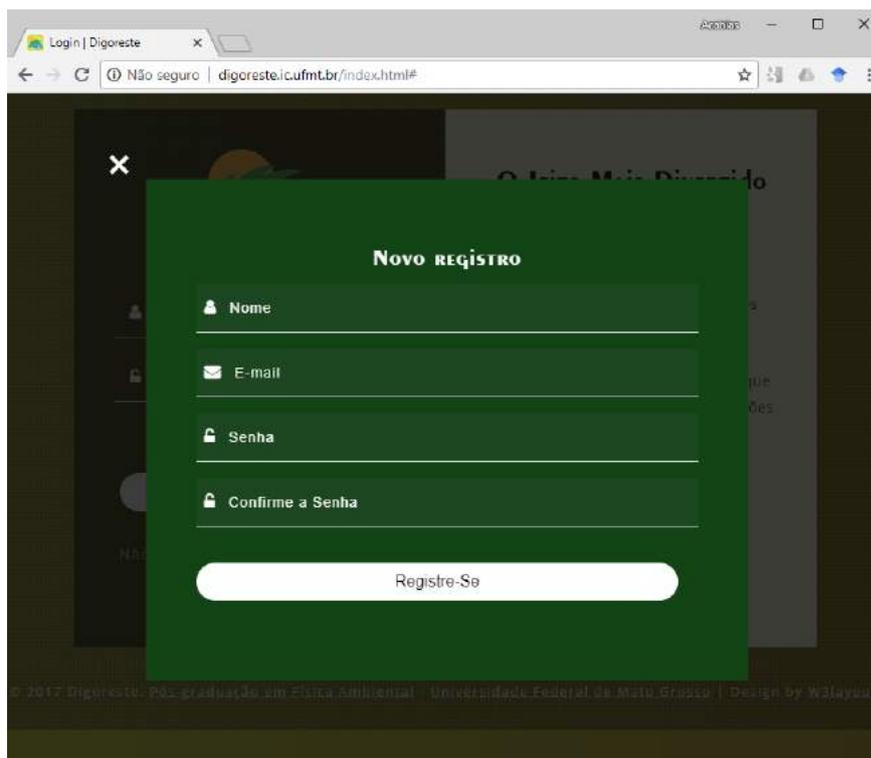


Figura 7: Captura de tela: Novo usuário jogador.

Ao entrar no sistema, todo usuário é encaminhado para uma tela de boas-vindas, mostrada na Figura 8. Nela há um menu lateral esquerdo com as opções referentes ao perfil do usuário logado, uma barra superior indicando opções de ocultar o menu lateral e link para baixar a versão app na loja de aplicativos.

Para as funções exclusivas do administrador, como criação e alteração de perfil de usuário (Figura 9), gerência de usuários (Figura 10), análise de questões (Figura 11) e banco de questões (12), o acesso é realizado por meio do menu lateral - que identifica o perfil do usuário para construir-se.

O administrador é responsável do sistema e na gerência de usuários consegue enxergar uma lista dos cadastrados, seus nomes, logins e perfil. Ele pode editar os dados de um usuário, alterar o seu perfil, ou mesmo excluir o cadastro. Também verifica a validade de questões sugeridas para incluí-las no banco. Se pertinente, é seu papel excluir alguma questão já aprovada, inclusive.



Figura 8: Captura de tela: Página de introdução.

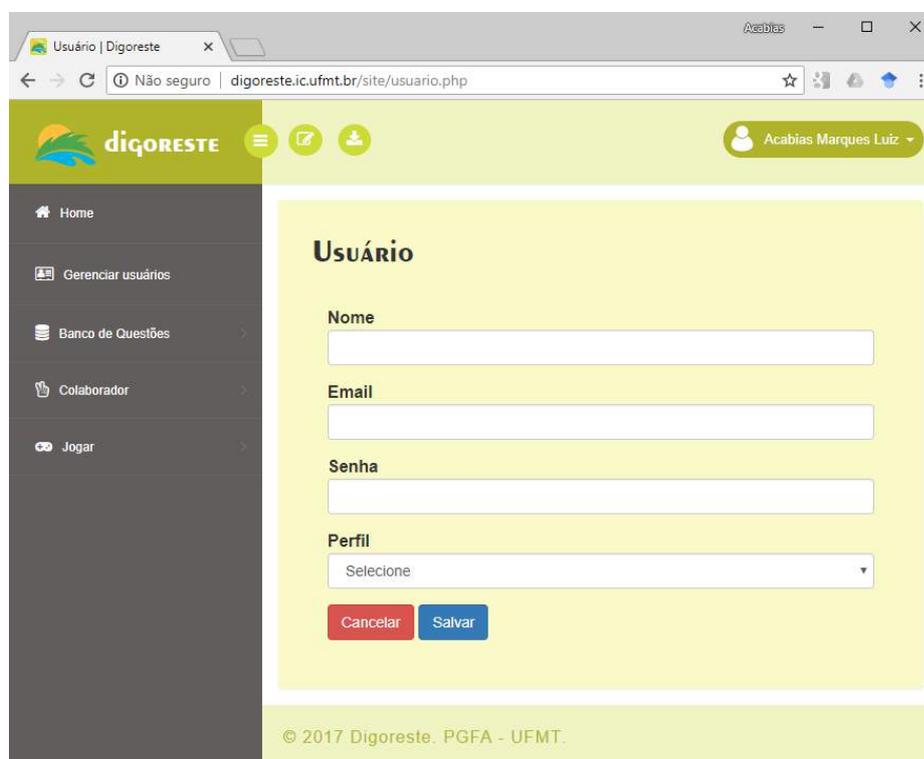


Figura 9: Captura de tela: Novo usuário.

Gerência de usuários | Digoreste

digoreste.icufmt.br/site/gerenciar-usuarios.php

Acabias Marques Luiz

## GERÊNCIA DE USUÁRIOS

Inserir Novo

ID	Nome	Email	Perfil	Operações
54	Vitor	vitinhobg@hotmail.com	gamer	
67	Viviane	Vivianematos@Morais.com	gamer	
46	Winicius	winiciuspereira16@gmail.com	gamer	

Exibindo 81 até 83 de 83 linhas 10 registros por página

1 5 6 7 8 9

© 2017 Digoreste. PGFA - UFMT.

Figura 10: Captura de tela: Gerência de usuários.

Em Análise | Digoreste

digoreste.icufmt.br/site/questoes-notapro.php

Acabias Marques Luiz

## QUESTÕES EM ANÁLISE (NÃO APROVADAS)

	ID	Pergunta	Dica	Tema	Sugerido por	Operações
+	55	O gás carbônico, assim como os vidros transparentes de uma estufa usada no cultivo de flores, permite a entrada de luz solar, mas dificulta a		Ondas, óptica e termodinâmica	Acabias Marques Luiz	

Figura 11: Captura de tela: Análise de questões sugeridas.

The screenshot shows a web browser window with the URL `digoreste.ic.ufmt.br/site/questoes-yesapro.php`. The page header includes the 'digORESTE' logo and a user profile for 'Acabias Marques Luiz'. The main content area is titled 'BANCO DE QUESTÕES' and features a search bar. Below the search bar is a table of questions:

	ID	Pergunta	Dica	Tema	Sugerido por	Operações
-	4	Qual a origem da palavra "Física"?		Mecânica	Acabias Marques Luiz	✕
<p>Opção 1: Do grego physiké, que significa "ciência das coisas naturais" - <b>opção correta</b>            Opção 2: Do latim physiké, significa "fórmulas e vetores"            Opção 3: Do grego físiks, que significa "fórmulas e vetores"</p>						
+	5	O diâmetro da Lua é 1740000m. Na notação científica, é o mesmo que...		Mecânica	Acabias Marques Luiz	✕
+	6	O tempo e a temperatura são de qual tipo de grandeza?		Mecânica	Acabias Marques Luiz	✕

Figura 12: Captura de tela: Banco de questões.

Tratando-se das funções dos professores colaboradores, uma nova questão (Figura 13) possui, basicamente, uma descrição enunciado, cinco alternativas sendo uma correta e o tema para o qual será associado. Na gerência de turmas (Figura 14), o professor colaborador tem as opções de criar uma nova turma (Figura 15), e para cada turma gerenciar os matriculados (Figura 16), editar a senha da turma, criar novos desafios (Figura 17), gerenciar desafios (Figura 18) ou apagar a turma.

Para criar um novo desafio, o colaborador indica o período para o jogo ocorrer - sua data e hora de início e fim, o número máximo de tentativas por cada jogador e o tema das perguntas. Assim, o desafio irá começar e terminar para todos os jogadores em turma ao mesmo tempo, permitindo comparar quem, nesse espaço temporal, foi capaz de alcançar mais pontos.

Por decisão do colaborador, mas também ao final de cada jogo em turma, é apresentado uma classificação por ordem de pontuação, o *ranking* (Figura 19), de cada desafio. O professor pode consultá-lo a qualquer momento, para cada desafio, e conferir como está o andamento da proposta. A classificação tem número de "lugar" para exibir quem é o primeiro ou último de forma evidente.

QUESTÃO

Descrição

Dica

Alternativas

1  correta

2  correta

3  correta

4  correta

5  correta

Tema

Selecione

Cancelar Salvar

Figura 13: Captura de tela: Registro de sugestão de nova questão.

GERÊNCIA DE TURMAS

Inserir Nova

Nome	Operações
1 ANO C MATUTINO	
1 B VESPERTINO	
3º ANO VESPERTINO	
3º ANO D MATUTINO	

Figura 14: Captura de tela: Gerência de turmas.

