

**INSTITUTO
FEDERAL**
Paraíba

Instituto Federal da Paraíba

Campus João Pessoa

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação

ALYSSON MESSIAS DA SILVA

**VISUAL 3D: UMA FERRAMENTA BASEADA
EM REALIDADE AUMENTADA PARA
ENRIQUECER A APRENDIZAGEM SOBRE
TECNOLOGIAS SOCIAIS DE CONVIVÊNCIA
COM O SEMIÁRIDO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

JOÃO PESSOA

2022

VISUAL 3D: Uma Ferramenta baseada em Realidade Aumentada para Enriquecer a Aprendizagem de Tecnologias Sociais de Convivência com o Semiárido

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia da Informação, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Petrônio
Alencar Medeiros

João Pessoa

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Nilo Peçanha do IFPB, *campus* João Pessoa

S586v Silva, Alysson Messias da.

Visual 3D : uma ferramenta baseada em realidade aumentada para enriquecer a aprendizagem sobre tecnologias sociais de convivência com o semiárido / Alysson Messias da Silva. - 2022.

65f. : il.

Dissertação (Mestrado -Tecnologia da Informação) – Instituto Federal de Educação da Paraíba / Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Informação (PPGTI), 2022.

Orientação : Prof. D.r Francisco Petrônio A. de Medeiros.

1. Tecnologia digital. 2. Realidade aumentada – aprendizagem. 3. Tecnologia social. 4. Aplicativo móveis. 5. Semiárido. I. Título.

CDU 004:37.018.43(043)

Visual 3D: Uma Ferramenta baseada em Realidade Aumentada para Enriquecer a Aprendizagem de Tecnologias Sociais de Convivência com o Semiárido

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia da Informação, pelo Programa de Pós- Graduação em Tecnologia da Informação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB.

Aprovado em 11 de Outubro de 2022.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Alexandre Fonseca
D'Andrea – IFPB Avaliador

Prof. Dr. Lafayette Batista Melo –
IFPB Avaliador

Documento assinado digitalmente
 FRANCISCO PETRONIO ALENCAR DE MEDEI
Data: 25/10/2022 17:36:01-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Francisco Petrónio Alencar
Medeiros (Orientador)

Visto e permitida a impressão
João Pessoa

Prof. Dr. Damires Yluska de Souza
Fernandes Coordenadora PPPGTI

Este trabalho é dedicado à minha família que de forma incondicional me apoia a realizar meus sonhos e torná-los realidade. Em especial aos meus pais Abias e Josefa que me deram toda uma base de valores e sempre me mostraram a importância dos estudos. Aos meus irmãos Anderson, Andrews e Andressa que foram fundamentais na minha formação e me deram a oportunidade de compartilhar momentos incríveis. A minha esposa Theresa pelo companheirismo, parceria e muita paciência sempre me apoiando e incentivando. Aos meus filhos Flávio e Luísa que são a minha razão e motivação de tudo. E uma lembrança especial para a Ivone (in memoriam) e Maria Félix que juntamente com os meus pais, participaram ativamente na minha formação com pessoa e indivíduo.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos os meus colegas de curso que compartilharam essa jornada de conhecimento com todos as dificuldades e recompensas, e que pudemos trocar várias experiências enriquecendo a nossa vivência. Em especial ao aluno de graduação Gustavo Galisa que me ajudou nas pesquisas e validação deste trabalho e o meu orientador Francisco Petrônio que desde o primeiro momento foi fundamental em mostrar os caminhos necessários para a conclusão do trabalho sempre trazendo a importância da relevância do trabalho para a sociedade. Ao professor Alexandre Fonseca D'Andrea por me dar a oportunidade de participar do projeto de pesquisa Visual 3D e me possibilitar um ambiente favorável para que pudesse realizar o estudo de caso do meu trabalho de mestrado. Ao gerente regional de educação Arysttótenes da Silva Prata pelo apoio e viabilização do contato com as escolas do interior da Paraíba e tornar possível a aplicação da ferramenta com os alunos da rede pública. Ao Diego Brandão e equipe pela criação dos modelos e animações 3D personalizados para as tecnologias sociais que foram incluídos no aplicativo.

