



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE NACIONAL PARA ENSINO DAS
CIÊNCIAS AMBIENTAIS

ERIC BERNARDINO GADELHA ROCHA

GO.FLORESTA: GAME EDUCACIONAL AGROFLORESTAL PARA ENSINAR
SUCCESSÃO ECOLÓGICA

RECIFE
2022

ERIC BERNARDINO GADELHA ROCHA

**GO.FLORESTA: GAME EDUCACIONAL AGROFLORESTAL PARA ENSINAR
SUCESSÃO ECOLÓGICA**

Trabalho de Conclusão Profissional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências Ambientais.

Área de concentração: Ensino de Ciências Ambientais.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Walma Nogueira Ramos Guimarães

Coorientadora: Prof^a. Dr^a Jarcilene Silva de Almeida

RECIFE

2022

Catálogo na Fonte:
Bibliotecário Bruno Márcio Gouveia, CRB-4/1788

Rocha, Eric Bernardino Gadelha
Go.Floresta : *Game* educacional agroflorestal para ensinar sucessão ecológica / Eric Bernardino Gadelha Rocha. - 2022.

38 f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Walma Nogueira Ramos Guimarães

Coorientadora: Profa. Dra. Jarcilene Silva de Almeida.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais, Recife, 2022.

Inclui referências.

1. Educação ambiental. 2. Agroecologia. 3. Jogos educativos. I. Guimarães, Walma Nogueira Ramos (orientadora). II. Almeida, Jarcilene Silva de (coorientadora). III. Título.

363.70071

CDD (22.ed.)

UFPE/CB-2022-076

ERIC BERNARDINO GADELHA ROCHA

**GO.FLORESTA: GAME EDUCACIONAL AGROFLORESTAL PARA ENSINAR
SUCESSÃO ECOLÓGICA**

Trabalho de Conclusão Profissional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Ambientais.

Aprovada em: 28 / 02 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Walma Nogueira Ramos Guimarães (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Otacílio Antunes Santana (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Flávia Carolina Lins da Silva (Examinadora Externa)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

RESUMO

Ações para o enfrentamento da crise ambiental vivenciada estão presentes em diversas conferências globais, em especial da Agenda Mundial organizada pela Cúpula das Nações Unidas em que deu origem a 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável. Em especial, a ODS 12 que se intitula 'Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis', norteia o presente trabalho em busca de soluções sustentáveis para o ambiente, por meio da educação, ao modelo convencional de produção agrícola através do emprego dos denominados Sistemas Agroflorestais (SAF). Os SAFs são trazidos como resposta a essa demanda, fundamentada no cultivo de espécies agrônômicas em conjunto com a construção de uma floresta, em colheitas sustentáveis. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver um jogo digital que simule o processo de sucessão ecológica por meio de técnicas da permacultura em um processo de recuperação sustentável de uma área degradada. O *game* "Go.Floresta" foi desenvolvido na plataforma *Unity*, um *software* para o desenvolvimento e programação por meio de APIs (Interface de Programação de Aplicações) de códigos abertos. A partir da riqueza de espécies da Agrofloresta Experimental da UFPE o jogo foi proposto para estudantes do ensino fundamental II (6º ao 9º ano). O jogador realiza o plantio adequado de espécies vegetais realizando podas e trocas de sementes, assim como em uma agrofloresta. Propusemos os princípios da gamificação de McGonigal com proposta para a alfabetização científica e sensibilização com desafios, estratégias e recompensas. A validação foi realizada sob a luz da Aprendizagem Móvel de Sharples com professores da rede básica e seguindo os critérios da CAPES, dentro deles, o *game* foi considerado adequado por unanimidade em Aderência, Impacto e Inovação, tendo alta pontuação no critério Facilidade em ser aplicado nas escolas e outros espaços de aprendizagem. De todo modo, o *game* Go.Floresta, foi tido como um ótimo recurso tecnológico de aprendizagem móvel, que oportuniza o docente interagir com seus estudantes, promovendo o diálogo e engajamento, que contribuem para o conhecimento sobre sucessão ecológica.

Palavras-Chave: Sistema Agroflorestal; Sustentabilidade; TDICs; Cibercultura; Gamificação; Água.

ABSTRACT

Actions to face the environmental crisis experienced are present in several global conferences, especially the World Agenda organized by the United Nations Summit, which gave rise to 17 Sustainable Development Goals. In particular, SDG 12, entitled 'Ensuring sustainable production and consumption patterns', guides the present work in search of sustainable solutions for the environment, through education, to the conventional model of agricultural production through the use of the so-called Systems Agroforestry (SAF). The SAFs are brought in response to this demand, based on the cultivation of agronomic species together with the construction of a forest, in sustainable harvests. Thus, the present work aimed to develop a digital game that simulates the process of ecological succession through permaculture techniques in a process of sustainable recovery of a degraded area. The game "Go.Floresta" was developed on the Unity platform, a software for development and programming through open source APIs (Application Programming Interface). Based on the species richness of the Experimental Agroforestry at UFPE, the game was proposed for elementary school II students (6th to 9th grade). The player performs the proper planting of plant species performing pruning and seed exchanges, as in an agroforestry. We proposed McGonigal's gamification principles with a proposal for scientific literacy and awareness with challenges, strategies and rewards. The validation was carried out in the light of Sharples' Mobile Learning with elementary school teachers and following the CAPES criteria, within them, the game was unanimously considered adequate in Adherence, Impact and Innovation, having a high score in the Ease of application criterion. in schools and other learning spaces. In any case, the game Go.Floresta was seen as a great technological resource for mobile learning, which provides the opportunity for teachers to interact with their students, promoting dialogue and engagement, which contribute to knowledge about ecological succession.

Key words: Agroforestry System; Sustainability; TDICs; Cyberculture; Gamification; Water.

SUMÁRIO

1	DIAGNÓSTICO CONTEXTUAL E DEMANDA DO PRODUTO TÉCNICO E TECNOLÓGICO.....	07
1.1	DEMANDA SOCIOAMBIENTAL.....	07
1.2	DEMANDA EDUCACIONAL.....	13
1.3	USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM.....	14
2	PROTOTIPAÇÃO DO PRODUTO TÉCNICO E TECNOLÓGICO.....	18
2.1	SELEÇÃO DE ESPÉCIES VEGETAIS DO SAFe-UFPE.....	19
2.2	DESENVOLVIMENTO DO GAME GO.FLORESTA: DESIGN.....	21
2.3	DESENVOLVIMENTO DO GAME GO.FLORESTA: PROGRAMAÇÃO.....	25
3	APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO PRODUTO TÉCNICO E TECNOLÓGICO.	27
3.1	ANÁLISE DO FORMULÁRIO DE VALIDAÇÃO DOS PROFESSORES.....	28
3.2	JOGO DIGITAL A LUZ DA TEORIA DA APRENDIZAGEM MÓVEL.....	33
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	34
	REFERÊNCIAS.....	35

1 DIAGNÓSTICO CONTEXTUAL E DEMANDA DO PRODUTO TÉCNICO E TECNOLÓGICO

1.1 DEMANDA SOCIOAMBIENTAL

O Brasil com a maior floresta tropical do mundo e possuindo uma das maiores riquezas em termos de biodiversidade, ainda sofre com catástrofes naturais recorrentes e de grandes proporções, por vezes, gerados pela conduta humana (CAVALCANTI FILHO & MELO, 2020). Em uma passagem rápida por alguns fatos no país, podemos destacar o desastre da Samarco na cidade de Mariana (MG) em 2015 e da empresa Vale em Brumadinho (MG) em 2019, além do aumento de queimadas e desmatamento na Amazônia em 2020 e as fortes chuvas que provocaram grandes enchentes e degradação ambiental na cidade de Olinda (PE) em 2021 (HELLER, 2019, FUCHS, 2020, SENA & RAIMUNDO, 2021). Esses eventos de grande impacto no meio ambiente e seus desdobramentos atingiram tanto a população urbana com causas pessoais e sofrimentos coletivos quanto os ecossistemas, com grandes impactos diretos de diferentes amplitudes, como as 270 pessoas mortas ou os 12 milhões de metros cúbicos de rejeitos despejados em Brumadinho. Essas situações pressionam o desenvolvimento político, social e econômico das suas respectivas cidades, em busca de propostas que atenuem os riscos à saúde da população respeitando o meio ambiente.

Nesse sentido, na época em que vivemos ações para o Desenvolvimento Sustentável das cidades e principalmente das atividades econômicas são emergentes em busca da qualidade de vida da sociedade atual e das próximas gerações. Um grande marco nesse processo é que muda a perspectiva da relação com o planeta Terra, com a população e a transformação social pensando nas práticas com o mundo, aconteceu em 2015, com a agenda mundial organizada pela Cúpula das Nações Unidas, criando os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para a população global. Dentre os objetivos, foram elencadas ações de reparos e equilíbrio das desigualdades mundiais como urgentes, originando 17 Objetivos para a humanidade, que abordam diferentes formas para se alcançar a sustentabilidade (ONU, 2021; RAEDER & MENEZES, 2019).

Esses objetivos firmaram um acordo mundial em busca da redução da pobreza e do desenvolvimento socioeconômico sustentável até o ano de 2030. Para isso, cada

um dos objetivos aborda um eixo diferente, como educação de qualidade, promoção da saúde, bem-estar e ações contra a mudança global do clima. Em especial, o objetivo 12 norteia o presente trabalho, e se intitula assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis (ONU, 2021), sendo considerada aqui, a permacultura como processo que anda em comunhão com o desenvolvimento duradouro sem comprometer o futuro, em um sistema de cultivo de vegetais que podem ser projetados para ambientes urbanos e rurais, enriquecendo o desenvolvimento social enquanto se respeita o ambiente. Cesar e Alfinito (2018, p.87) chamaram atenção para o desenvolvimento que “a riqueza é avaliada a partir de indicadores relacionados com a preservação, viabilidade ecológica e justiça social”, princípios que são amparados dentro do cultivo da permacultura.