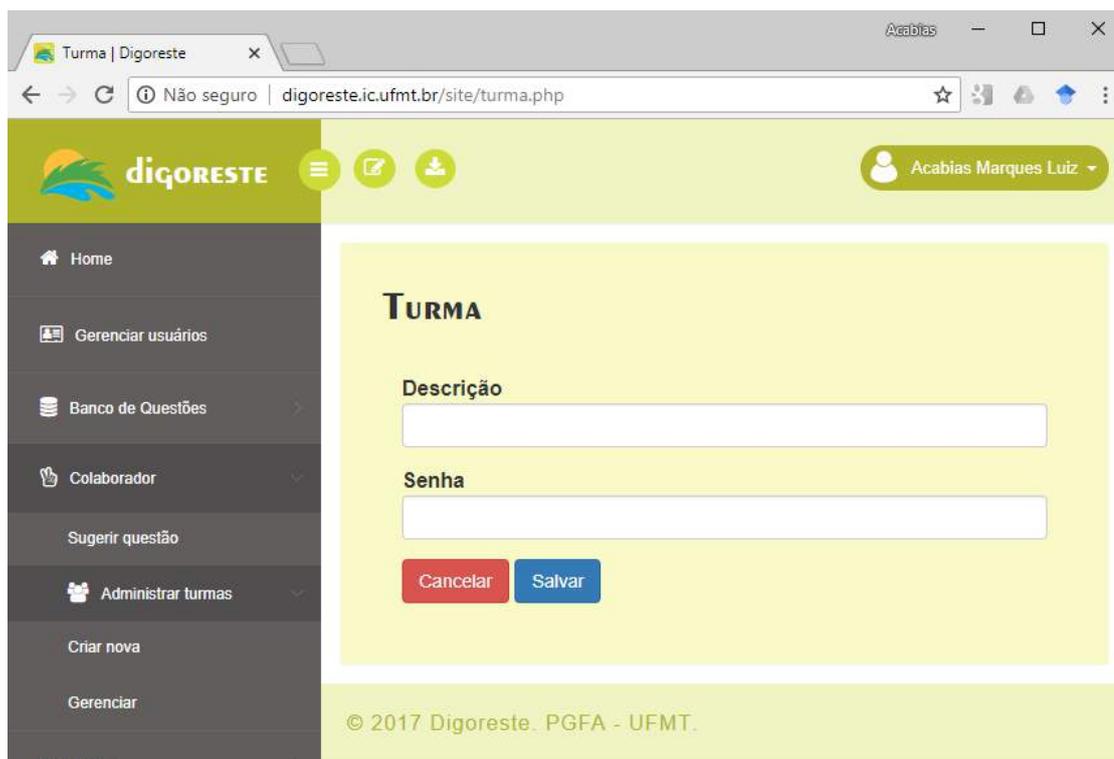


Figura 15: Captura de tela: Criação de nova turma.



Figura 16: Captura de tela: Gerência dos alunos de uma turma.

Novo desafio

**Início**  
dd/mm/aaaa --:--

**Fim**  
dd/mm/aaaa --:--

**Máximo de tentativas**  
[Empty field]

**Tema**  
Selecione

Cancelar Salvar

© 2017 Digoreste. PGFA - UFMT.

Figura 17: Captura de tela: Criação de novo desafio.

Desafios da Turma

Inserir Novo

Início	Fim	Tentativas	Operações
2017-12-13 09:50:00	2017-12-13 09:57:00	88	[Edit] [Delete]
2018-07-03 00:00:00	2018-07-04 23:55:00	5	[Edit] [Delete]

Exibindo 1 até 2 de 2 linhas

© 2017 Digoreste. PGFA - UFMT.

Figura 18: Captura de tela: Gerência dos desafios de uma turma.

Lugar	Nome	Pontos
1	Carlos Augusto	23
2	Micael Cardoso Leandro	14
3	Jose vitor	12
4	Shayene	12
5	glacielly gomes de sousa	8
6	Lucas medeiros	6
7	gabrielly gomes	4
8	Acabias Marques Luiz	-

Figura 19: Captura de tela: Ranking de desafio.

No modo treino (Figura 20) o jogo apresenta enunciado junto às alternativas, e o usuário deve clicar na resposta que julga ser a correta. Ao selecionar uma alternativa, o sistema informa se aquela é a opção correta ou não, e segue para a busca de uma nova pergunta de forma aleatória na base de dados. O jogador também tem a opção de pular a pergunta, fazendo com que o sistema busque uma nova. Não há limites para pular. Cada acerto faz o usuário acumular pontos que são exibidos na parte inferior da página.

Para o usuário inscrever-se em uma turma (Figura 21), ele seleciona a pretendida em uma lista e tem que informar senha - a mesma cadastrada pelo professor colaborador. Isso evita com que uma turma infle-se sem controle do docente, já que a senha foi criada por ele e pode ser alterada a qualquer momento, ajudando assim a manter coerência sobre a participação dos integrantes da turma.

Na listagem das turmas em que é escrito (Figura 22), o jogador pode ver os desafios disponíveis (Figura 23) ou sair de uma turma da qual é inscrito. Se assim o fizer, todo o seu histórico é apagado e essa operação não pode ser revertida. Os desafios disponíveis possuem horário de início e fim - estando nesse intervalo, o jogador pode selecionar a opção "jogar" e uma nova tentativa dele para aquele desafio é registrada no sistema (Figura 24).

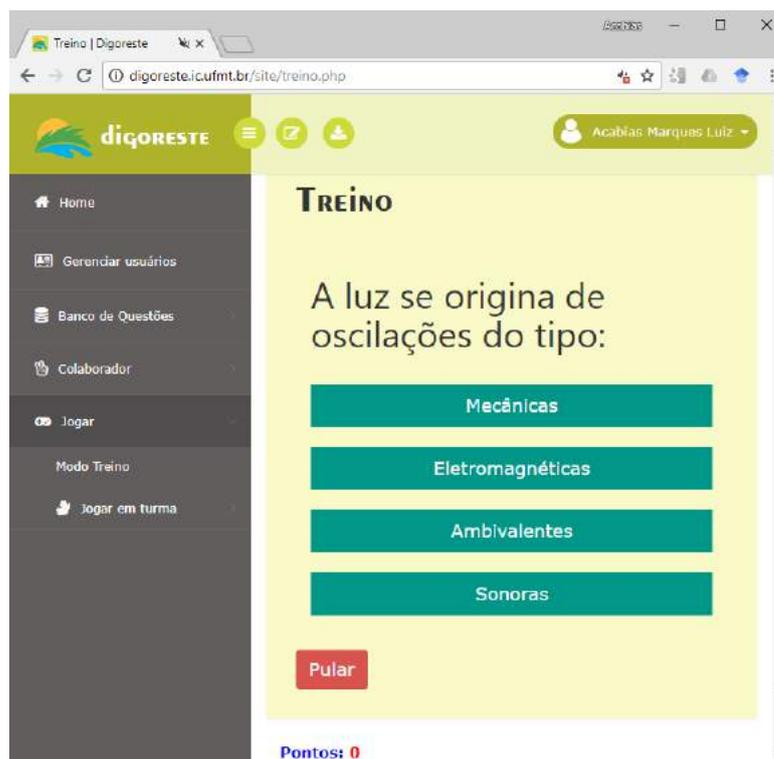


Figura 20: Captura de tela: Modo treino.



Figura 21: Captura de tela: Inscrição em turma.

Minhas Turmas | Digoreste

digoreste.icufmt.br/site/minhasturmas.php

Acabias Marques Luiz

## MINHAS TURMAS

Nome	Operações
1 ANO C MATUTINO	🏠 ✕
1 B VESPERTINO	🏠 ✕
3º ANO D MATUTINO	🏠 ✕
3º ANO B MATUTINO	🏠 ✕

Exibindo 1 até 4 de 4 linhas

© 2017 Digoreste. PGFA - UFMT.

Figura 22: Captura de tela: Turmas inscritas.

Desafios da Turma | Digoreste

digoreste.icufmt.br/site/meus-desafios.php?id=6

Acabias Marques Luiz

## DESAFIOS DA TURMA

Início	Fim	Jogar
13-12-2017 09:50:00	13-12-2017 09:57:00	🎮
03-07-2018 00:00:00	04-07-2018 23:55:00	🎮

Exibindo 1 até 2 de 2 linhas

© 2017 Digoreste. PGFA - UFMT.

Figura 23: Captura de tela: Desafios de uma turma.

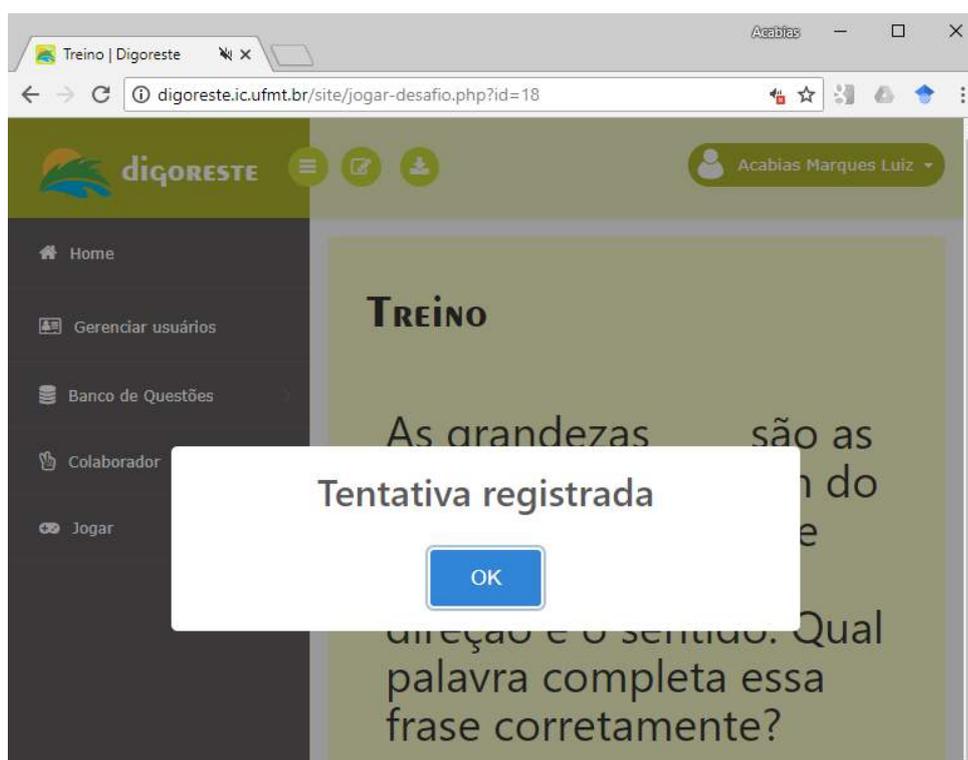


Figura 24: Captura de tela: Em jogo.