RESUMO

A região semiárida do Brasil há décadas tem sido tratada como uma região sinônimo de pobreza, miséria, baixos índices de desenvolvimento econômico, social e educacional, sem falar das questões da seca, que normalmente é apontada como a grande vilã dos demais problemas. Um dos caminhos possíveis para identificar ações emancipadoras destinadas às regiões semiáridas e aos seus sujeitos seria construir uma nova concepção educativa, pautada na emancipação e na autonomia, como o uso de Tecnologias Sociais. O presente trabalho tem como objetivo utilizar tecnologias digitais para melhorar o acesso aos conteúdos acadêmicos e fomentar a interatividade e o alcance de Tecnologias Sociais para o Semiárido. A tecnologia digital proposta utiliza Realidade Aumentada por meio de um aplicativo *mobile* para proporcionar a disseminação e aplicação dessas tecnologias sociais explorando os conteúdos acadêmicos, a construção das tecnologias e seu uso. O percurso metodológico foi ancorado na Pesquisa Etnográfica Rápida para a coleta de dados, codificação, modelagem e desenvolvimento da tecnologia proposta. Por meio de uma oficina ofertada para estudantes do ensino médio do Cariri paraibano, avaliou-se a tecnologia desenvolvida por meio do modelo Technology Acceptance Model (TAM) considerando os critérios utilidade, facilidade de uso percebida e intenção de uso futuro. A avaliação realizada através do TAM foi positiva, alcançado um índice de 98% de satisfação na utilidade da ferramenta e de intenções de uso futuro apresentadas pelos estudantes. Também demonstrou que o uso de Realidade Aumentada se mostrou uma tecnologia com grande potencial de atrair a atenção de jovens, complementando o ensino, apoiando matérias e consequentemente melhorando a educação.

Palavras-chaves: Realidade Aumentada; Tecnologias Sociais; Tecnologias Digitais; Semiárido; Aplicativos Móveis; Aprendizagem Ativa.

ABSTRACT

The semiarid region of Brazil has for decades been treated as a region synonymous with poverty, misery, low rates of economic, social and educational development, not to mention the drought issues, where it is usually pointed out as the great villain of all the other problems. One of the possible ways to identify emancipating actions aimed at the semiarid regions and its subjects would be to build a new educational conception, based on emancipation and autonomy, such as the use of Social Technologies. The present work aims to use digital technologies to improve access to academic content and to foster interactivity and the achievement of Social Technologies for the semiarid region. The proposed digital technology will use Augmented Reality through a mobile application to provide the dissemination and application of these social technologies exploring the related academic content, the construction of the technologies and their use. The methodological approach was anchored in Rapid Ethnographic Research for data collection, open coding, modeling, and development of the technology. Through a workshop offered to high school students from Cariri, Paraíba, the technology developed through the Technology Acceptance Model (TAM) was evaluated, considering the criteria utility, perceived ease of use and future use intention. The evaluation carried out through the TAM was positive, reaching a 98% index of satisfaction in the usefulness of the tool and intentions of future use presented by the students. It also demonstrated that the use of Augmented Reality proved to be a technology with great potential to attract the attention of young people, complementing teaching, supporting subjects and consequently improving education.