A crise ambiental é também um resultado da negação do planeta como um local de recursos finitos, ela é uma dificuldade vivenciada diante da forma como a economia global se comporta em relação ao consumo de recursos naturais e os hábitos de vida que se instauraram na sociedade. Partindo do histórico das discussões em defesa das causas ambientais, no ano de 1972, em Estocolmo, foi realizada a primeira Conferência das Nações sobre o Ambiente Humano. O que resultou na construção da Declaração sobre o Ambiente Humano, também chamada de Declaração de Estocolmo, propondo que tanto as gerações presentes como as futuras tenham reconhecidos, como direito fundamental, à vida num ambiente sadio e não degradado (TAMANES, 1977).

Seguindo o que iria se tornar uma grande agenda mundial, em 1975, a UNESCO promoveu o Encontro Internacional em Educação Ambiental, que aconteceu em Belgrado. Esse encontro resultou na criação do Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA), onde foram formulados princípios para a Educação Ambiental mundial, de modo que ela deve ser: contínua, multidisciplinar, integrada às diferenças regionais e voltada para os interesses nacionais (ROCHA; CRUZ; LEÃO, 2015).

Para a construção do pensamento sustentável, é necessária uma reflexão desenvolvida de forma individual e coletiva seguida por uma posterior mudança prática das ações. Beck e Pereira (2012, p. 62) afirmam que: “para atingir o desenvolvimento sustentável, seria necessária uma maior preocupação relacionada às atitudes de consumo individuais, respeito aos limites da natureza e a necessidade de pensar e agir de modo mais altruísta”.

Nesse contexto, em busca de alternativas viáveis para enfrentar problemas locais e globais adotando melhores formas de interagir com o meio ambiente, foi tomada a Permacultura, chamada em tradução livre de “Agricultura que permanece” por Bill Mollison e David Holmgren (1970), seus como criadores. Eles sistematizam seu uso inicialmente na década de 1970. Em uma perspectiva atual e brasileira, Costa e colaboradores (2021) entendem a permacultura como um:

“meio de reconhecer padrões naturais, desenvolver técnicas de manejo, aproveitar os recursos naturais e desenvolver ambientes humanos de forma produtiva e sustentável, em equilíbrio com o ecossistema” (COSTA, *et al.* 2021, p. 208).

Esse sistema de cultivo é inspirado nos processos naturais de sucessão ecológica, respeitando as características e condições necessárias de cada espécie vegetal, formando um cultivo biodiverso, onde o seu planejamento propõe três princípios básicos, que envolvem o Cuidado com a terra, Cuidado com as pessoas e o Cuidado com o Futuro (HARLAND, 2018). Dentro dessa expectativa, é aberto um caminho para que possamos alcançar as ODS, por meio desses ambientes, chamados de Sistemas Agroflorestais (SAF), sendo apresentados como uma alternativa para enfrentar a problemática em decorrência da crise ambiental em que se envolvem mudanças climáticas e desastres ambientais.

O SAF tem como fundamento o cultivo de espécies agrônômicas em conjunto com a construção de uma floresta, produzindo colheitas de forma sustentável, fazendo uso adequado do solo (especialmente e temporalmente) e da diversidade de espécies vegetais com altos níveis de interações ecológicas, mimetizando sistemas naturais e permitindo um sistema de cultivo eficaz.

Mesmo se tratando de uma atividade realizada por diversos povos tradicionais, a Permacultura foi sistematizada pelos australianos Bill Mollison e David Holmgren entre as décadas de 60 e 70, durante um forte período de discussão da crise ambiental, onde seus estudos culminaram na publicação do título: Introdução à Permacultura, em 1981, dividido em 15 panfletos abordando paisagens úmidas, secas e diversos empregos da Permacultura para equilíbrio ambiental (MOLLISON, 1981; NEME, 2014).

A base da palavra permacultura refere-se à agricultura, uma agricultura permanente, e assim Mollison (1998) a define da seguinte forma:

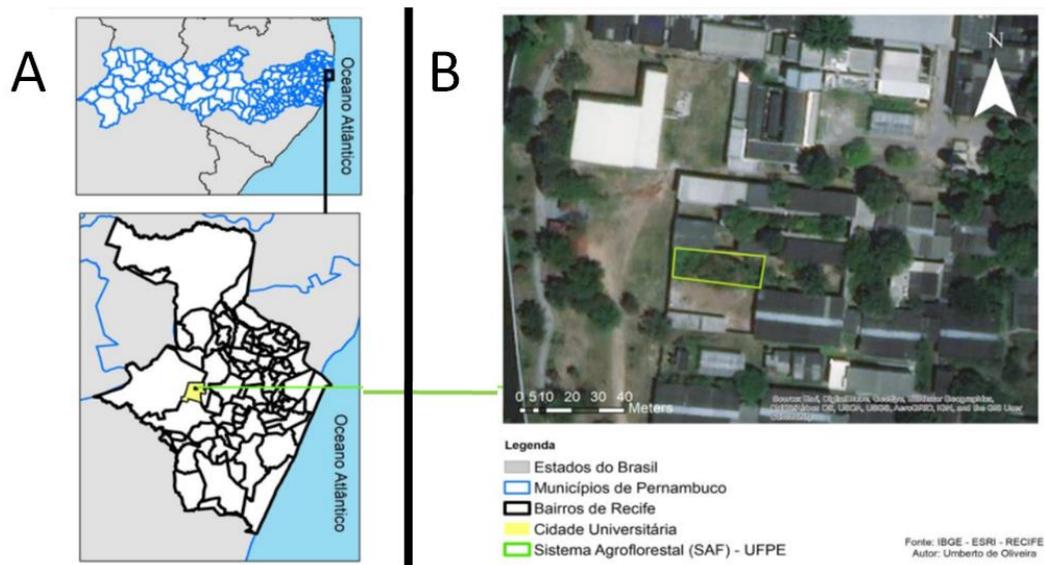
“...com David Holmgren, desenvolvi uma estrutura de trabalho para um sistema agrícola sustentável, baseado na policultura de árvores perenes, arbustos, ervas, vegetais fungos e tubérculos, para qual o criamos a palavra Permacultura” (MOLLISON, 1998, p. 9).

O brasileiro Fernando Neme (2014), com uma perspectiva mais humana, define a Permacultura como algo mais próximo a uma cultura permanente:

“...uma técnica de planejamento ambiental com fundamentos éticos e princípios de conduta. Seu objetivo é desenvolver áreas humanas produtivas de forma sustentável, respeitando os ciclos naturais e o equilíbrio dos biomas. Seus métodos de planejamento são diversificados e dinâmicos, necessitando sempre de adaptações locais via observação e estudo da paisagem.” (NEME, 2014, p. 7).

No ano de 2010, o Coletivo Guazuma construiu o Sistema Agroflorestal Experimental da Universidade Federal de Pernambuco (SAFE-UFPE) (Figura 1), dentro do Centro de Biociências da própria universidade (-8.050262, -34.949054). O espaço funciona como jardim pedagógico autogestionado por estudantes de graduação e pós-graduação da instituição, visitantes e apoio de professores da UFPE. Ele é utilizado por todos os envolvidos, além de visitantes de diferentes níveis de ensino, como escolas da rede básica de ensino (ensino fundamental I, II e médio), inclusive instituições de graduação e pós-graduação de outras instituições (SANTANA, *et al.* 2017). As vivências envolvem práticas de aula contemplando áreas do ensino como ciência, geografia, história, química, bem como conteúdo específico da ecologia, botânica, bioquímica do solo ou micologia, além de ser aproveitado como ambiente de descanso e contemplação da natureza dentro do espaço universitário (BENTO, 2018).

Figura 1 - Localização do SAFe da UFPE, situado no bairro da Várzea, zona oeste de Recife/PE.



Fonte: OLIVEIRA, 2018.

O SAFe possui uma área de 525 metros quadrados, com alguns espaços de cultivo de espécies perenes enquanto há espécies itinerantes aproveitando todos os fatores ambientais, como chuva e incidência solar (SANTANA, *et al.* 2017; CAVALCANTI FILHO & MELO, 2020). Se considerarmos outros espaços que tiveram intervenções agroecológicas dentro do Centro de Biociências, a área passa para aproximadamente 1.500 metros quadrados.

Além dos valores mencionados para um sistema agroflorestal, ele também surge como uma fonte de pesquisa para produção científica (trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses) e extensão universitária nas áreas das ciências naturais (CAVALCANTI FILHO & MELO, 2020). Chamado de laboratório vivo pelos seus frequentadores, o SAFe é utilizado em pesquisas científicas, atividades educativas que atende a rede básica de ensino não vinculada à universidade e outras ações abertas à comunidade e público geral de visitantes. Entre as práticas realizadas que unem à agricultura e a educação, Moraes e colaboradores (2020) destacam:

“papel fundamental na organização e continuidade do espaço didático, por meio de mutirões agroecológicos, projeto de extensão, oficinas, minicursos, eventos e trabalhos acadêmicos a nível nacional, atividades de educação ambiental com escolas públicas e particulares da região, práticas de saúde integrativa e bem-estar, bazar para aquisição de recursos para manutenção do espaço e parceiro de pesquisa e ações de laboratórios e eventos sustentáveis” (MORAES, 2020).

Desta forma, esse tipo de cultura se apresenta como um modo para enfrentar as problemáticas ambientais, trazendo o sistema agroflorestal como ferramenta em busca de soluções saudáveis para o ambiente e educação.

Na busca de comungar ações sustentáveis e educacionais, sobretudo tomando como base um sistema agroflorestal como objeto de estudo, e um *game* educacional para celular como artefato digital para os professores utilizarem como recurso didático em suas aulas presenciais e virtuais, o produto tecnológico foi fundamentado nas competências dispostas para o ensino básico tratadas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (2017) relacionado às Ciências da Natureza e suas tecnologias, desenvolvendo as habilidades (Quadro 1), tendo em vista aspectos presentes na estrutura, jogabilidade e discussões envolvendo o jogo.