#### 4.1.2 O Aplicativo Móvel

Para os dispositivos móveis, a versão codificada do sistema apresenta todos os casos de uso para jogador. Portanto, é possível jogar em modo treino e em modo turma, inscrever-se em nova turma e realizar o registro no sistema. Esse software consome informações da versão *web*, ou seja, necessita de conexão com a *internet* para funcionar.

Por meio do ambiente de desenvolvimento Android Studio, usando a linguagem Java, o aplicativo foi publicado com o serviço exclusivo da Google, a Google Play Console - responsável pelos softwares da loja de aplicativos Google Play. Essa versão *web* do Digoreste pode ser instalada em celulares que executem o sistema operacional 4 ou superior. O download está disponível em <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.acabias.digoreste>> e o seu código-fonte está em <<https://github.com/acabiasml/digoreste-app>>.



Figura 25: Capturas de tela do aplicativo: A - Tela inicial; B - Menu login.

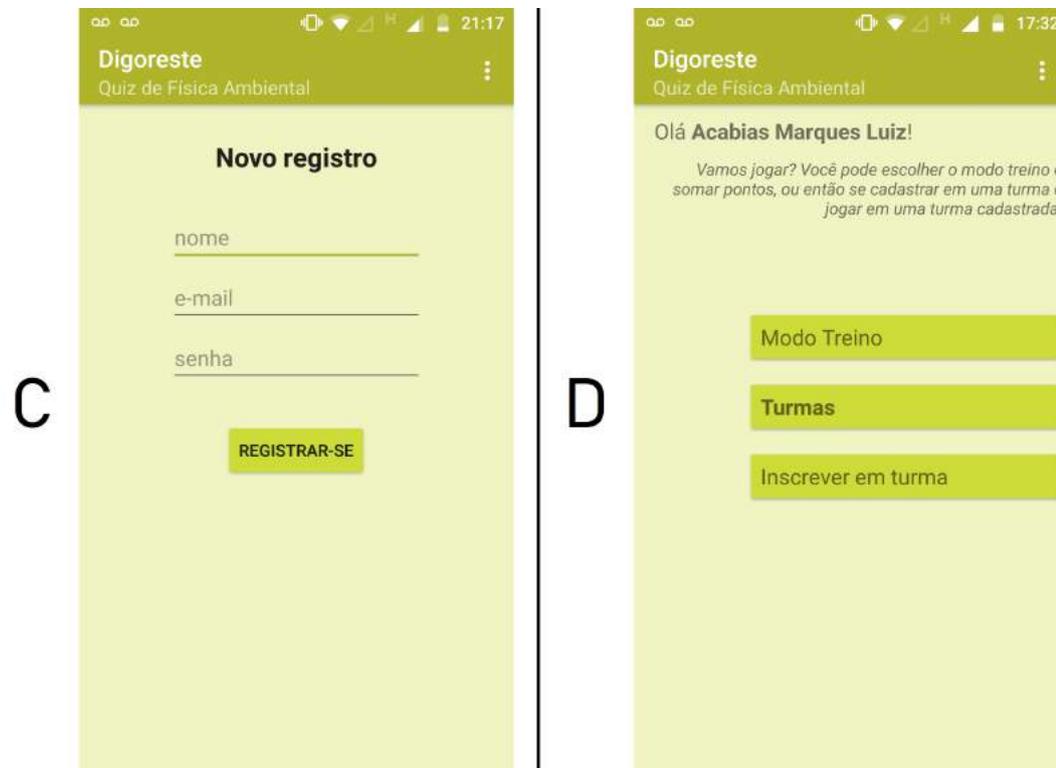


Figura 26: Capturas de tela do aplicativo: C - Novo usuário; D - Menu principal.



Figura 27: Capturas de tela do aplicativo: E - Inscrever-se em turma; F - Listar turmas do jogador matriculadas.



Figura 28: Captura de tela do aplicativo: Em treino.

### 4.1.3 Configurações Iniciais e Aquisição de Perguntas

O sistema foi carregado com algumas informações iniciais, entre elas a criação do usuário administrador, encarregado de popular com os primeiros temas e perguntas. Em termos de utilização, essa é a primeira fase do sistema - deixá-lo preparado com acesso às perguntas e disponibilidade de criação de perfis jogadores.

Os temas previamente cadastrados foram: a) Mecânica; b) Ondas, óptica e termodinâmica; c) Eletricidade e Magnetismo e; d) Física moderna. As questões foram agrupadas assim por conta do modelo de Ensino Médio adotado no país, que separa nas três turmas regulares esses conteúdos para a disciplina de Física.

As perguntas para a base, retiradas em parte de consultas livres na *internet*, estão compostas nesses três grupos. Nesse momento, essas questões foram validadas pelo administrador, autor deste trabalho.

## 4.2 Estudo de Caso

O Estado de Mato Grosso possui uma economia dependente da utilização dos recursos naturais e se destaca na produção agropecuária mundial, o que favorece as condições para o desmatamento. O Estado conta com índices de pobreza dos municípios e degradação ambiental elevados, com cerca de 71% de seu território degradado (OLIVEIRA, 2013) Portanto, não se é de estranheza a validação dessa proposta do Digoreste em uma escola dessa unidade da federação.

Foi escolhida a Escola Estadual Eurico Gaspar Dutra, situada na cidade de Barra do Garças-MT. Nessa instituição, que em 2017 ofertou apenas séries de Ensino Médio, haviam 20 turmas: 12 no matutino, 3 à tarde e 5 classes noturnas. Na comunicação com a direção e os professores de Física da escola, decidiu-se que as turmas do professor Sr. Welker Franco estavam aptas a receberem o experimento. O grupo foi formado pelas turmas: 1<sup>o</sup> Ano A, 1<sup>o</sup> Ano B, 1<sup>o</sup> Ano C, 1<sup>o</sup> Ano D, 2<sup>o</sup> Ano A, 2<sup>o</sup> Ano B, 2<sup>o</sup> Ano C e 3<sup>o</sup> Ano C. Todas turmas do período matutino, representando 40% do total da escola, 175 estudantes.

Os alunos concordaram em participar das atividades propostas, mas é preciso se atentar ao fato de que essa voluntariedade não significa que realmente queriam jogar, mas podem estar envolvidos outros fatores, como a ideia de que isso faria passar o tempo da aula, ou o estudante entender que a experiência o livraria de outras atividades. Outra questão é a de não querer desagradar o professor (YAMAZAKI; YAMAZAKI, 2014).

A aplicação da pesquisa preliminar ocorreu entre os dias 20 de novembro

de 2017 à 01 de dezembro de 2017, durante o último bimestre letivo da instituição. Já a intervenção com a aula significativa, o uso do sistema e a pesquisa pós-experimento ocorreram entre os dias 04 a 12 de dezembro de 2017. As atividades foram realizadas durante as aulas de Física em laboratório de informática, acompanhados da técnica do local Sra. Neyce Batista.

### 4.2.1 Aplicação da Pesquisa Preliminar

Antes da pretendida aula com a utilização do sistema, foi aplicado aos alunos uma pesquisa preliminar durante as aulas de Física - com o devido consentimento do professor e direção da escola. O formulário respondido pelos estudantes é como segue no Apêndice A. Eles estiveram livres para responder as perguntas que achassem pertinentes, levando a um índice de abstenção a cerca de 1,14% nas respostas.

Dessa etapa surgiram gráficos que posteriormente, durante a intervenção, foram apresentados aos alunos. Por exemplo, a opinião deles sobre o principal problema que a nossa sociedade enfrenta (Figura 29). Cerca de metade dos alunos responderam o desmatamento e a poluição no geral. Em "outros" foram agrupadas as respostas que, individualmente, não chegariam a 1% de frequência. Majoritariamente, atribuem esses problemas às ações humanas (Figura 30).

Sobre a visão que os alunos têm da responsabilidade de educação ambiental na Física, foi observado que essa depende do estágio de amadurecimento do estudante e da sua vivência no ensino médio. Por exemplo, estudantes recém vindos do Ensino Fundamental tenderam a enxergar a Biologia, enquanto que os do terceiro ano distinguiram e conseguiram citar as três disciplinas de ciências naturais - Biologia, Química e Física - e também a disciplina de Geografia (Figura 31).

Cerca de metade dos alunos disseram que não, ou não souberam opinar, sobre as iniciativas da escola acerca de políticas ambientais. Desses estudantes, 68% afirmam que o tema meio ambiente já fez parte das suas aulas de Física e também, nesse momento, cerca de 68% acreditam que as duas áreas são ligadas entre si (Figura 32).