Key-words: Augmented Reality; Social Technologies; Digital Technologies; Semiarid; Mobile Applications; Active Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Google Cardboard e Samsung Gear.	22
Figura 2 - Aplicativo Google Translator.	23
Figura 3 - Aplicativo Measure.....	23
Figura 4 - Aplicativo Instagram.	24
Figura 5 - Protótipo Acendedor de Fogo Solar.	31
Figura 6 – Corte longitudinal do biodigestor caseiro.	32
Figura 7 - Protótipo do fogão solar e representação da incidência solar.....	32
Figura 8 - Projeto Sertão potável – Dessalinizadores Solares.....	33
Figura 9 – Representação do Triângulo de Engeströn.	44
Figura 10 - Triângulo de Engeströn da Atividade da tecnologia social Fogão Solar que é utilizada utilizando sucata de antena parabólica e a luz solar para produzir calor de maneira limpa e sustentável para aquecer alimentos.....	45
Figura 11 - Triângulo de Engeströn da Atividade da tecnologia social Dessalinizador Solar que através de uma estrutura de concreto, lona e vidro é possível transformar água salobra em água potável.	45
Figura 12 - Demonstração do funcionamento do Fogão Solar.....	47
Figura 13 - Demonstração do funcionamento do Dessalinizador.	47
Figura 14 – Protótipo aplicativo Visual3D.	48
Figura 15 – Telas iniciais aplicativo Visual3D.	49
Figura 16 – Telas Fogão Solar.	50
Figura 17 – Funcionamento Fogão Solar.	50
Figura 18 – Telas Dessalinizador.	50
Figura 19 – Funcionamento Dessalinizador.	51
Figura 20 – Menu e tela do Sobre.	51
Figura 21 – Quiz.....	52
Figura 22 – Interação extra RA.	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Entrevistas com professores sobre as dificuldades na construção e aplicação das tecnologias sociais de convivência com o Semiárido no ambiente escolar.	37
Tabela 2 – Entrevistas com professores sobre as abordagens pedagógicas do uso de tecnologias sociais em suas escolas.	39
Tabela 3 – Entrevistas com professores as possibilidades do uso de Realidade Aumentada no ambiente escolar.	42
Tabela 4 – Respostas questionário – Dados estudantes.	54
Tabela 5 – Respostas questionário – Questões de pesquisa.	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RA	Realidade Aumentada
RTS	Rede de Tecnologias Sociais
ASA	Articulação Semiárido Brasileiro
TSs	Tecnologias Sociais
RM	Realidade Misturada
RV	Realidade Virtual
IHC	Interação Humano Computador
HMD	<i>Head Mounted Display</i>
AC	Aprendizagem Colaborativa
TAM	<i>Technology Acceptance Model</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Justificativa	15
1.1.1	Motivação e Definição do Problema.....	15
1.2	Objetivos	16
1.2.1	Objetivos gerais.....	16
1.2.2	Objetivos específicos	16
1.3	Método	17
1.3.1	Fase 1 – Pesquisa Etnográfica rápida.....	17
1.3.2	Fase 2 – Análise dos dados coletados e Especificação dos requisitos e construção do aplicativo de Realidade Aumentada	18
1.3.3	Fase 3 – Validação da tecnologia junto à professores e alunos no contexto do Semiárido	19
1.4	Organização da Dissertação	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1	Realidade Aumentada	21
2.2	Realidade Aumentada na Educação e Treinamento.....	24
2.3	Tecnologias sociais de convivência com o Semiárido.....	28
2.3.1	Semiárido e Semiárido Paraibano	28
2.3.2	Tecnologias sociais na educação contextualizada no Semiárido	29
2.3.3	Tecnologias de convivência com o Semiárido.....	30
2.4	Trabalhos Relacionados	33
3	ESTUDO ETNOGRÁFICO RÁPIDO SOBRE O PROCESSO DE APRENDIZAGEM DE TECNOLOGIAS SOCIAIS PARA CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO	36
3.1	Método de Pesquisa Etnográfica Rápida	36
3.1.1	Participantes e Procedimentos	36
3.2	Coleta e Análise dos Dados Qualitativos.....	37
3.2.1	Codificação dos documentos gerados na Pesquisa Etnográfica.....	37
3.2.2	Estruturação da compreensão da atividade colaborativa por meio dos Diagramas de Engeström.....	44
3.2.3	Modelagem dos requisitos por meio de Cenários de Interação.....	46
3.2.4	Protótipos	48
4	DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DA FERRAMENTA VISUAL3D	