Quadro 1 - Habilidades da BNCC que fundamentam o *game* educacional como recurso didático vinculado ao SAF

Código de Habilidade	Habilidade a ser desenvolvida
EF02CI04	Descrever características de plantas e animais (tamanho, forma, cor, fase da vida, local onde se desenvolvem etc.) que fazem parte de seu cotidiano e relacioná-las ao ambiente em que vivem.
EF02CI04	Investigar a importância da água e da luz para a manutenção da vida de plantas em geral.
EF02CI04	Identificar as principais partes de uma planta (raiz, caule, folhas, flores e frutos) e a função desempenhada por cada uma delas, e analisar as relações entre as plantas, o ambiente e os demais seres vivos
EF05CI03	Selecionar argumentos que justifiquem a importância da cobertura vegetal para a manutenção do ciclo da água, a conservação dos solos, dos cursos de água e da qualidade do ar atmosférico

Fonte: Base Nacional Comum Curricular, 2017.

1.2 DEMANDA EDUCACIONAL

A fim de responder as demandas ambientais, foram escolhidos dois instrumentos para potencializar o processo de ensino e aprendizagem, tendo em vista o desenvolvimento de uma visão ecológica, considerando contemplar atividades presenciais e virtuais, sendo eles: o 1) SAFe como espaço não-formal de ensino, permitindo o desenvolvimento de diversos tipos de habilidades singulares, o que só é possível em um ambiente que permita maior autonomia do estudante (GOHN, 2006); e 2) o *game* como um recurso digital, considerando a possibilidade de produção, publicação e divulgação de conteúdos curriculares, contextualizado em um novo espaço.

Para que os recursos digitais sejam utilizados da melhor forma, Souza (2021) ressalta a importância do espaço que deve ser cedido pelos docentes para que os estudantes expressem seus conhecimentos:

“A tecnologia propicia ao professor atuar de forma diferente em sala de aula, é possível instigar os alunos a desenvolver pesquisas, investigações, críticas, reflexões, aprimorar e transformar ideias e experiências, não é preciso que professores se tornem donos da verdade e do conhecimento, mas sim parceiros de seus alunos, andando juntos em busca de um mesmo propósito: o conhecimento e a aprendizagem.” (SOUZA, 2021, p 77).

A partir da união de espaço não-formal e de recursos digitais relacionados à educação, é aberto ao diálogo para a alfabetização científica. Rocha (2008, p. 62) ressalta as instituições formais de ensino, considerando que: “ela não é capaz de fazer isso sozinha, uma vez que, o volume de informação é cada vez maior, por isso a importância de uma parceria desta com outros espaços onde se promove a educação não-formal”. Partindo desse princípio, em que o grande volume de informações vindas da escola, além daquelas que surgem diariamente de diversas maneiras por meio das mídias sociais, internet, TV entre outros recursos tecnológicos (BRANCO, *et al.* 2020), não contempla sozinha o conhecimento científico que alcance os estudantes, por vezes, formando uma lacuna na compreensão do discurso científico. Sendo as tecnologias digitais de aprendizagem uma alternativa de colaborar para a formação de conceitos abstratos através da ampliação de alternativas, como os *games*.

1.3 USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM

As tecnologias digitais devem ser um recurso que contribua com educadores, e segundo a UNESCO (2013), as tecnologias móveis podem enriquecer e expandir as oportunidades de aprendizagem em diversos contextos. Enquanto isso, nas escolas e instituições brasileiras de ensino superior, há uma constante demanda para que haja uma atualização, e por vezes, uma incorporação de práticas pedagógicas que façam uso de recursos digitais como diferentes formas de abordagem (PISCHETOLA, 2016).

Sendo assim, é necessário refletir a respeito da criação e fortalecimento, do que pode ser considerada a cibercultura escolar, a cultura digital que integra escola e estudantes. Entendendo a cibercultura como “a cultura contemporânea estruturada pelo uso das tecnologias digitais em rede nas esferas do ciberespaço e das cidades” (SANTOS, 2011, p. 78), em que foi adotada a esfera educacional entre os ambientes que os estudantes vivem. Tendo em vista que a cultura é resultado de algo criado pelo ser humano em determinada sociedade e tempo histórico, sendo assim, abraçando a proposta que tem por objetivo integrar e fortalecer a comunidade escolar, que constrói enquanto é produzido um alicerce para a cultura digital escolar, sendo mais que um espaço de interação e aprendizagem.

Para que isso aconteça, deve ser considerada a dimensão do protagonismo juvenil no ambiente escolar, Naumann (2016) ressalta três aspectos importantes da cultura digital:

“1) a possibilidade da autoria como produção própria de conhecimento; 2) a oportunidade de acesso à informação e de elaboração autoral dos conteúdos acessados, como forma de participação e protagonismo; 3) a autoria como inclusão digital”. (Naumann, 2016, p. 26)

Assim, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) ampliam as noções de educação, pedagogia e do currículo para além do ambiente escolar.

Na visão de Santos e Sales (2017) é necessário entender as TDICs como recursos diversos e flexíveis, que envolvem conexões sem fio, internet e a informática, que integram diferentes mídias de comunicação. Ela envolve sons, imagens, textos ou qualquer tipo de mídia que são do mundo digital ou analógico, mas que são

disseminados pela sociedade, sendo mais uma forma de cultura, a cibercultura (LÉVY, 2010).

Refletindo a educação dentro deste contexto tecnológico, os recursos digitais e suas diversas formas de abordagem e mídias devem ser pensados como mais uma alternativa facilitadora para o profissional docente. Em busca de um processo de ensino e aprendizagem que se faça de forma satisfatória e significativa para todos os envolvidos.

Aparelhos como *smartphones*, *tablets* e computadores dão acesso ao consumo e produção de mídias, onde os discentes, “nativos digitais”, requerem professores de ensino básico com propostas integrativas com suas realidades, baseadas em linguagens que comportem as TDICs junto à educação real (PIRES, 2018).

No que diz respeito à abordagem metodológica para uso de tecnologias, a gamificação se apresenta como um procedimento ativo com possibilidade educacional que não se limita à construção de jogos online, mas pode ser definida como utilização de ferramentas e estratégias de jogos para resolução de problemas e estímulo à motivação à participação coletiva. A gamificação se constitui na utilização da mecânica dos *games* em contextos de não-*games*, de modo a criar espaços escolares e não-escolares de aprendizagem mediados pelo desafio, pelo prazer e entretenimento (ALVES; TEIXEIRA, 2014).

Como relata McGonigal (2012), os *games* podem transformar o mundo e a educação, considerando as diversas plataformas digitais que existem, como celulares e computadores, a gamificação é muito bem-vinda e tem uma grande importância como recurso motivador para os estudantes, ocasionando entusiasmo dentro dos desafios que são propostos. É necessário compreender que diversificar abordagens é necessário, inclusive a utilização do método cartesiano de acordo com a necessidade da turma.

Ainda segundo McGonigal (2012), parte dos estudantes têm mais prazer em jogar *games* digitais do que acompanhar aulas. A respeito disso, podemos constatar sobre o relacionamento desses estudantes com a cibercultura, e todo o universo que se cria em torno de jogos. Para Firme e Maia (2009) há possibilidades de integrar interatividade e jogos com as atividades em sala de aula. Um aspecto dos jogos é a capacidade de incentivar os estudantes a cumprir atividades e conquistar recompensas, de modo muitas vezes colaborativo, buscando alcançar os objetivos de aprendizagem em comum (FELICE, 2009). Desse modo, podemos considerar que

jogos educacionais são um novo espaço para a construção de novos conceitos, colaborando com as vivências na sala de aula.

Um exemplo dessa aplicabilidade dos jogos foi proposto por Firme e Maia (2019), que criaram um ambiente de aprendizagem com uma sequência didática por meio de tarefas e missões, onde a temática foi “Os mistérios da Terra” utilizando o jogo Minecraft. A atividade teve por objetivo investigar as camadas e formação da Terra, e foi realizada com turmas do ensino fundamental II, da rede municipal de Belford Roxo/RJ. Na atividade, nas palavras dos autores, foi possível notar uma convergência entre a disciplina de Ciências e a Linguagem digital, além de que, houve o processo de desenvolvimento da autonomia de aprendizado dos estudantes para realizar as missões, além do trabalho colaborativo entre as equipes.

Vale considerar que as tecnologias digitais ainda permitem uma série de possibilidades que podem transformar o ambiente onde elas estão inseridas, criando novas relações e modificando aquelas existentes entre os autores envolvidos no processo de aprendizagem, alcançando professores, alunos e o conteúdo (BACICH; TANZI NETO; TREVISANI, 2015). E seguindo as reflexões de Sharples (2007) a respeito da aprendizagem móvel, com foco na relação dialética entre tecnologia e aprendizagem, trataremos a aprendizagem enquanto ao engajamento do aprendiz com a tecnologia, em que esta funciona como um agente interativo do processo de conhecimento, de reflexão, de mediação entre pares.

Esta teoria articula, através dos vértices de seus triângulos, vários agentes que promovem a aprendizagem móvel:

- a. Instrumento/artefato – controle/regras de uso – comunicação/papéis dos sujeitos na aprendizagem;
- b. Instrumento/artefato – sujeito que aprende – objeto da aprendizagem;
- c. Sujeito que aprende – objeto da aprendizagem – contexto de aprendizagem;
- d. Sujeito que aprende – controle/regras de uso – contexto de aprendizagem;
- e. Contexto de aprendizagem – comunicação – objeto da aprendizagem.