Perguntados sobre a utilização de jogos sérios, 58% dos entrevistados responderam já ter tido contado com esse tipo de aplicação. Porém, mesmo nunca experimentado sistemas do tipo, também acreditam que o método possa servir de auxílio em sua aprendizagem, visto que 92% dos alunos responderam sim - que acreditam ser um jogo de celular possível auxílio no estudo de Física (Figura 33). Um bom jogo para eles, inclusive, deve ser educativo (Figura 34).

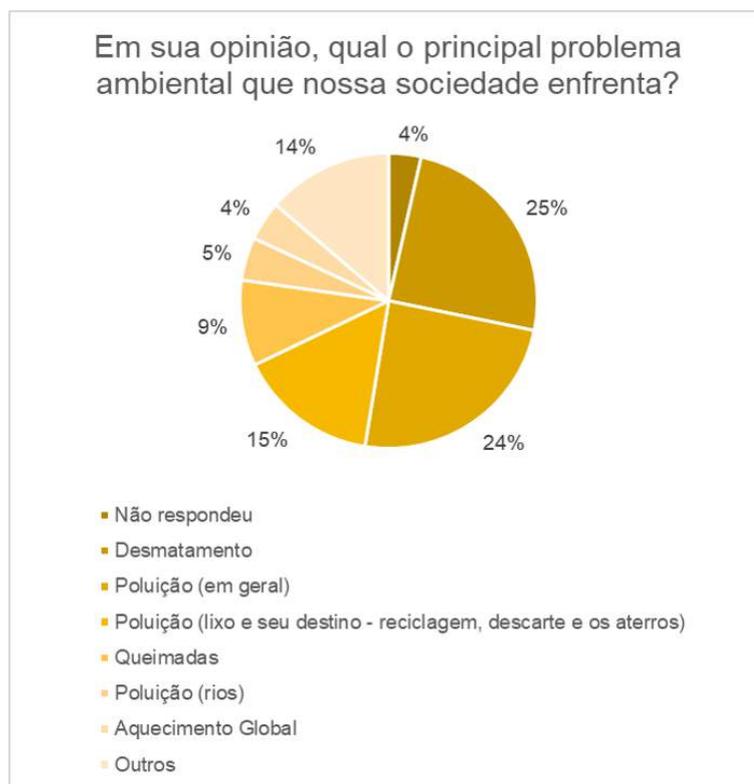


Figura 29: Média das respostas dos estudantes sobre o principal problema ambiental - etapa de pesquisa preliminar.

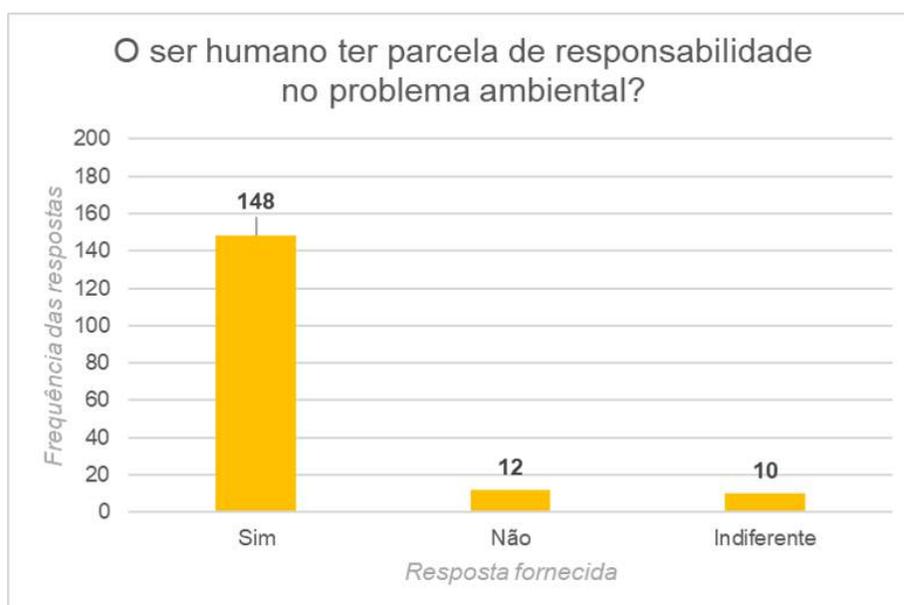


Figura 30: Respostas dos estudantes sobre a responsabilidade do ser humano nos problemas ambientais - etapa de pesquisa preliminar.

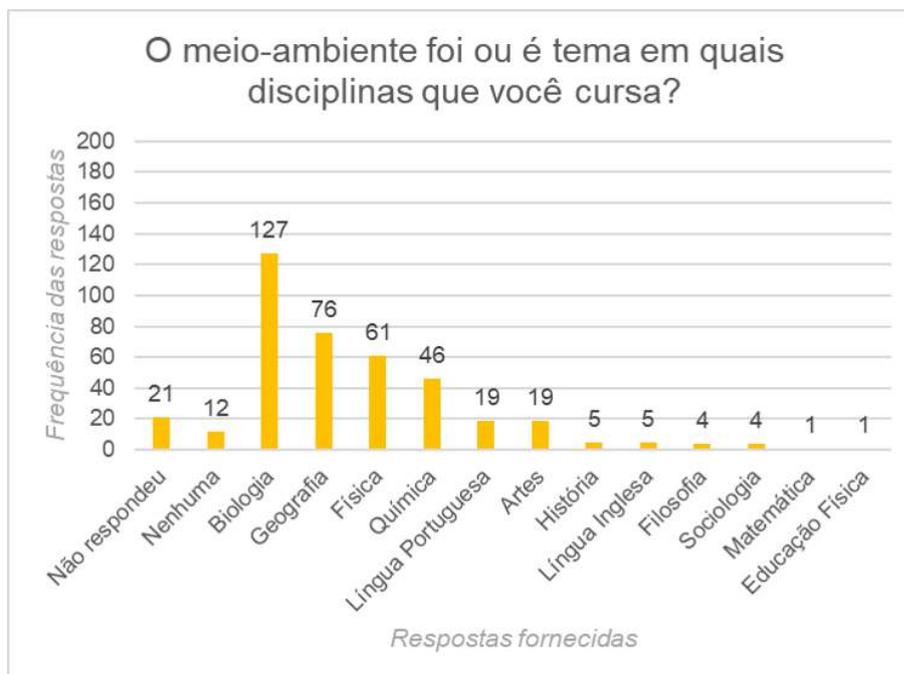


Figura 31: Respostas dos estudantes sobre as disciplinas em que observaram o viés ambiental - etapa de pesquisa preliminar.

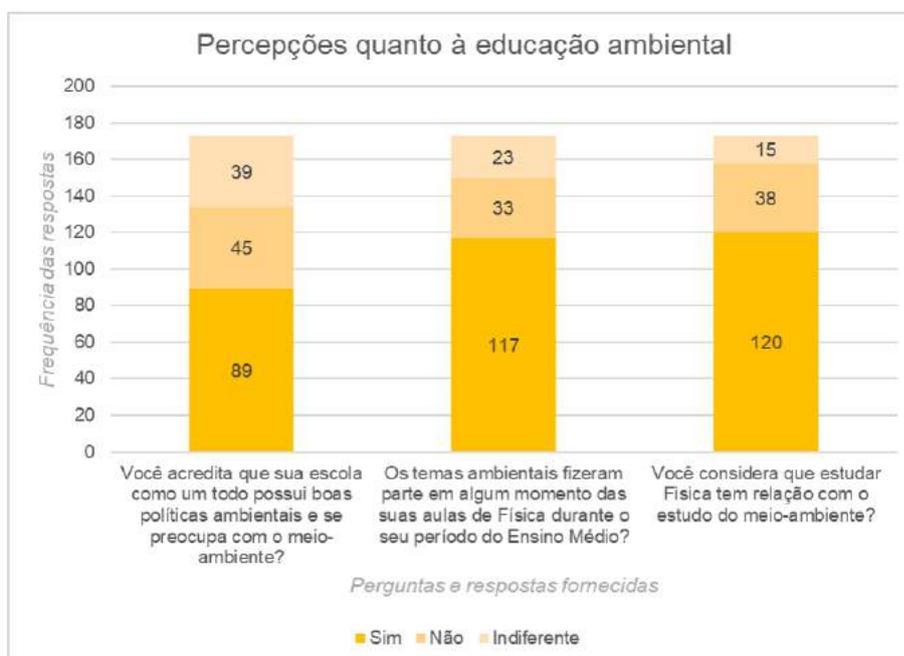


Figura 32: Respostas dos estudantes sobre questões relacionadas ao seu ambiente escolar e sua educação ambiental - etapa de pesquisa preliminar.

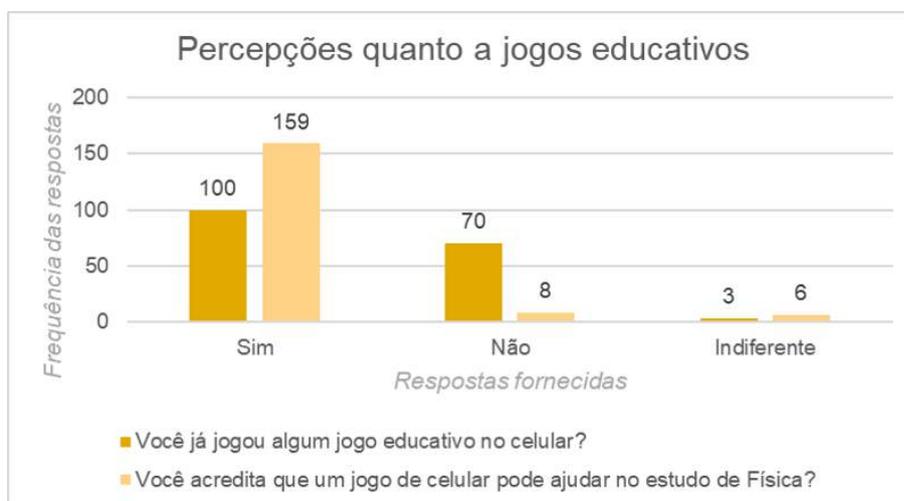


Figura 33: Respostas dos estudantes sobre questões relacionadas ao uso de jogos sérios - etapa de pesquisa preliminar.