SUMÁRIO

.....	49
4.1 Ferramenta Visual3D	49
4.2 Análises e Resultados.....	53
5 CONCLUSÃO	57
5.1 Contribuições	57
5.2 Trabalhos Futuros	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

1 INTRODUÇÃO

Os jovens que estão nascendo em mundo cada vez mais digital, já nascem com esse “conhecimento tecnológico” enraizado nos seus valores e essa velocidade não se reflete no método de ensino tradicional. Henssen et al. (2020) comenta que a aprendizagem tradicional é descrita como todas as aprendizagens não digitais e não *online* ou demais métodos educacionais de leitura, discussão em sala de aula, palestras e presenciais onde normalmente o professor é considerado a figura central sendo o detentor do conhecimento, que normalmente é repassado aos alunos por meio de aula expositiva. Daí se coloca um grande desafio para o modelo de ensino das escolas de maneira geral, como acompanhar todas essas mudanças e tornar o ensino tão atrativo quanto os conteúdos digitais?

Os livros didáticos impressos constituem-se ainda hoje, como um dos principais recursos educativos e ferramentas de trabalho tanto para professores quanto para a maioria dos estudantes no Brasil. Vários recursos tecnológicos se integraram ao ambiente de uma sala de aula com a inclusão de recursos audiovisuais para tornar as aulas mais dinâmicas e atender novas demandas de incorporar novas tecnologias. Considerando ser crescente esse avanço tecnológico dentro do contexto educacional, o uso da tecnologia tem possibilitado um aprendizado mais significativo, modificando a forma como a construção do conhecimento é compartilhada entre professores e alunos dentro de sala de aula (Lopes et al., 2019).

Ao longo desse trabalho a Realidade Aumentada (RA) será apresentada como uma alternativa que se enquadra dentro destas novas tecnologias educacionais, que tem grande potencial em criar o engajamento dos alunos através da interatividade com o conteúdo (Becker et al., 2018). Ambientes colaborativos se apresentam incorporados em nossas vidas, e utilizar esses conceitos no ambiente educacional pode potencializar a retenção de conhecimento por parte dos alunos e ofertar novas possibilidades para a passagem de conhecimento por parte do professor.

A tecnologia de RA vem evoluindo significativamente nessa última década, bem como suas possibilidades de uso. A constante evolução dos dispositivos digitais traz consigo novas possibilidades e aplicações de uso, como carro chefe temos os smartphones. O massivo uso de aplicativos móveis pela sociedade, que tornou a plataforma *mobile* o maior vetor de propagação desta tecnologia, tendo em vista a capilaridade alcançada pelo potencial alcance desses dispositivos.

A justificativa de aplicar tecnologia em um determinado processo sempre advém da necessidade de melhorar a sua execução, tornando o procedimento mais rápido ou mais eficiente. A motivação desse trabalho desperta da oportunidade de explorar uma tecnologia para algo relevante e levando aprendizagem para população através da educação, mais especificamente para as pessoas que vivem nas regiões semiáridas.

1.1 Justificativa

A região semiárida do Brasil há décadas tem sido tratada como uma região sinônimo de pobreza, miséria, baixos índices de desenvolvimento econômico, social e educacional, sem falar das questões da seca, onde normalmente é apontada como a grande vilã dos demais problemas (De Medeiros et al., 2017). Um discurso que há muito tempo aflorava era que “se não existe água não pode haver desenvolvimento”, Ribeiro (1999) explica que a escassez de água é apontada como fator do atraso da região, e ao relacionar a seca como a principal causa da pobreza nordestina, fica claro uma relação causal entre a característica física da região e o seu grau de desenvolvimento.