A fim de dialogar com as correntes construtivistas ecoformadora e tecnológica, utilizamos as ideias de Sharples *et al.* (2005) para construir o *game* educacional sob a luz e perspectivas da Teoria da Aprendizagem Móvel - TAM de Sharples, também chamado de *Mobile learning* ou *m-learning*, onde o foco está envolvido na

aprendizagem através da construção do conhecimento usando de múltiplos contextos entre pessoas e tecnologias que permitem interação (SHARPLES, 2007; SHARPLES, TAYLOR & VAVOULA, 2006).

Considerando que a aprendizagem móvel, não está associada a um espaço institucionalizado, tão pouco, um espaço não-formal de ensino. Mas ela segue como modelo que permite o aprendizado não presencial. Nesse contexto, O'Malley e colaboradores (2005, p. 6), destacam que esse tipo de aprendizagem é: “qualquer tipo de aprendizado que acontece quando o aluno não está em local fixo, ou aprendizagem que acontece quando o aluno aproveita as oportunidades oferecidas pelas tecnologias móveis”. E assim, supõe-se que um *game* educacional abordando um sistema agroflorestal como base da gamificação contribua para a formação de conceitos vivenciados em uma agrofloresta a respeito da permacultura. À vista disso, a proposta da presente pesquisa tem como pergunta norteadora: Como um *game* educacional para dispositivos *Android*, que apresenta o processo de sucessão ecológica por meio da permacultura pode contribuir para o desenvolvimento de uma visão ecológica dos estudantes?

Baseado nesta proposta, o presente trabalho teve como objetivo geral desenvolver um jogo digital que simule o processo de sucessão ecológica em um Sistema Agroflorestal, e mais especificamente:

- Selecionar espécies do Sistema Agroflorestal Experimental SAFe da UFPE para compor o jogo digital;
- Construir o *layout*, cenário e espécies do jogo baseado em blocos com atividades gamificadas;
- Avaliar a usabilidade do jogo com professores da rede básica de ensino;
- Identificar, na perspectiva do professor, a eficiência do jogo digital como uma prática para a aprendizagem móvel.

2 PROTOTIPAÇÃO DO PRODUTO TÉCNICO E TECNOLÓGICO

O diagnóstico situacional foi iniciado a partir da revisão bibliográfica realizada no período de fevereiro de 2020 até fevereiro de 2022 e embasou o referencial teórico dessa pesquisa. Nesse momento, foi feita a pesquisa em diversas plataformas de desenvolvimento e programação.

Após essa triagem, o jogo digital foi desenvolvido a partir de dois *softwares* gratuitos: 1) Magica Voxel - para o design das espécies com a modelagem em *voxel*, onde cada unidade visual chamada de *pixel*, possui um determinado volume dentro do cenário para formar figuras a partir de grandes conjuntos e 2) Unity - *software* para o desenvolvimento e programação por meio de APIs (Interface de Programação de Aplicações) de códigos abertos¹.

A proposta do *game* Go.Floresta foi simular o processo de recuperação sustentável de uma área degradada, por meio do plantio adequado de espécies vegetais. Nele, estão presentes princípios da sucessão ecológica, onde o processo de sucessão ecológica foi do tipo secundária, pois, a princípio, o mapa onde o jogo se passa já possuiu uma comunidade de seres vivos, mas que não as encontramos lá, porém, fatores abióticos que favorecem o estabelecimento de seres vivos ainda estão presentes, como o que acontece em um cenário de uma floresta destruída. E assim, as espécies iniciais são herbáceas no geral, de pequeno porte e com desenvolvimento rápido, chegando primeiro no ambiente. Elas fazem parte da primeira série de espécies a repovoar o solo. Enquanto as espécies seguintes, arbóreas de maior porte, são espécies da segunda e terceira série, estabelecendo uma floresta madura.

O sistema de pontuação ou “moedas” do *game* Go.Floresta envolve a troca de sementes, assim como acontece em comunidades agroecológicas e é relatado por membros do SAFe. O jogo terá o princípio de que o valor das sementes será dado de acordo com sua raridade, quanto mais comum e frequentes forem as plantas (herbáceas), terão menor valor de troca, de acordo com os seguintes princípios de mecânica:

- O jogador iniciará a partida em uma área degradada, considerando que em algum momento anterior, ela já foi habitada por uma comunidade vegetal,

¹Sendo entendido um código aberto sendo disponível de forma gratuita voltada para a colaboração entre desenvolvedores, onde as funções podem ser editadas de acordo com a vontade do usuário em diferentes linguagens de programação (LECHETA, 2015).

portanto, todas as espécies são de sucessão secundária;

- O participante iniciará com 10 pontos de sementes para trocar por mudas de espécies que escolher para cultivar;
- Após o amadurecimento e frutificação, as plantas irão produzir sementes para serem trocadas por outras mudas diferentes;
- É necessário considerar as necessidades de cada planta;
- As mudas devem ser plantadas no ambiente de acordo com o desejo do usuário, criando o *layout* do seu Sistema Agroflorestal.

As regras referentes a jogabilidade estão presentes dentro da tela inicial do jogo, discriminando os sistemas de pontuação, sistemas de compras e mecânicas necessárias, seguindo os princípios da gamificação a partir de desafios e possibilidade de compartilhamento de informações entre jogadores em torno de suas experiências.

2.1 SELEÇÃO DE ESPÉCIES VEGETAIS DO SAFe-UFPE

A composição das espécies vegetais presentes no *game* Go.Floresta foi inspirada na diversidade já existente no SAFe-UFPE, com base na Análise sucessional do espaço. O material de levantamento foi produzido pelo Coletivo Guazuma (2016), distinguindo as espécies entre as anuais, nativas, exóticas frutíferas e exóticas, onde não consideramos as espécies classificadas apenas como exóticas. Estão presentes 43 espécies, distribuídas em 26 famílias com hábitos do tipo: erva, subarbusto, arbusto e árvore. A partir desse levantamento e entrevista com três membros do SAFe, foram selecionadas 15 espécies para compor o jogo Go.Floresta (Quadro 2), separadas em grupos que geralmente estruturam sistemas agroflorestais, partindo de espécies herbáceas para as arbóreas de vida longa. A construção formou três grupos: herbáceas, arbóreas nativas, reforçando os valores regionais, com a presença de espécies como o caju e a pitanga e espécies frutíferas exóticas. No Quadro 2 ainda estão presentes os atributos necessários para o cultivo: incidência solar, solo e uso de água. A classificação dos respectivos hábitos das espécies foi realizada de acordo com o Programa REFLORA/CNPq (2021) (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/PrincipalUC/PrincipalUC.do?lingua=pt>) projeto original do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, com amplitude internacional, atuando

como um resgate histórico da flora brasileira.

Quadro 2 - Espécies presentes no *game* Go.Floresta, a partir da seleção de espécies presentes no levantamento de biodiversidade do SAFe-UFPE.

Espécies herbáceas					
Nome Popular	Nome Científico	Família	Incidência solar	Uso de água	Solo
Abacaxi	<i>Ananas comosus</i>	Bromeliaceae	Pleno sol	Diário	Solo 2
Feijão de porco	<i>Canavalia ensiformis</i>	Fabaceae	Pleno sol	Dois dias	Solo 0
Jerimum	<i>Cucurbita moschata</i>	Cucurbitaceae	Pleno sol e Sombra	Diário	Solo 2
Milho	<i>Zea mays</i>	Poaceae	Pleno sol	Dois dias	Solo 0
Espécies Nativas do Brasil - Arbóreas					
Nome Popular	Nome Científico	Família	Incidência solar	Uso de água	Solo
Cajá	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	Pleno sol	Diário	Solo 2
Caju	<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardeaceae	Pleno sol	Três dias	Solo 1
Ipê Roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Bignoniaceae	Pleno sol	Diário	Solo 2
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>	Myrtaceae	Pleno sol	Diário	Solo 2
Pitombeira	<i>Talisia esculenta</i>	Sapindaceae	Pleno sol e Sombra	Diário	Solo 2
Espécies Frutíferas exóticas					
Nome Popular	Nome Científico	Família	Incidência solar	Uso de água	Solo
Acerola	<i>Malpighia glabra</i>	Malpighiaceae	Pleno sol	Dois dias	Solo 1
Bananeiras	<i>Musa sp.</i>	Musaceae	Pleno sol	Diário	Solo 2
Coqueiro	<i>Cocos nucifera</i>	Arecaceae	Pleno sol	Dois dias	Solo 0
Mamão	<i>Carica papaya</i>	Caricaceae	Pleno sol e Sombra	Diário	Solo 1
Graviola	<i>Annona muricata</i>	Annonaceae	Pleno sol e Sombra	Dois dias	Solo 2

Fonte: O autor (2021).

2.2 DESENVOLVIMENTO DO GAME GO.FLORESTA: DESIGN

Como apresentado no fluxograma da Figura 2, a partir da escolha do programa Magica Voxel para *design*, os objetos foram criados, formando grupo das: mudas, plantas em diferentes estádios de desenvolvimento (juvenil, maduras, colhidas e podadas) (Quadro 3), vegetais, ferramentas, solos (Quadro 4) e objetos de cena (casa, mundo, e demais figuras de *layout*).

Figura 2 - Fluxograma de desenvolvimento do *game* referente ao design construído.

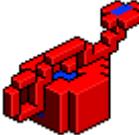
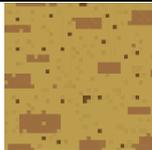
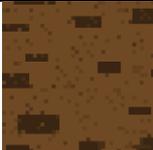


Quadro 3 - Variações das espécies em relação ao seu desenvolvimento no *game* Go.Floresta.

Espécie	Juvenil	Madura	Colhida	Podada	Fruto
Milho					
Banana					
Caju					

Fonte: O autor (2022).