Figura 34: Respostas dos estudantes sobre as características que um bom jogo deve possuir - etapa de pesquisa preliminar.

### 4.2.2 A Aula Significativa

Para cada turma, na intervenção a aula durou os 50 minutos - tempo que lhe é reservada. Então, os alunos foram levados ao laboratório da escola pelo professora para que lá as atividades com o Digoreste acontecessem. Um aspecto notado inclusive pelo professor foi a empolgação dos alunos em irem a um ambiente diferente. Pelo comportamento dos estudantes, também não foi difícil perceber que as visitas ao laboratório de informática são raras.

Durante a aplicação da pesquisa preliminar, os estudantes já foram avisados de que nessa aula de intervenção deveriam trazer seus aparelhos celulares. Atendiam os requisitos mínimos para a instalação do Digoreste 48% dos aparelhos.

O cronograma de atividades em aula foi:

- 3 min. para organização inicial;
- 7 min. para apresentação da proposta do jogo e exibição dos relatórios da pesquisa preliminar com a turma;
- 10 min. de revisão e conversa sobre física ambiental;
- 5 min. em que os alunos cadastram-se no sistema e matriculam-se em turma;
- 5 min. do modo treino no Digoreste, para entendimento da mecânica;
- 10 min. de um desafio para a turma;
- 10 min. para premiação e distribuição do formulário pós-experimento.

Em exatos 17 minutos, cada turma foi levada à discutir o tema Física Ambiental, a partir dos conceitos que já traziam consigo, nos moldes de uma aula para aprendizagem significativa. Foram utilizados *slides* para fomentar as trocas de experiências. Esse momento demonstrou sua importância quando os alunos começaram a conseguir por si relacionar temas nos quais o meio ambiente é estudado e descrito pela Física, como no trato com a radiação solar.

#### 4.2.2.1 Instalação do Aplicativo e Uso do Sistema

Devido à falhas na rede da escola, a instalação do Digoreste não aconteceu. Mas, os alunos conseguiram cadastrarem-se no sistema, treinar e competir em seus próprios dispositivos pela versão *web* do sistema. Acontece que, além da

qualidade ruim do sinal de *internet*, os alunos possuíam em seus aparelhos cernes desatualizados, por conta das versões defasadas do Android.

A primeira iniciativa foi a utilização da versão *web* pelos computadores do próprio laboratório. Porém, isso não foi possível a medida que poucos eram os computadores (6 de 28) que eram aptos a rodar o sistema. Entre defeitos de *hardware* e *softwares* desatualizados, o laboratório da escola não pode colaborar o quanto esperado.

A solução para o problema foi rodar a versão *web* nos celulares dos estudantes que, a medida em que ficavam sem opções daquelas oferecidas, juntavam-se em duplas para realização das atividades. Os alunos demonstraram empolgação e curiosidade para com o uso do Digoreste, e se empenharam realizarem as atividades em tempo por conta da premiação que já havia sido anunciada (Figura 35).



Figura 35: Laboratório durante o jogo.

Em meio a euforia, o desafio terminou e em todos os dispositivos houve o bloqueio do jogo. Alguns aparelhos tiveram *delay* de cerca de um minuto para o bloqueio do desafio em todas as turmas. Em investigação, nada ao alcance foi possível de ser apontado como o problema, visto que mesmo o sinal de horário de término era uma consulta feita por qualquer aparelho ao mesmo servidor onde o Digoreste está.

Por fim, para cada turma, o primeiro lugar recebeu uma caixa de chocolates de premiação, junto à medalhas do jogo em cor amarela. Os que terminaram em segundo lugar também ganharam medalhas na cor verde (Figura 36 e Figura 37). Os alunos de todas as turmas dividiram o prêmio com toda a classe, e nesse momento já receberam o formulário para responder a pesquisa pós-experimento.



Figura 36: Medalhas da premiação.



Figura 37: Algumas turmas após a premiação.

### 4.2.3 Pesquisa Pós-experimento

Participaram da pesquisa pós-experimento alunos das turmas matutinas 1<sup>o</sup> Ano C, 2<sup>o</sup> Ano C, 3<sup>o</sup> Ano A, 3<sup>o</sup> Ano C e 3<sup>o</sup> ano D. Das turmas vespertinas, 1<sup>o</sup> ano B e 3<sup>o</sup> ano A. Foram entregues 63 formulários, e a participação nas atividades foi de 90 alunos. Isso acontece porque os estudantes ficaram livres para responder o questionário final, e o número de estudantes frequentes nas duas últimas semanas de aula do colégio foi significativamente baixo. O formulário respondido é como o Apêndice B.

Entre respostas como "é de ótima qualidade" e "ajuda na aprendizagem",

que compõe 40% dos elogios ao jogo, os alunos demonstraram pelo formulário a satisfação de terem participado. Indicaram também que o jogo auxilia a explorar o conhecimento que obtiveram durante os anos estudando Física e que talvez o experimento deveria ter sido feito antes das provas finais, para que contribuísse nos estudos.

Quando perguntados sobre críticas e defeitos, 3% dos jogadores alegaram que o sistema é ruim porque não conseguiram jogar. Essas razões são as mesmas antes discutidas, e a principal delas é a versão desatualizada do sistema operacional do *smartphone*. Apenas dois jogadores não participaram por dificuldades com a mecânica do jogo.

Uma das críticas dos usuários também foi a repetição das perguntas. Ora, um jogo *quiz* como o Digoreste foi concebido seguindo o modelo de aprendizagem por esforço, atentando-se ao fato de que não há construção do conhecimento nesse modelo de jogo sério. Porém, esse fato é poderá ser levado em consideração nas próximas versões, porque é anseio do público-alvo.

Foi apontado a questão do tempo desigual (cerca de um minuto) para o término do desafio em alguns aparelhos. Essa crítica esteve presente nos formulários, incluindo um maior tempo para jogar o desafio. Os alunos pediram, inclusive, ao professor que repetisse esse experimento - tanto porque os retira de suas salas de aula convencionais, tanto porque queriam novamente provarem-se para ganhar o prêmio e a medalha. Isso demonstra a validade das técnicas de *gamificação*, onde a recompensa gera motivação e engajamento.

Nesse momento, apenas 3% dos estudantes afirmaram não reconhecer a relação da Física com o meio ambiente contra 32% na pesquisa preliminar. Mas, mais do que responder formulários e participar dessas atividades, é preciso que haja educação ambiental contínua, não apenas na disciplina de Física. Contudo, foi perceptível o interesse dos alunos, depois de terem jogado o Digoreste e passado pela experiência da aula com abordagem da aprendizagem significativa, em observarem o mundo e os ecossistemas pela ótica da Física, atravessando a barreira das fórmulas e cálculos debatidos na maioria das aulas.

#### 4.2.4 Alterações na arquitetura

Depois de realizado o experimento, entendeu-se que algumas alterações a nível de arquitetura do sistema deveriam ser realizadas. Por exemplo, a separação maior entre os papéis administrador e colaborador. Então, uma nova distribuição de tarefas é como mostra a Figura 38.