Nesse sentido, é necessária uma mudança de concepção sobre as potencialidades e limitações físico-climáticas e ambientais da região semiárida, é necessário que se invista em mudanças culturais profundas, por meio da educação, e que se promova o desenvolvimento sócio ambientalmente sustentável. Segundo Araújo (2010), junto às tecnologias adaptadas, deve-se aliar um modelo pedagógico que promova reflexões e favoreçam a construção de estratégias e políticas geradoras da sustentabilidade socioambiental. O citado modelo pedagógico dirige-se às pequenas comunidades rurais e repassa tecnologias de fácil compreensão e aplicação.

No Brasil, foi criada a Rede de Tecnologias Sociais (RTS) com a intenção de transformar tecnologias sociais em políticas públicas, como também facilitar a sua difusão e desenvolver formas mais adaptadas as diferentes regiões do país (De Tecnologia Social, 2011). A RTS organiza-se a partir de princípios democráticos, dialógicos e inclusivos, busca a promoção do desenvolvimento sustentável, saindo da mera aplicação de projetos demonstrativos para uma escala que possibilite impactos efetivos na realidade social.

A questão ambiental tem sido fundamental para a implementação e difusão das tecnologias sociais. Já a Articulação Semiárido Brasileiro (ASA), que é uma rede de organizações da sociedade civil, vem implementando e testando cerca de quarenta tecnologias sociais e algumas já se transformaram em programas, como é o caso do “Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: um milhão de cisternas rurais (P1MC)” e o “Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido Brasileiro: acesso e manejo sustentáveis da Terra e das Águas por meio de Tecnologias Sociais (P1+2)” e o “Programa Bomba d’Água Popular (BAP)”.

Atualmente já houve avanços nessa região, porém, longe do ideal desejável. A educação se mostra um dos caminhos possíveis para identificar ações emancipadoras que descortinam os estereótipos, destinadas às regiões semiáridas e aos seus sujeitos, para construir uma nova concepção educativa, pautada na emancipação e na autonomia (Silva et al., 2018).

1.1.1 Motivação e Definição do Problema

As Tecnologias Sociais (TSs) são um conjunto de técnicas e procedimentos, associados a formas de organização coletiva, que representam soluções para a inclusão social e melhoria da qualidade de vida (Dowbor et al., 2004). Normalmente as TSs se orientam sobretudo pela

simplicidade, baixo custo, fácil aplicabilidade e impacto social.

A motivação para o presente trabalho surgiu a partir dos resultados positivos na utilização de TSs desenvolvidas por professores da rede pública estadual de ensino da Paraíba, com vários projetos que realizam ações pontuais utilizando tecnologia com um baixo custo, para combater as adversidades que o clima da região impõe, onde os insumos locais, podem ser aproveitadas. Algumas ações implementadas nas escolas possuem custos associados à compra de materiais e equipamentos para construção das TSs, ou mesmo para traslados e viagens para ampliação e replicação dos projetos desenvolvidos. Infelizmente esses custos nem sempre são cobertos pela escola, município e estado, o que onera consideravelmente o professor, por vezes impossibilitando tal projeto.

Com base nesse cenário, este trabalho propõe o uso de tecnologias digitais para melhorar o aproveitamento dos conteúdos acadêmicos que interagem com as TSs de convivência com o Semiárido, aumentando a interatividade e o alcance para um maior número de professores e alunos. Além de apoiar professores e alunos das escolas da rede pública do sertão paraibano a potencializar a replicação e disseminação do uso dessas TSs colocando em prática ações que melhoram significativamente a qualidade de vida das pessoas desta região.