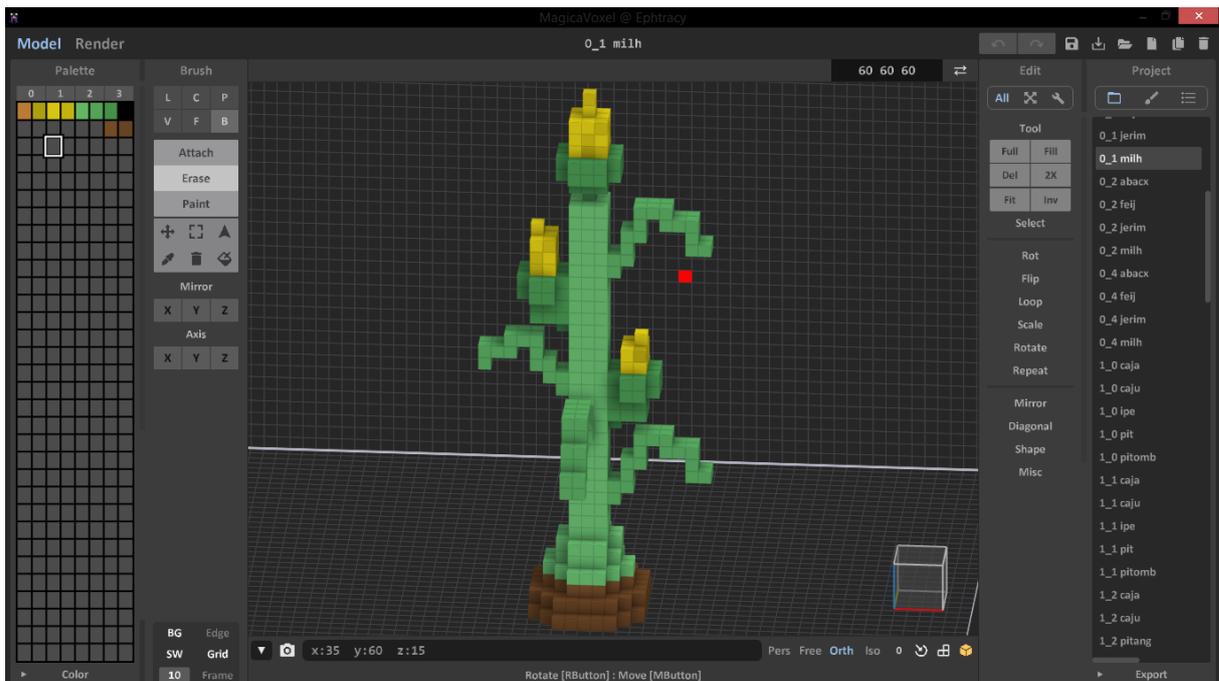
Quadro 4 - Ferramentas e variações do solo presentes no *game* Go.Floresta.

Ferramentas	Enxada	Regador	Machado	Tesourão
				
Variação do solo	Solo 0		Solo 1	
				
				

Fonte: O autor (2022).

O *Magica Voxel* permite que a modelagem seja feita através de *voxels*, representando figuras por meio de *pixels* regulares, que são a menor unidade de medida de uma imagem, com volume e proporção no espaço definidas, sem distorção dando forma aos objetos tridimensionalmente (Figura 3). A mesma construção visual está presente no jogo *Minecraft*, que possui estética familiar para os estudantes da educação básica, tido que, em uma entrevista pré-teste para a construção do *game* realizada com 13 estudantes do 7º ano do ensino fundamental II, com faixa etária entre 12 e 13 anos, 60% deles relacionaram o *Minecraft* como um jogo que é em jogabilidade com possibilidade de interferência no meio ambiente, onde 93% ainda afirmaram que jogos no geral colaboram com seu aprendizado. Mesmo com mecânicas que envolvem o cultivo de espécies vegetais, o *Minecraft* não possui princípios da sucessão ecológica, então, ele foi tido como referência em diversos aspectos, mas a proposta de ensino necessitou da construção de um *game* próprio para abordar e construir o conceito de sucessão ecológica por meio da permacultura.

Figura 3 – Milho maduro criado no Magica Voxel em perspectiva isométrica com modelagem em *voxels*.

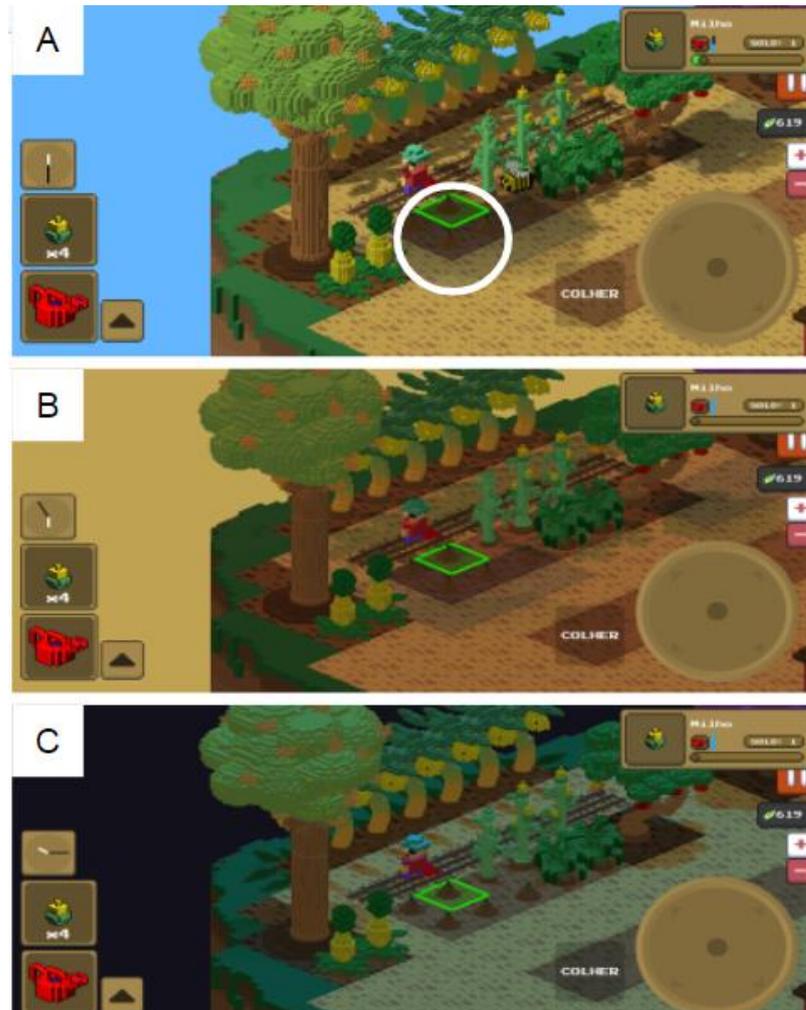


Fonte: O autor (2021).

Com a produção no programa, foi possível optar pela produção em perspectiva isométrica, possibilitando alterar o ângulo de visão do jogador durante o uso do *game*, mudando a perspectiva de observação.

Contando com inspiração de outro jogo, relacionado ao cultivo, o FarmVille influenciou a formação do cenário, com os campos à disposição do jogador para fazer o plantio criando um *layout* próprio, como acontece no SAFE aproveitando o sentido do nascer do sol. A Figura 4 apresenta a mudança do sol ao longo do dia, considerando novamente a necessidade de algumas plantas de sol pleno. Na Figura 4 - A é representada por um espaço com plantas que não se desenvolveram além das mudas por conta da falta de incidência solar, e por isso que o tempo para colheita foi dado em segundos e correspondem à quantidade média de meses necessários para cada espécie floresça ou frutifique. À medida que mais plantas diferentes passam pelo solo, há um aumento de fertilidade, possibilitando o plantio de novas espécies mais exigentes.

Figura 4 - Jogo Go.Floresta representando as diferentes orientações do sol e sombreamento durante as fases do dia: A - manhã, B - tarde e C - noite.



Fonte: O autor (2022).

2.3 DESENVOLVIMENTO DO GAME GO.FLORESTA: PROGRAMAÇÃO

Durante o desenvolvimento do *game* (Figura 6), a plataforma escolhida para a programação do *game* foi a Unity Educacional (<https://unity.com/pt>), ela é a mais popular em nível nacional e internacional para programação (LACHETA, 2015), pois possui um grande banco de linhas de código compartilhadas *online* gratuitamente entre programadores. Isso permite possíveis atualizações do aplicativo através de códigos compartilhados. Enquanto os sons contidos no *game* foram obtidos a partir do acervo gratuito da *Envato Elements* (<https://elements.envato.com/pt-br/>), plataforma digital que disponibiliza parte do seu acervo para programadores. Desta foram obtidos os sons das ferramentas e o som ambiente de floresta.