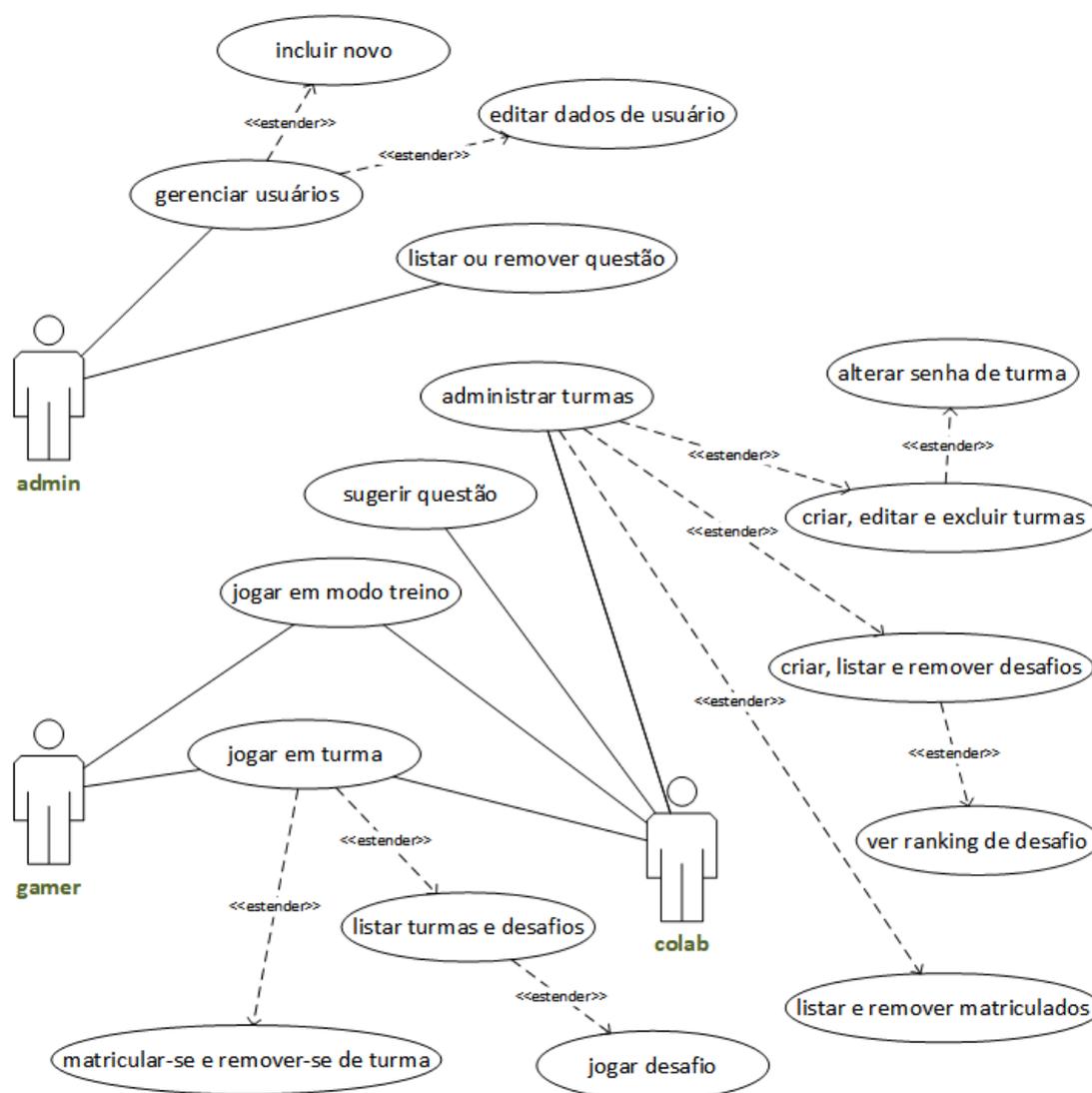


Figura 38: Diagrama de casos de uso - nova versão.

O colaborador agora é o especialista e único responsável por validar-se, ou seja, de incluir ou não uma questão no sistema e de criar turmas. Ele já a cadastra com o *status* aprovada. Entendeu-se que o administrador é responsável única e exclusivamente da manutenção do software, e não do conteúdo - deixando isso a cargo do outro perfil.

Também, o banco de dados de questões contendo 52 originalmente, mostrou-se limitado, fazendo com que as perguntas fossem repetindo-se em demasia, cansando e por vezes irritando o jogador. Então, um fator de aleatoriedade novo foi implementado. As questões inéditas passaram a ser preferência antes de começarem as repetições.

Para satisfazer a curiosidade dos jogadores, um recurso antes não implementado agora o é: na tela de jogo, são contabilizadas e exibidas no canto quantas

foram as questões a ele apresentadas, acertadas, erradas e quantas ele pulou (Figura 39). O *ranking*, antes de acesso por uma única via, agora é disponível à um clique durante o jogo de uma turma em desafio.

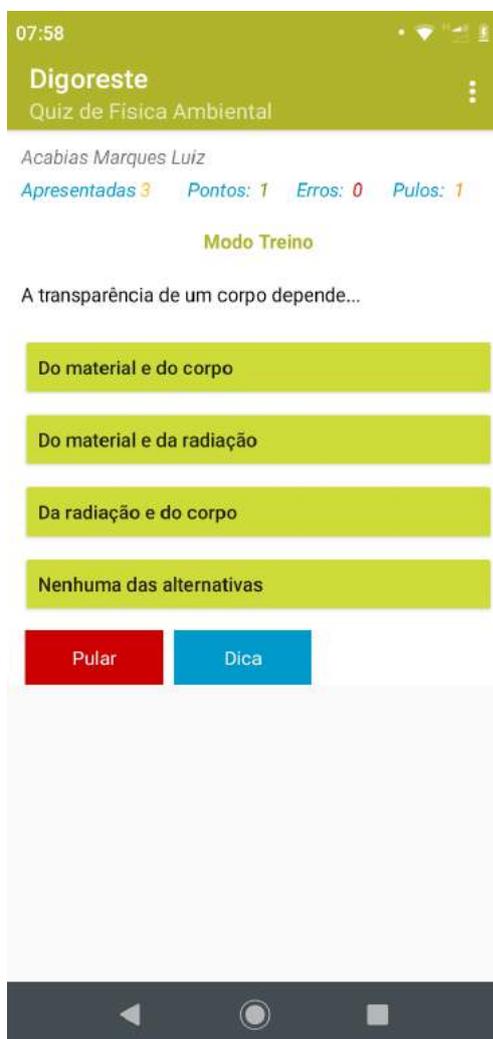


Figura 39: Tela de jogo modificada.

## Capítulo 5

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

De uma revisão na literatura, verificou-se como no Brasil são as iniciativas na Física, e nas ciências ambientais, do uso da tecnologia para a Educação Ambiental. Identificou-se práticas que, entre elas, utilizam jogos digitais e gamificação quando quer-se utilizar meios eletrônicos nas aulas das disciplinas de ciências naturais, além da exposição de conteúdos.

O currículo da disciplina de Física nas escolas permite e quer fomentar a conscientização da responsabilidade do ser humano sobre a manutenção e preservação da natureza. A construção de um jogo em nada prejudica ou se indispõe aos anseios dos diversos projetos políticos pedagógicos. Ao contrário, os jogos encontram neles um espaço aberto para seu desenvolvimento e aplicação.

Disto, e por isto, propôs-se um novo *game* - o Digoreste. Com a metodologia indicada neste trabalho, o professor pode avaliar como os alunos percebem a relação da física com os temas ambientais. O sistema traz uma abordagem mais dinâmica para a Educação Ambiental, levando os estudantes a brincarem, divertirem-se e a desafiarem-se por meio do jogo sério.

O que deve-se evitar é entregar ao sistema, em quaisquer de suas formas, a tarefa de educar. Como apenas mais uma ferramenta, que poderia ser substituída por questionários físicos, o Digoreste tenta trazer utilidade às aulas de Física dos instrumentos que os alunos já trazem consigo. De nada vale o projeto sem o acoplamento entre objeto de aprendizagem (aparelho móvel), o *software* e a intencionalidade do educador.

Esse *game*, no processo de validação em uma escola da rede pública de ensino, conseguiu elevar em certo nível a conscientização sobre a ligação da física com meio ambiente dos estudantes participantes da pesquisa. Por mais que tenha ocorrido o uso da estratégia de aprendizagem mecânica, os desafios propostos pelos professores colaboradores podem contribuir nos estudos para outras formas

de avaliação.

A versão para Android do Digoreste, ainda que não utilizada no laboratório da escola junto às turmas de validação, pode ser instalado nos celulares que o suportam e expandir a experiência que tiveram os alunos para seus lares. O laboratório da escola, com seus sistemas operacionais desatualizados, levaram a priorização dos celulares que os estudantes carregam consigo e a clara vantagem do uso da versão *web* sobre o *app*.

O uso do *smartphone* pessoal fornece individualidade no processo e, como um trabalho futuro, talvez seja interessante modificar a arquitetura do sistema para que o professor consiga ter relatórios de uso do aplicativo pelos estudantes, podendo assim acompanhar à distância o uso, acertos e dúvidas que os alunos possam ter acerca dos conteúdos.

O banco de dados das respostas dos alunos aos questionários preliminar e pós-experimento existe e é amplo. Pode-se futuramente realizar técnicas de descoberta de conhecimento sobre ela, usando ferramentas estatísticas ou algoritmos de inteligência computacional. Assim, identificar tendências e padrões que não são óbvios a primeira vista.

Com este estudo também é possível ver as preferências de jogos dos alunos e o que buscam, e isso que contribui para a construção de uma outra abordagem - ou mesmo outro jogo - sob demanda para esse público, que atenda melhor aos anseios dessa geração. Como trabalhos futuros também sugere-se um maior olhar sobre as questões de acessibilidade no sistema e interatividade.

Um outro aspecto é a flexibilidade do sistema criado, que permite ao professor valer-se da ferramenta também para outras disciplinas e conteúdos. O Digoreste é a base que foi alimentada com questões e dados pertinentes à Física Ambiental, porém isso pode ser diferente à critério do administrador.

# REFERÊNCIAS

ABREU, N. J. A. d.; ZANELLA, M. E.; MEDEIROS, M. D. d. O papel da educação ambiental no desenvolvimento da percepção dos riscos de inundações e prevenção de acidentes e desastres naturais. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 11, n. 1, p. 97–107, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 7.

ALMEIDA, J. P. Formação docente para a promoção da educação ambiental: o caso de uma escola estadual em maceió (al). *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 8, n. 1, p. 114–129, 2014. Citado 3 vezes nas páginas 5, 13 e 14.

ALVES, F. P.; MACIEL, C. Design de colaboração: Um experimento de codesign com o planejamento de atividades educacionais gamificadas. In: *Nuevas Ideas en Informática Educativa. In: nuevas ideas em Informática educativa: Memorias del XXI Congreso Internacional de Informática Educativa, Santiago de Chile*. [S.l.: s.n.], 2016. v. 12, p. 16–25. Citado na página 22.

ALVES, J.; MIRANDA, G. M.; FERREIRA, I. D. M.; SANTE, P.; NUNES, V. B.; FÁVERO, R. Eco trash: Um jogo computacional para auxílio na educação ambiental. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2013. v. 24, n. 1, p. 930. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 20.

ARAÚJO, G.; SILVA, T. R.; ARANHA, E. A construção de jogos digitais na escola: um relato de experiência na formação de professores. In: *Anais do Workshop de Informática na Escola*. [S.l.: s.n.], 2016. v. 22, n. 1, p. 161–170. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 21.

AUSUBEL, D. P. A aprendizagem significativa. *São Paulo: Moraes*, 1982. Citado na página 23.

BATISTA, A. L. F.; BAZZO, W. A. Questões contemporâneas e desenvolvimento de aplicativos móveis: onde está a conexão? *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 8, n. 4, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 21.