O uso de RA na educação visa suprir dificuldades encontradas para a abstração de certas situações, como estruturação de simulações ou recomposição de cenários, por intermédio de uma experiência virtual que interaja com o mundo real. A RA se apoia na evolução do poder computacional dos dispositivos e da convergência das formas de expressão do ser humano através de multimídia com representações interativas e imersivas do imaginário, assim como a representação da realidade (Brum et al., 2019).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos gerais

Investigar e desenvolver soluções utilizando a tecnologia de realidade aumentada de modo a auxiliar e dar suporte ao professor para o ensino da abordagem dessas tecnologias sociais de convivência com o semiárido.

1.2.2 Objetivos específicos

- Criar um banco de dados sobre tecnologias sociais utilizadas em escolas da rede pública estadual da Paraíba considerando o número de unidades de ensino, professores e estudantes impactados;
- Desenvolver um aplicativo educacional para smartphones baseado em realidade aumentada que utilize mecânicas de gamificação de modo a engajar os usuários na compreensão de temas relacionados ao Semiárido Brasileiro;
- Avaliar o engajamento de estudantes da rede pública como usuários do aplicativo desenvolvido e o seu alcance para melhorar o conhecimento da comunidade escolar, sobre tecnologias sociais voltadas para o Semiárido.

1.3 Método

Para a construção e desenvolvimento do aplicativo utilizando RA o processo foi dividido em 3 fases: pesquisa etnográfica rápida sobre TSs aplicadas com professores de escolas da rede pública do Semiárido paraibano, especificação de requisitos para a montagem do *software* e a validação do aplicativo criado junto aos professores e alunos no contexto do Semiárido.

1.3.1 Fase 1 – Pesquisa Etnográfica rápida

Etnografia rápida é um método de investigação qualitativa cujo objetivo é entender o usuário como ele é, suas motivações, formas de vida, valores e outras características, com o contexto sociocultural em que ele está inserido (Macaulay et al., 2000). De forma geral, uma pesquisa etnográfica inclui o trabalho de campo nos ambientes do usuário, estudo global para se entender o contexto completo da atividade, descrições ricas de pessoas, ambientes e interações com uma tentativa de se compreender as atividades sob a ótica do usuário (Medeiros, 2013).

A pesquisa etnográfica rápida se diferencia da tradicional por ser caracterizada por estudos mais dirigidos, de forma mais direta e em menos tempo. Essa técnica é utilizada para estreitar o escopo da pesquisa de campo, jogando luz nas atividades mais relevantes. Além disso, propõe-se buscar o auxílio de informantes chave, o uso de múltiplos observadores e fazer uma análise qualitativa colaborativa dos dados e/ou análise assistida por computador (Millen, 2000). Para o estudo qualitativo se conta com o auxílio de um segundo observador, que pode utilizar informantes chaves, identificados ao longo da pesquisa de campo e codificar todos os dados coletados nas observações, entrevistas, *surveys*, documentos e anotações.

Para compreender as informações neste trabalho, foram escolhidos os métodos de coleta de questionários, entrevistas semiestruturadas e análise documental.

Questionários

Foram aplicados questionários semiestruturados para 21 professores da rede pública estadual de ensino da Paraíba que participaram do projeto Gira Mundo Israel contendo questões a respeito dos seguintes aspectos do desenvolvimento das TSs aprendidas em Israel e replicadas no sertão da Paraíba em suas escolas para levantar informações gerais das tecnologias desenvolvidas.

Os questionários se diferenciam das entrevistas porque tiveram um alcance maior, sendo aplicados para um maior número de professores. A escolha dos professores entrevistados e das tecnologias sociais que foram exploradas no aplicativo, foram baseadas nas respostas dos questionários aplicados e a viabilidade de desenvolvimento da solução.