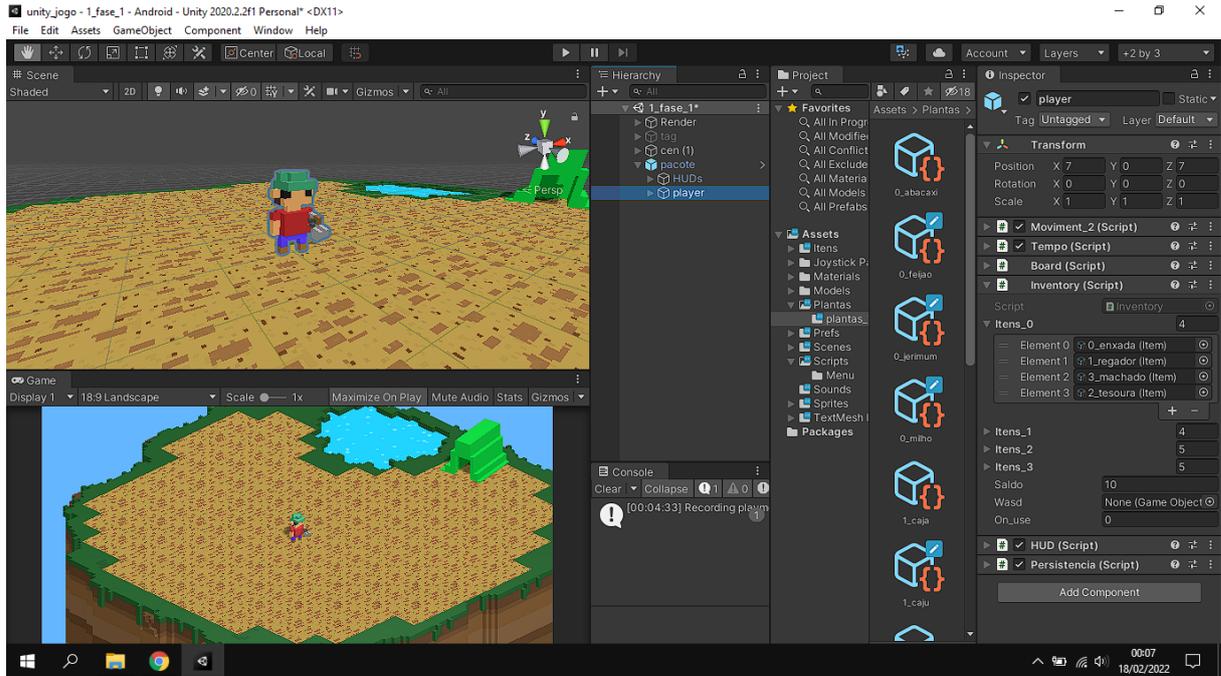
Figura 6 - Fluxograma de desenvolvimento do *game* referente a programação realizada na plataforma do Unity Educacional.



Fonte: O autor (2022).

Então, o *game* foi desenvolvido nesta plataforma (Figura 7) podendo ser instalado apenas em dispositivos móveis com sistema operacional *Android*, que permitem a instalação de aplicativos originários de fontes de terceiros sem restrições, facilitando a distribuição para teste e validação antes de qualquer publicação oficial, como é o caso do Go.Floresta. Que ainda não foi publicado nas plataformas oficiais da Google, detentora dos direitos do sistema operacional, sendo necessário ainda o acesso a uma conta de desenvolvedor do *Google Play Console*.

Figura 7 -Interface do Unity Educacional com *game Go.Floresta*.



Fonte: Erbert Bernardino Gadelha Rocha (2022).

3 APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO PRODUTO TÉCNICO E TECNOLÓGICO

Para validação, do *game* Go.Floresta (Figura 8), foi aplicado um questionário aos professores da educação formal e não formal em todas as áreas de ensino, atuantes em instituições públicas e privadas, situadas na Região Metropolitana de Recife/PE.

Foi solicitado que os mesmos respondessem a um questionário criado no *Google Forms* (<https://forms.gle/5HPwd6tJVxjAMgZPA>). Dentro do qual se buscou relacionar avaliação dos professores quanto ao *game* como recurso digital para em reflexões nas suas práticas pedagógicas, sendo analisado de acordo com os parâmetros para produtos técnicos e tecnológicos, dentro do campo das Ciências Ambientais, a saber: Aderência, Impacto, Aplicabilidade, Inovação e Complexidade (CAPES, 2017).

Os professores tiveram acesso ao *game* Go.Floresta (Figura 8) por *download* via *Google Drive* (<https://drive.google.com/drive/folders/1Um8SsDs49Ta-D7TLL-ONEjOIH91Hm7o?usp=sharing>), e instalaram em seus aparelhos com sistema operacional *Android*. Após jogar por alguns instantes e entender as mecânicas do jogo e plantar ao menos duas árvores é esperado que ele tenha uma experiência mínima desejada da sua jogabilidade, considerando que para plantar árvores é necessária uma melhoria na qualidade do solo e passar pelas etapas da sucessão ecológica.

FIGURA 8 – *Game* Go.Floresta com: A – Tela inicial; B – Cenário de jogo; C – Aba de ferramentas com descrição e D – Aba de mudas com detalhamento.



Fonte: Autor (2022).

3.1 ANÁLISE DO FORMULÁRIO DE VALIDAÇÃO DOS PROFESSORES

O formulário de validação para os professores foi composto por 15 perguntas, das quais 3 perguntas para identificação do professor avaliador, 9 delas atenderam aos critérios da CAPES para Produtos Técnicos e Tecnológicos e 3 perguntas consideraram a jogabilidade do Go.Floresta (Tabela 1). Foram obtidas 16 respostas de professores de instituições públicas e privadas de ensino com diferentes perfis de formação.

Tabela 1 - Perguntas e respostas do formulário de validação realizado por professores para o *game* Go.Floresta.

Perguntas	Respostas	%
1. Em qual ou quais níveis de ensino você leciona?	Educação Infantil Ensino Fundamental I Ensino Fundamental II Ensino Médio Educadora Social	18% 37,5% 56,3% 12,5% 6,3%
2. Em qual ou quais áreas se encontra a disciplina que você leciona na sua atuação profissional?	Polivalente Ciências Humanas e suas Tecnologias Ciências da Natureza e suas Tecnologias Matemática e suas Tecnologias Linguagens, Códigos e suas Tecnologias	18,8% 31,3% 62,5% 12,5% 6,3%
3. Aderência: De 0 a 5, o quanto você considera que o <i>game</i> Go.Floresta está relacionado com o tema: Desenvolvimento Sustentável por meio de uma Agrofloresta:	1. Baixa aderência 2. 3. 4. 5. Alta aderência	0% 0% 0% 0% 100%
4. Espaço livre para observações referente à Aderência do <i>game</i> Go.Floresta.	“Ótimo” “Acredito que o jogo traz em sua proposta tecnológica a relação com o desenvolvimento sustentável, por meio da visão geral sobre o jogo e o seu fácil manuseio e entendimento proposto. Uma vez que dá possibilidades e formas virtuais de entrar em contato com a natureza.” “Excelente” “Achei um jogo muito interessante para ser utilizado nas aulas”	
5. Impacto: De 0 a 5, o quanto você considera que o <i>game</i> Go.Floresta pode impactar positivamente os estudantes da rede básica de ensino, sendo um recurso digital dentro do seguimento das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação:	1. Baixo impacto 2. 3. 4. 5. Grande impacto	0% 0% 0% 0% 100%
6. Espaço livre para observações referente ao Impacto do <i>game</i> Go.Floresta.	“Irá impactar positivamente, uma vez que estamos numa era tecnológica em que muitos dos estudantes do da rede básica não tem contato direto com a tecnologia, sendo esse um recurso metodológico válido para se trabalhar tanto o desenvolvimento sustentável, quanto o desenvolvimento tecnológico, já que a tecnologia é um dos caminhos que impacta tanto a sociedade contemporânea.”	

	<p>“Dinâmico”</p> <p>“Acredito que o jogo demonstra com clareza a importância do cultivo de uma agricultura diversificada. Faz com que o aluno/ jogador observe os impactos benéficos desse manejo.”</p>	
7. Aplicabilidade: De 0 a 5, o quanto você considera que o <i>game</i> Go.Floreta possui facilidade para ser Aplicado nas escolas, outros espaços de aprendizagem, além das possibilidade de replicação em diferentes ambientes e grupos sociais:	<p>1. Difícil aplicabilidade</p> <p>2.</p> <p>3.</p> <p>4.</p> <p>5. Fácil aplicabilidade</p>	<p>6,3%</p> <p>6,3%</p> <p>18,8%</p> <p>12,5%</p> <p>56,3%</p>
8. Inovação: De 0 a 5, o quanto você considera que o <i>game</i> Go.Floreta possui em relação ao caráter Inovador, considerando sua produção de forma gamificada abordando sistemas agroflorestais e princípios da permacultura.	<p>1. Pouco inovador</p> <p>2.</p> <p>3.</p> <p>4.</p> <p>5. Muito inovador</p>	<p>0%</p> <p>0%</p> <p>0%</p> <p>0%</p> <p>100%</p>
9. Espaço livre para observações referente à Inovação do <i>game</i> Go.Floresta.	<p>“Fácil compreensão”</p> <p>“O jogo demonstra ser bastante inovador”</p> <p>“Jogos educacionais com essa pegada ecológica têm grande apreço por alunos que vivem essa era digital.”</p> <p>“Achei um jogo bem diferenciado.”</p>	
10. Complexidade: De 0 a 5, o quanto você considera que o <i>game</i> Go.Floreta possui em relação a sua Complexidade, referente ao grau de interação entre de atores, relações e conhecimentos necessários à elaboração e ao desenvolvimento do jogo desenvolvido para smartphones:	<p>1. Baixa complexidade</p> <p>2.</p> <p>3.</p> <p>4.</p> <p>5. Alta complexidade</p>	<p>6,3%</p> <p>6,3%</p> <p>0%</p> <p>6,3%</p> <p>81,2%</p>
11. Espaço livre para observações referente à Complexidade do <i>game</i> Go.Floresta.	<p>“Bem elaborado”</p> <p>“Como todo jogo tratado em sala de aula é sempre importante ter um intermediador onde ele vai traçar os objetivos que se deseja alcançar com uso dessa ferramenta. Não é um jogo complexo para temática em questão, é um jogo bem leve de fácil entendimento.”</p> <p>“No início tive um pouco de dificuldade em entender, mas depois consegui jogar e achei fantástico!”</p>	

Fonte: O autor (2022).

A maior parte dos entrevistados compunham a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, com 62,5%, mesmo assim, houve a presença de pelo menos um professor de cada segmento, contribuindo para a diversidade de perspectivas para contribuições.