BORGES, A. F.; BORGES, M. d. A. C. S.; REZENDE, J. L. P. de; SANTIAGO, T. M. O.; SILVA, S. C. da. Technologies for green revolution are precarious in public education institution. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 10, n. 1, p. 12–19, 2015. Citado na página 11.

BORGES, S. d. S.; REIS, H. M.; DURELLI, V. H.; BITTENCOURT, I. I.; JACQUES, P. A.; ISOTANI, S. Gamificação aplicada à educação: um mapeamento sistemático. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2013. v. 24, n. 1, p. 234–243. Citado na página 17.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm)>. Acesso em: 20 jul. 2017. Citado na página 4.

BRASIL. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.*, Brasília - DF, 2002. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 15.

BUCHINGER, D.; HOUNSELL, M. da S.; DIAS, C. Colaboratividade em um jogo eletrônico para ensino sobre dengue. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2012. v. 23, n. 1. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 20.

BUENO, R.; ARRUDA, R. Educação ambiental. *Eventos Pedagógicos*, v. 4, n. 2, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 7.

CARNEIRO, B. S.; OLIVEIRA, M. A. S.; MOREIRA, R. F. Educação ambiental na escola pública. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 11, n. 1, p. 25–36, 2016. Citado na página 12.

CLEMENT, L.; CARMINATTI, N.; CUSTÓDIO, J.; FILHO, J. A. Possibilidades de se promover a necessidade de pertencimento em aulas de física. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, v. 11, n. 1, p. 26–42, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 29.

CLEOPHAS, M. das G.; CAVALCANTI, E. L. D.; SOUZA, F. N. de; LEÃO, M. B. C. M-learning e suas múltiplas facetas no contexto educacional: Uma revisão da literatura. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 8, n. 4, 2015. Citado na página 21.

CRUZ, C. A. da; MELO, I. B. N. de; MARQUES, S. C. M. A educação ambiental brasileira: história e adjetivações. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 11, n. 1, p. 183–195, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 5.

CULTURA, E. e. T. Secretaria de. *Dicionário Cuiabano*. 2014. Disponível em: <<http://www.cuiaba.mt.gov.br/secretarias/cultura/dicionario-cuiabano/>>. Citado na página 29.

DUARTE, J. G.; MAGALHÃES, H. G. D.; SILVA, L. H. O. da. Análise discursiva das práticas de educação ambiental no ensino fundamental: estudo de caso em uma escola municipal em palmas (to). *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 8, n. 1, p. 30–41, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 9.

EDUCAÇÃO, M. D. *Documento de Área - Ciências Ambientais*. 2016. [Online; postado 28-Novembro-2016]. Disponível em: <[http://www.capes.gov.br/images/documentos/Documentos\\_de\\_area\\_2017/49\\_CAMB\\_docarea\\_2016\\_publ2.pdf](http://www.capes.gov.br/images/documentos/Documentos_de_area_2017/49_CAMB_docarea_2016_publ2.pdf)>. Citado na página 5.

ESCODINO, D. A.; GÓES, A. C. de S. Alfabetização científica e aprendizagem significativa: situação de alunos de escolas estaduais do rio de janeiro com relação a conceitos de biologia molecular. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 18, n. 3, p. 563–579, 2013. Citado na página 23.

FERRARI, A. H.; ZANCUL, M. C. de S. Aproximações entre os contextos local e nacional em práticas de educação ambiental na escola. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 11, n. 1, p. 66–84, 2016. Citado na página 9.

FERREIRA, H. A utilização das tecnologias da comunicação e da informação no trabalho com a educação ambiental: dimensões linguístico-discursivas. *REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, v. 33, n. 3, p. 40–54, 2016. Citado na página 16.

GALLEGO, R.; JACOB, E.; MIGUEL, K.; BOLAKE, M.; AMARAL, A. A utilização do forno solar como instrumento de investigação na educação ambiental. *REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, v. 0, n. 0, p. 189–200, 2014. Citado na página 8.

GERMANO, G. de J.; PIMENTEL, M. S.; MACHADO, N. G.; MELLO, G. J. Meio ambiente, dialética da agroecologia e hortaliças não convencionais como tema transversal no ensino de ciências. *Revista Monografias Ambientais - REMOA*, v. 14, p. 135–146, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 7.

HONORATO, E.; MENDES, C. O. S.; QUADROS, J. R.; CASTANEDA, R.; SOARES, J.; MAURO, R.; DUARTE, S.; OGASAWARA, E. Explorando uma aplicação m-learning para ensino de vetores na física do ensino médio. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2015. v. 26, n. 1, p. 1. Citado na página 21.

JR, W. P. G.; BARROSO, M. F. As questões de física e o desempenho dos estudantes no ENEM. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, scielo, v. 36, p. 1 – 16, 03 2014. Citado 2 vezes nas páginas 11 e 12.

KIEFER, N. I. S.; PILATTI, L. A. Roteiro para a elaboração de uma aula significativa. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 7, n. 1, 2014. Citado na página 23.

LIMA, E. A. Física ambiental: uma análise dos conhecimentos dos alunos da EJA. *Universitas Humanas*, v. 7, n. 1, 2011. Citado na página 11.

LOPES, R. A.; TODA, A. M.; BRANCHER, J. D. Um estudo preliminar sobre elementos extrínsecos e intrínsecos do processo de gamification. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 23, n. 3, 2015. Citado 4 vezes nas páginas I, 17, 19 e 23.

LOUREIRO, C. F. B.; SAISSE, M. Educação ambiental na gestão ambiental pública brasileira: uma análise da sema ao icmbio. *Revista de Educação Pública*, v. 23, n. 52, p. 105–129, 2014. Citado na página 4.

MAGALHAES, T. L. de. Jogos de geotecnologia para o ensino de estudos ambientais no ambiente escolar: experiência de Santarém (PA). *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 11, n. 2, p. 313–323, 2016. Citado 4 vezes nas páginas 6, 16, 18 e 20.

MATIAS, L. A.; NETO, F. A. de O.; MELLO, G. J. Meio ambiente e o ensino de dilatação térmica na perspectiva de um grupo de professores de física do ensino médio. *Revista Monografias Ambientais*, v. 14, p. 236–242, 2015. Citado na página 8.

MELO, M. G. de A.; CAMPOS, J. S.; ALMEIDA, W. dos S. Dificuldades enfrentadas por professores de ciências para ensinar física no ensino fundamental. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 8, n. 4, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 14.

MOREIRA, M. A. *O que é afinal Aprendizagem Significativa? Currículum, La Laguna, Espanha, 2012*. 2013. Citado na página 23.

NANINI, J. A.; CUNHA, C. R.; FORTUNATO, I.; TERRA, C. N. Mudanças climáticas e o ensino de física: contribuições da física na escola. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 12, n. 1, p. 115–122, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 7 e 10.

NEHME, V. G. de F.; BERNARDES, M. B. O ser humano como sujeito ecológico na visão dos alunos do curso técnico em informática integrado ao ensino médio do iftm, campus uberlândia (mg). *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 9, n. 2, p. 461–471, 2014. Citado na página 5.

NETO, J. C.; REINEHR, S.; MALUCELLI, A. Processo de desenvolvimento para jogos eletrônicos educacionais: uma revisão de literatura. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 23, n. 2, p. 84–98, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 21.

NETO, M.; PAULO, I. J. C. de; PAULO, S. de; MUSIS, C. de. Modelagem estatística multivariada dos conceitos relacionados à física ambiental. *Physicae*, n. 11, p. 24–32, 2015. Citado na página 7.

OGAWA, A.; KLOCK, A. C. T.; GASPARINI, I. Avaliação da gamificação na área educacional: um mapeamento sistemático. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2016. v. 27, n. 1, p. 440. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 20.

OLIVEIRA, A. M. M. de; MOREIRA, M. A. Um estudo exploratório para avaliar a dificuldade de problemas em ensino de física utilizando a teoria da carga cognitiva com o auxílio de uma hiperfídia. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 9, n. 1, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.

OLIVEIRA, D. A.; GHEDIN, E.; SOUZA, J. M. O jogo de perguntas e respostas como recurso didático-pedagógico no desenvolvimento do raciocínio lógico enquanto processo de ensino aprendizagem de conteúdos de ciências do oitavo ano do ensino fundamental. *ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, v. 9, n. 2013, p. 1–8, 2013. Citado na página 20.

OLIVEIRA, D. B. O. de. A inter-relação entre pobreza e meio ambiente para o estado de mato grosso. *Revista de Estudos Sociais*, v. 15, n. 29, p. 142–158, 2013. Citado na página 45.

OLIVEIRA, H. C. de; HOUNSELL, M. da S.; KEMCZINSKI, A. Mapeamento sistemático de metodologias de desenvolvimento centrado no usuário para jogos sérios. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2014. v. 25, n. 1, p. 727. Citado na página 22.

OTERO, P. B. G.; NEIMAN, Z. Avanços e desafios da educação ambiental brasileira entre a rio92 e a rio+20. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 10, n. 1, p. 20–41, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 9.

PAZA, A. H.; ROCHA, E. M.; LOURENÇO, A. B.; CRUZ, A. J. A. da; FERREIRA, F. C.; BOTERO, E. Simulador computacional para o ensino de física: o sandbox como ambiente de criação. In: *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2016. v. 5, n. 1, p. 387–390. Citado na página 15.

PEREIRA, B. B.; CAMPOS, F. C. C.; SILVA, L. F. Projetos temáticos e ensino de física: Um estudo a partir de um trabalho realizado na educação básica. In: *XI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis-SC, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. Citado 3 vezes nas páginas 7, 9 e 10.

PEREIRA, P. S. de S.; FORTUNATO, I.; LOURENÇO, C. A educação ambiental em periódicos brasileiros de ensino de física. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 11, n. 2, p. 127–138, 2016. Citado na página 11.