Entre os cinco quesitos obrigatório para avaliação de produto técnico e tecnológico proposto pela CAPES (2019), o Go.Floresta foi considerado adequado pelos professores por unanimidade em Aderência, Impacto e Inovação. Em falas, foram ressaltados os aspectos positivos em relação ao possível engajamento dos estudantes: “Jogos educacionais com essa visão ecológica têm grande apreço por

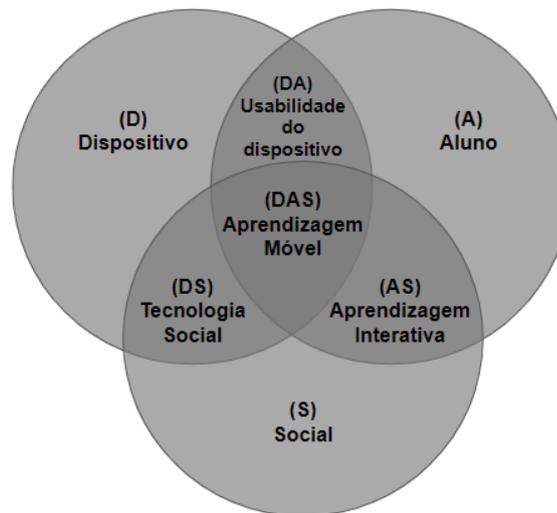
alunos que vivem essa era digital.” Uma vez que Firme e Maia (2019) já evidenciaram esse envolvimento dos estudantes em um jogo de proposta similar e Sharples (2006) endossa com os aspectos pedagógicos, informativos, de navegação, conhecimento e aprendizagem colaborativa.

Em outro caso, um professor entrevistado falou sobre a repercussão do Go.Floresta com as relações que o estudante estabelece: “Acredito que o jogo demonstra com clareza a importância do cultivo de uma agricultura diversificada. Faz com que o aluno/ jogador observe os impactos benéficos desse manejo.”, sendo um aprendizado e conceito construído ao longo de uma vivência e por vezes complexo de definir sendo formado durante o envolvimento com o *game*.

O critério com menor índice de aprovação foi sobre a aplicabilidade, destacado pelos mesmos professores que consideraram que o *game* contribuiria com seus estudantes. Ao investigar esses professores, foi justificado que essa dificuldade se daria por conta das turmas em que lecionam serem da educação infantil, e ensino fundamental dos anos iniciais (1º ao 5º ano), e que “eles se dispersam fácil e não conseguiriam entender o conceito de sucessão ecológica”, quais conteúdos de ecologia ainda não entraram no seu conteúdo programático. Sendo o Go.Floresta proposto para os anos finais do ensino fundamental (6º, 7º, 8º e 9º ano) e ensino médio. Ainda assim, vale refletir sobre uma proposta futura de investigar o uso do *game* para a construção de conceitos ecológicos, tais como diversidade e fatores abióticos com turmas dos anos iniciais e investigar a formação do conceito de sucessão ecológica com os estudantes dos anos iniciais a partir de discussões prévias e uso do *game*.

Os professores destacaram o conteúdo de Ecologia e Desenvolvimento Sustentável (Quadro 5), quando provocados a sugerir propostas de uso do *game*: “Sim, pois trabalhar o desenvolvimento sustentável através do uso da tecnologia vai atrair ainda mais a atenção dos alunos, podendo ser utilizada como uma atividade extraclasse.”, e em “Sim. Seria uma ferramenta de fácil adesão, podendo se trabalhar temas como Ecologia, impactos ambientais e diversos outros temas relacionados com essa temática.”, indo de acordo com uma das construções de Frame (2009) com sua reflexão sobre a Aprendizagem Móvel (Figura 9) onde esse modelo retrata de a aprendizagem realizada de forma colaborativa acerca do uso dos dispositivos móveis.

Figura 9 - Modelo teórico de Frame para Aprendizagem Móvel.



Fonte: Adaptado de Koole (2009).

Quadro 5 - Perguntas e respostas do formulário de validação realizado por professores para o *game* Go.Floresta a respeito da jogabilidade.

Perguntas	Respostas
Você considera que o <i>game</i> Go.Floresta pode contribuir na sua atividade pedagógica, utilizando-o como recurso digital? Se sim, de que forma?	<p>“Sim”</p> <p>“Sim, explorar o assunto sobre agrofloresta e todos seus benefícios ao meio ambiente de forma didática e com linguagem dos jogos eletrônicos, pode ser trabalhando em todo âmbito escolar.”</p> <p>“Alertando e incentivando”</p> <p>“Sim, pois trabalhar o desenvolvimento sustentável através do uso da tecnologia vai atrair ainda mais a atenção dos alunos, podendo ser utilizada como uma atividade extraclasse.”</p> <p>“Sim! O jogo cumpre perfeitamente o propósito de atrair os alunos e gerar discussões sobre o tema, cativando-os pela interatividade e contextualização de uma ferramenta amplamente adequada pelos estudantes, além de ser acessível e gerar entretenimento.”</p> <p>“Sim. Seria uma ferramenta de fácil adesão, podendo se trabalhar temas como Ecologia, impactos ambientais e diversos outros temas relacionados com essa temática.”</p> <p>“Sim. Como recurso para auxiliar no entendimento sobre o cuidado com o solo. Voltaria o seu uso para o sexto ano. Após a explicação sobre o conteúdo, utilizaria o recurso junto com os alunos e explicando o que ocorreria caso os cuidados com o solo não fossem respeitados.”</p> <p>“Sim, pois será possível mostrar aos alunos o que é reflorestamento e que cada planta precisa de uma condição específica para se desenvolver.”</p>
Você considera que o <i>layout</i> e cores do <i>game</i> Go.Floresta são atrativas para os estudantes da educação básica e permitem uma boa jogabilidade utilizando o cenário? Espaço aberto a	<p>“Sim.”</p> <p>“Sim.”</p> <p>“Sem sombra de dúvidas”</p> <p>“Acredito que está excelente, pois a proposta, elaboração, <i>layout</i> e cores estão muito próximos dos jogos em que as crianças e jovens já jogam no dia a dia.”</p> <p>“Muito atrativo”</p> <p>“Sim!”</p> <p>“Facilita bastante de forma lúdica.”</p> <p>“Sim! É lúdico e faz parte do cotidiano dos alunos do ensino fundamental.”</p> <p>“Essa pegada Minecraft é bem atual. O jogo tem uma boa jogabilidade, cores q lembra muito o jogo.”</p> <p>“Eu gostei da cartela de cores, porém, eu particularmente não gosto do estilo</p>

sugestões.	Minecraft, mas como a ideia do aplicativo é essa, ficou sensacional!!”
Espaço livre para fazer contribuições na forma de sugestões, elogios ou críticas ao <i>game</i> Go.Floresta.	<p>“Ampliar as possibilidades de cultivo ao longo da atualização do jogo”</p> <p>“Excelente produto”</p> <p>“Está excelente, espero que a proposta seja validada e que muito estudantes possam ter acesso ao jogo. Parabéns!”</p> <p>“Um ótimo jogo educativo.”</p> <p>“Muito boa a iniciativa!”</p> <p>“No que o jogo se propõe atingir é uma ótima ferramenta. Pode ser trabalhado em diversas aplicabilidades dentro de sala de aula.”</p> <p>“Gostei muito da proposta. A Ferramenta é bastante dinâmica. Só a duração do dia/noite que é bastante rápida.”</p> <p>“Achei o ritmo do tempo muito rápido e poderia passar mais devagar, mas não sei se tem um motivo para ele passar tão rápido.”</p> <p>“Parabenizar pela ideia, achei um aplicativo bastante elaborado e rico em detalhes.”</p>

Fonte: O autor (2022).

3.2 JOGO DIGITAL A LUZ DA TEORIA DA APRENDIZAGEM MÓVEL

Analisando a Teoria da Aprendizagem Móvel, o *game* Go.Floresta apresenta as seguintes características que promovem a aprendizagem móvel apresentadas a seguir:

- a. Instrumento/artefato – controle/regras de uso – comunicação/papéis dos sujeitos na aprendizagem, temos um *game* para Desenvolvimento sustentável, desenvolvido para explorar conceitos, responder a desafios e refletir sobre questões, num contexto de aprendizagem móvel, onde estudantes e professores formam uma comunidade de aprendizagem com papéis definidos.
- b. No eixo Instrumento/artefato – sujeito que aprende – objeto da aprendizagem, temos um *game* para Desenvolvimento sustentável usado em smartphones para auxiliar o estudante do ensino fundamental II a aprender sobre Sucessão ecológica de forma online.
- c. No eixo Sujeito que aprende – objeto da aprendizagem– contexto de aprendizagem temos que o estudante de ensino fundamental II vai aprender Sucessão ecológica através de um *game* digital online.
- d. No eixo Sujeito que aprende– controle/regras de uso – contexto de aprendizagem, este aluno do ensino fundamental terá de explorar conteúdos, responder a desafios e refletir questões colaborativamente no game digital móvel.
- e. Finalmente no eixo Contexto de aprendizagem – comunicação – objeto da aprendizagem, vemos que a aprendizagem móvel realizada através de um game digital online, com papéis e comunidade delimitada auxilia na aprendizagem da Sucessão Ecológica.

E assim, o *game* corrobora com Sharples (2006), quando ele diz que a aprendizagem móvel não substitui de forma nenhuma a educação formal, oferece apoio dentro e fora da sala de aula, para as conversas e interações da vida cotidiana. Desse modo, se faz necessário à sua discussão considerando a educação ambiental um tema interdisciplinar necessário de engajamento, e amplamente necessário de se refletir ao longo da formação escolar e humana.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

É evidente que os caminhos no sentido da produção de recursos digitais que colaborem para os processos de aprendizagem são muito diversos, e é necessário que os professores tenham acesso às mais diversas formas de abordagem, considerando que alguns produtos educacionais não evidenciam seu caráter educacional, aplicando aspectos da gamificação, e contribuem na forma processual com estudantes e professores, como o caso do *game* Go.Floresta.

Mesmo com professores atuantes em diferentes segmentos da rede básica de ensino, com alunos de diferentes faixas etárias, o Go.Floresta foi tido como um ótimo recurso digital para a abordagem de temas como ecologia, solo, recuperação ambiental e uso de florestas, cabendo ao docente de sala adaptar o discurso e nível de complexidade dos conteúdos fazendo uso desse recurso, que tem por objetivo divulgar a permacultura e sistemas agroflorestais como forma sustentável de cultivo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Márcia Maria; TEIXEIRA, Oscar. Gamificação e objetos de aprendizagem: Elementos da gamificação no design de objetos de aprendizagem. *In*. FADEL,
- BACICH, Lilian; TANZI NETO, Adolfo; TREVISANI, Fernando de Mello. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.
- BECK, Ceres Grehs; PEREIRA, Rita de Cassia de Farias. Preocupação Ambiental e Consumo Consciente: os meus, os seus e os nossos interesses. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - GeAS**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 51-78, 2012.
- BENTO, Marcella Nínive Cavalcanti Fernandes. **Sistema Agroflorestal do Centro de Biociências da UFPE: Histórico, Oportunidades e Novos Caminhos**. 2018. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.
- BNCC - Base Nacional Comum Curricular. **Educação é a Base**. Brasília: MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 01 de jul. 2021.
- BRANCO, D. J. B. C.; SANTANA, G. A.; DUARTE, Z. A plataforma wiki no acesso à informação de arquivos pessoais e memórias de médicos. **Ponto de Acesso**, Salvador, v. 13, n. 3, p. 197-210, 2019.
- CAPES. **Produção Técnica: Relatório Grupo de Trabalho**. PINTO, André Luiz Brasil Varandas *et al.* Brasília: CAPES, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/10062019-producao-tecnica-pdf>. Acesso em: 25 de jun. 2021.
- CAVALCANTI FILHO, Leonardo Siqueira; MELO, Roger Fagner Ribeiro. Sistemas agroflorestais no contexto acadêmico: a utilização de um SAF em ensino, pesquisa e extensão universitária aplicada à micologia. *In*: CADERNOS DE AGROECOLOGIA – ANAIS DO XI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 15. 2020, São Cristóvão. **Anais [...]**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2020.
- CESAR, Cecília Estela Ferreira da Silva; ALFINITO, Solange. A Permacultura como inovação social para o desenvolvimento sustentável e adoção do decrescimento. **Revista Humanidades e Inovação**, Brasília, v. 5, n. 6, 2018.
- COLL, César; MAURI, Teresa; ONRUBIA, Javier. A Incorporação das Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação: Do projeto técnico-pedagógico às práticas de uso. *In*: COLL, César; MONEREO, Carles (Orgs.). **Psicologia da Educação Virtual: Aprender e ensinar com as tecnologias da informação e comunicação**. Porto Alegre: Artmed, p. 66-96, 2010.
- COSTA, G. B; SANTOS, A. C.; SILVA, L. de J. de S; MENEGHETTI, G. A. Reflexões sobre a permacultura no Amazonas: uma abordagem a partir da experiência do

Instituto de Permacultura da Amazônia (IPA). **Revista Terceira Margem Amazônia**. v. 7, n. 17, p. 207-223, 2021.

FADEL, Luciane Maria; ULBRICHT, Vania Ribas; BATISTA, Claudia Regina; VANZIN, Tarcísio. **Gamificação na Educação**. São Paulo: Editora Pimenta Cultural, v. 5, 2014. p. 122-142. *E-book*. Disponível em: http://www.pgcl.uenf.br/arquivos/gamificacao_na_educacao_011120181605.pdf. Acesso em: 20 jan. 2022.

FELICE, M. D. A colaboração tecnologicamente guiada. **Revista de Comunicação e Cultura**, Lisboa, v. 1, n. 4, p. 29-31. 2009.

FIRME, Roberto Abrantes; MAIA, Cristina de Oliveira. Gamificando o aprendizado de Ciências: desenvolvimento de uma estratégia pedagógica utilizando o contexto do jogo digital Minecraft. **XVIII SBGames**, Rio de Janeiro, v. 28, p. 969-976, out. 2019.

FUCHS, V. B. Expansão de fronteira impulsionada pela China na Amazônia: quatro eixos de pressão causados pela crescente demanda pelo comércio de soja. **Civitas-Revista de Ciências Sociais**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 16-31, 2020.

GOHN, Maria da Glória. Educação Não Formal, Participação da Sociedade Civil e Estruturas Colegiadas nas Escolas. **Revista Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 50, p. 27-38, 2006.

HARLAND, Maddy. Future Care: redefining the third permaculture ethic. *Permaculture International*, n. 95, **Spring**, 2018. Disponível em: <https://www.permaculture.co.uk/articles/redefining-third-permaculture-ethic-future-care>. Acesso em: 23 de mai. 2021.

HELLER, L. Desastres de mineração e saúde pública no Brasil: lições (não) aprendidas. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 5, 2019.

LECHETA, Ricardo R. **Web Services RESTful: Aprenda a criar web services RESTful em Java na nuvem do Google**. São Paulo: Novatec Editora, 2015.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. 3. ed. São Paulo: Editora 34, 2010.

McGONIGAL, Jane. **Realidade em jogo: por que os games nos tornam melhores e como eles podem mudar o mundo**. 1. ed. Rio de Janeiro: Best Seller, 2012.

MOLLISON, B.; SLAY, R. M. **Introdução à Permacultura**. Tradução: André Soares, MA/SDR/PNFC, Brasília: AGRIS. 1998.

MOLLISON, B. **Introdução à Permacultura**. Wilton: Yankee Permaculture. 1981.

MORAES, Priscila; CAVALCANTI FILHO, Leonardo Siqueira; FERRAZ, Cainã; ALBUQUERQUE, Mariana; MONIQUE, Geovana. Manejo agroflorestal avançado de SAF: A organização coletiva na elaboração e aplicação de oficina autogestionada no contexto universitário. *In: CADERNOS DE AGROECOLOGIA – ANAIS DO XI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA*, 15. 2020, São Cristóvão. **Anais**

[...]. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2020.

NAUMANN, Larysa Amaro. **Multiletramentos na sala de aula: entre a intuição e a intencionalidade**. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia, Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

NEME, Fernando José Passarelli. **Permacultura Urbana**. 1. ed. São Paulo. 2014. *E-book*. Disponível em: https://www.academia.edu/9703952/Permacultura_urbana_e_book1. Acesso em: 18 jan. 2022.

O'MALLEY, C. *et al.* **Guidelines for learning/teaching/tutoring in a mobile environment**, MOBIlearn/UoN,UoB,OU/D4.1/1.0, v. 14, p. 207, 2005.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Brasília. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 1 de outubro de 2021.

PIRES, De Camargo Junior Arthur. Formação docente e uso de TDICS na educação básica. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA*, 2018, São Carlos. **Resumos** [...]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2018.

PISCHETOLA, Magda. **Inclusão digital e educação: a nova cultura da sala de aula**. 1. ed. Petrópolis: Vozes, 2016.

RAEDER, S. T. O.; MENEZES, P. M. A relação entre interdisciplinaridade e a implementação da Agenda 2030. **Parc. Estrat.** Brasília, v. 24, n. 49, p. 9-28, 2019.

ROCHA, Luis Augusto Gomes; CRUZ, Fabiana de Mendonça; LEÃO, Alcides Lopes. Aplicativo para educação ambiental. **XI Fórum Ambiental da Alta Paulista**, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 261-273, 2015.

ROCHA, Sônia Cláudia Barroso da. **A escola e os espaços não-formais: possibilidades para o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia) - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2008.

SAFE - Sistema Agroflorestal Experimental. Análise sucessional de agrofloresta de 6 anos do Centro de Biociências da UFPE. No prelo.

SANTANA, R. F.; ALVES, M. K. M.; FERREIRA, G. N.; SILVA, M. R.; SILVA, G. M. O.; TIAGO, P. V. Densidade de microrganismos do solo em diferentes áreas do Sistema Agroflorestal do Centro de Biociências da Universidade Federal de Pernambuco. *In: SIMPÓSIO MICOLÓGICO DO SEMIÁRIDO*, 2017, Juazeiro. **Resumos** [...]. Juazeiro: Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2017.

SANTOS, Clodoaldo Almeida dos; SALES, Antonio. **As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no trabalho docente**. Curitiba: Appris, 2017.

SANTOS, Edméa. A cibercultura e a educação em tempos de mobilidade e redes sociais: conversando com os cotidianos. *In*: FONTOURA, Helena Amaral; SILVA, Marco (Org.). **Práticas pedagógicas, linguagem e mídias: desafios à Pós-graduação em Educação em suas múltiplas dimensões**. Rio de Janeiro: ANPEd Nacional, p. 75-98, 2011.

SENA, Sandyelle Feitosa de, & RAIMUNDO, Valdenice José. A participação dos jovens negros e pobres no enfrentamento aos impactos das mudanças climáticas locais. **Revista De Extensão Da UPE**, Recife, v. 6, n. 2, p. 63-66. 2021.

SHARPLES, Mike; TAYLOR, Josie; VAVOULA, Giasemi. **Theory of Learning for Mobile Age**. Londres: Sage, 2007.

SHARPLES, Mike. **Big Issues in Mobile Learning Report of a workshop by the Kaleidoscope Network of Excellence Mobile Learning Initiative**. 1. ed. Reino Unido: University of Nottingham, 2007.

SKINNER, B. F. **Sobre o behaviorismo**. São Paulo, São Paulo: Cultrix. 2006.

SOUZA, J. C. G. Integração das TDICs na educação: Espaços digitais. **Revista Científica FESA**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 74-88, 2021.

TAMANES, R. **Ecologia Y Desarrollo**. Madri: Alianza Editorial, 1977.

UNESCO. **Policy guidelines for mobile learning UNESCO policy guidelines for mobile learning**. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 2013.

WERBACH, K; HUNTER, D. **For The Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business**. Pennsylvania: Wharton Digital Press, 2012.