PESSOA, G.; BRAGA, R. O trabalho de campo como estratégia de educação ambiental nas escolas: uma proposta para o ensino médio. *Pesquisa em Educação Ambiental*, v. 7, n. 1, p. 104–122, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 7.

REIS, D. A. dos; SILVA, L. F. Mapeamento de dissertações e teses brasileiras de educação ambiental que tratam do tema mudanças climáticas. *REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, v. 33, n. 1, p. 112–131, 2016. Citado na página 5.

REZENDE, F. G. C.; NUNES, M. M.; BRANCHER, J. D.; JUNIOR, F. de S. Jogo eletrônico e sua influência nas emoções do usuário: Uma análise sobre como os jogos podem estimular emoções relacionadas à aprendizagem. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2013. v. 24, n. 1, p. 265–274. Citado na página 17.

RIATTO, F. B.; MASSONI, N. T.; ALVES-BRITO, A. Um jogo de perguntas e respostas como forma de motivar alunos do ensino médio ao estudo da física: o tópico de mecânica [recurso eletrônico]. In: *Textos de Apoio ao Professor de Física*. [S.l.: s.n.], 2017. v. 28, n. 4, p. 53. Citado na página 23.

ROCHA, R. V. da; ZEM-LOPES, A. M.; PEDRO, L. Z.; BITTENCOURT, I. I.; ISOTANI, S. Metodologia de desenvolvimento de jogos sérios: especificação de ferramentas de apoio open source. v. 24, n. 3, p. 109–124, 2016. Citado 4 vezes nas páginas I, 17, 18 e 22.

Sá, M. A. de; OLIVEIRA, M. A. de; NOVAES, A. S. R. A importância da educação ambiental para o ensino médio. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 10, n. 3, p. 60–68, 2015. Citado na página 12.

SALES, G. L.; LEITE, E. A. M.; VASCONSELOS, F. Quiz online como suporte à aprendizagem de física no ensino médio. In: *Nuevas Ideas en Informática Educativa. In: nuevas ideas em Informática educativa: Memorias del XIX Congreso Internacional de Informática Educativa, Santiago de Chile*. [S.l.: s.n.], 2014. v. 10. Citado na página 20.

SANTOS, A. M.; JÚNIOR, M. F. d. S.; LOPES, E. R. do N. Gamificando a educação ambiental: o desafio jogando verde no instituto federal baiano. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 11, n. 1, p. 246–263, 2016. Citado na página 18.

SANTOS, C. A. d.; VALEIRAS, N. Currículo interdisciplinar para licenciatura em ciências da natureza. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Scielo, v. 36, p. 1 – 12, 06 2014. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 20.

SEIXAS, L. da R.; GOMES, A. S.; FILHO, I. J. M.; RODRIGUES, R. L. Gamificação como estratégia no engajamento de estudantes do ensino fundamental. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2014. v. 25, n. 1, p. 559. Citado na página 22.

SILVA, A. de F. O jogo didático como instrumento para educação ambiental nas séries finais do ensino fundamental: proposta para trabalhar os temas diversidade da vida nos ambientes e diversidade dos materiais. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 11, n. 5, p. 167–183, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 20.

SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M. d. A temática ambiental e as diferentes compreensões dos professores de física em formação inicial. *Ciência e Educação (Bauru)*, scielo, v. 18, p. 369 – 383, 00 2012. Citado 4 vezes nas páginas 6, 10, 13 e 14.

SILVA, R. R. da; LIMA, J. M. de. Análise do tema energia e meio ambiente em livros didáticos de física: um norteador para a elaboração de projetos de sustentabilidade no eja. In: *VIII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Campinas-SP, Brasil: UNICAMP, 2011. Citado na página 11.

SOUSA, B. S. d.; SOUZA, E. A. d. A importância da educação ambiental na proposta pedagógica da educação infantil: um estudo na creche palmeiras em sinop. *Eventos Pedagógicos*, v. 5, n. 2, p. 64–73, 2014. Citado na página 12.

STAUDT, M. V.; MAZZARINO, J. M. Dispositivos audiovisuais na educomunicação socioambiental escolar: Explorações políticas e estéticas. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 11, n. 1, p. 157–172, 2016. Citado na página 15.

TONELLI, E. da S.; SOUZA, M. A. S. de; CARADINI, A. B. Inclusão digital: Acervo e desafios do uso tic's no espaço educacional público. *Revista de Pesquisa Interdisciplinar*, v. 1, n. Esp, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 15.

TORALES, M. A. A inserção da educação ambiental nos currículos escolares e o papel dos professores: da ação escolar a ação educativo-comunitária como compromisso político-ideológico. *REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, p. 1–17, 2013. Citado na página 9.

TRAJBER, R.; MENDONÇA, P. R. O que fazem as escolas que dizem que fazem educação ambiental. *Coleção educação para todos. Série avaliação*, n. 6, 2007. Citado na página 8.

UHMANN, R.; ZANON, L. Ações pedagógicas no ensino de física como foco na educação ambiental. *REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, v. 29, n. 0, 2012. Citado na página 12.

VELHO, A. R.; MAURELL, J.; BARWALDT, R.; ROSA, V. Um estudo sobre a questão ambiental do descarte de medicamentos: utilizando a tecnologia da informação e comunicação no ambiente escolar. *REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, v. 33, n. 3, p. 21–39, 2016. Citado na página 16.

VENDRUSCOLO, G.; CONFORTIN, A.; MANICA, K.; ARESI, D. Concepção e práticas de professores sobre educação ambiental em escolas públicas. *REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, v. 30, n. 2, p. 49–63, 2013. Citado na página 11.

VIEGAS, M. A. C.; VIEIRA, M. B.; SILVA, R. L. de Souza da. Ferramenta de apoio ao ensino de física utilizando realidade aumentada. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 20, n. 3, 2012. Citado na página 21.

VOICHICOSKI, M. S. R.; MORALES, A. G. Análise das pesquisas recentes (2000 a 2010): da relação entre educação ambiental e livro didático. *Olhar de Professor*, Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino, v. 14, n. 2, 2011. Citado na página 11.

WATANABE-CARAMELLO, G.; STRIEDER, R. B. Elementos para inserir as questões ambientais em aulas de física: da prática baseada em temas à complexificação do conhecimento. *Pesquisa em Educação Ambiental*, v. 6, n. 2, p. 101–117, 2012. Citado 4 vezes nas páginas 6, 10, 12 e 14.

WIRZBICKI, S.; BOFF, E.; PINO, J. D. Educação ambiental como eixo norteador dos conteúdos de ciências. *Pesquisa em Educação Ambiental*, v. 10, n. 2, p. 22–35, 2015. Citado 3 vezes nas páginas 6, 7 e 9.

WRUBLACK, S.; XAVIER, A.; MERCANTE, E.; BOAS, M. V. As ferramentas de geoprocessamentos como recurso didático e suas possíveis contribuições para a educação ambiental. *REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, v. 0, n. 0, p. 201–213, 2014. Citado na página 16.

YAMAZAKI, S. C.; YAMAZAKI, R. M. de O. Jogos para o ensino de física, química e biologia: elaboração e utilização espontânea ou método teoricamente fundamentado? *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 7, n. 1, 2014. Citado 3 vezes nas páginas 17, 19 e 45.

# Apêndice A - Questionário Inicial

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

## QUESTIONÁRIO

AOS ALUNOS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO DA ESCOLA ESTADUAL  
MARECHAL EURICO GASPAR DUTRA EM BARRA DO GARÇAS, MT

**Turma:** \_\_\_\_\_ **Idade:** \_\_\_\_\_

**01 – Você sempre estudou em escola pública?**

Sim  Não  Indiferente

**02 – Em sua opinião, qual o principal problema ambiental que nossa sociedade enfrenta?**

-----  
-----

**03 – Você considera que o ser humano tem parcela de responsabilidade nesse problema?**

Sim  Não  Indiferente

**04 – Você acredita que sua escola como um todo possui boas políticas ambientais e se preocupa com o meio-ambiente?**

Sim  Não  Indiferente

**05 – O meio-ambiente foi ou é tema em quais disciplinas suas?**

-----  
-----

**06 – Você considera que estudar Física tem relação com o estudo do meio-ambiente?**

Sim  Não  Indiferente

**07 – Os temas ambientais fizeram parte em algum momento das suas aulas de Física durante o seu período no Ensino Médio?**

Sim  Não  Indiferente

**08 – Você já jogou algum jogo educativo no celular?**

Sim  Não  Indiferente

**09 – Você acredita que um jogo de celular pode ajudar no estudo de Física?**

Sim  Não  Indiferente

**10 – Para você, o que um bom jogo deve ter?**

-----  
-----

# Apêndice B - Questionário Final

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

## QUESTIONÁRIO PÓS-EXPERIMENTO

AOS ALUNOS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO DA ESCOLA ESTADUAL  
MARECHAL EURICO GASPAR DUTRA EM BARRA DO GARÇAS, MT

**Turma:** \_\_\_\_\_ **Idade:** \_\_\_\_\_

**01 – Você considera que o ser humano tem parcela de responsabilidade nos problemas ambientais?**

Sim  Não  Indiferente

**02 – Quem deve resolver os problemas ambientais?**

-----  
-----

**03 – Você considera que estudar Física tem relação com o estudo do meio ambiente?**

Sim  Não  Indiferente

**04 – Você considera que jogos como o Digoreste podem ajudar na aprendizagem de Física?**

Sim  Não  Indiferente

**05 – Você consegue indicar uma qualidade do Digoreste?**

-----  
-----

**06 – Você consegue indicar um defeito do Digoreste?**

-----  
-----

**07 – Pra você, o que precisa melhorar no Digoreste?**

-----  
-----