Entrevistas Semiestruturadas

Foram identificados professores com atuação estratégica por terem desenvolvido projetos de destaque como resultado do projeto Gira Mundo Israel, iniciativa dos editais de 2018 e 2019 da Fundação de Apoio à Pesquisa (FAPESQ). Realizou-se entrevistas para compreensão

sobre a utilização de TSs de convivência com o Semiárido e sua aplicação na educação. A partir desse levantamento, investigou-se como dar mais escalabilidade a essas iniciativas utilizando tecnologias como a RA. Nas entrevistas foram realizados os seguintes questionamentos:

- Como é o processo de construção das tecnologias?
- Vocês recebem apoio da escola, do governo e de parceiros? É difícil conseguir tal apoio e aplicar estratégias em sala de aula?
- Como os professores enxergam os impactos da abordagem sobre essas tecnologias no processo de aprendizagem?
- Qual a percepção que os professores têm em relação aos estudantes quando essas tecnologias são abordadas?
- Quais são as dificuldades de replicar esse conhecimento e essas tecnologias em várias escolas e por outros professores?
- Como os professores associam o conhecimento relacionado às TSs nas disciplinas que eles ensinam?
- Discutir algumas possibilidades de como explorar a RA para demonstrar as tecnologias de convivência do Semiárido.

1.3.2 Fase 2 – Análise dos dados coletados e Especificação dos requisitos e construção do aplicativo de Realidade Aumentada

Para a análise das respostas e das questões abertas, foi escolhido e utilizado um processo de codificação aberta. Considerada a primeira etapa de uma análise de dados (Hoda et al., 2012), na codificação aberta o pesquisador explora os dados através do exame minucioso daquilo que lhe parece relevante a partir da leitura intensiva dos textos. É oportuno observar que, como as respostas foram curtas e concisas, e o total de respostas não foi elevado, foi possível realizar a codificação sem a necessidade de uma ferramenta de análise qualitativa e outras modalidades de codificação.

O método de *design* adotado para essa pesquisa foi o da modelagem das atividades através do Triângulo de Engeström. Engeström (2000) incorpora os conceitos de comunidade, regras sociais e divisão de trabalho do método que operacionaliza a Teoria da Atividade¹, considerando que a comunidade é formada por todos os sujeitos que compartilham um mesmo objeto. Enquanto as regras são as formas de mediação entre sujeito e comunidade, que são normas e convenções sociais estabelecidas dentro da comunidade (Medeiros et al., 2013).

Com base nesse modelo, foram construídos cenários com descrições narrativas informais que retrataram a prática humana situada como ela ocorre no presente, que provocaram *insights* e evidenciaram requisitos e as necessidades para um novo artefato. Essas narrativas buscaram alcançar os diferentes níveis de análise através do Princípio da Estrutura Hierárquica

¹ Conjunto de princípios que adotam as atividades humanas como elemento central de análise para a compreensão e descrição do contexto sócio-cultural

da Atividade, alcançando as rotinas habituais dos professores e aprendizes, que seriam as operações realizadas sem a necessidade de consciência sobre elas (Medeiros e Gomes, 2010).

Para expressar da maneira mais fidedigna o aplicativo desenvolvido, foi confeccionado um protótipo que serviu para validação e para teste da navegação, experiência do usuário e funcionalidades. Após fechado o escopo, foi submetido aos atores envolvidos e avançou para a etapa de desenvolvimento do software.

O desenvolvimento do aplicativo conteve duas TSs, conjunto de técnicas e procedimentos associados a formas de organização coletiva, com interações utilizando RA e suas aplicações na educação (com base nos requisitos levantados a partir da pesquisa etnográfica rápida). Dessa maneira, foi desenvolvido um Mínimo Produto Viável (MVP) que conteve as funcionalidades essenciais para demonstrar e validar o aplicativo como um meio inovador, se tornando uma ferramenta de apoio para a disseminação das tecnologias de convivência do Semiárido.

1.3.3 Fase 3 – Validação da tecnologia junto à professores e alunos no contexto do Semiárido

Foi aplicado um questionário de modelo de aceitação de tecnologia (TAM), que é a teoria de sistemas de informação mais amplamente usada entre os pesquisadores que modelam o uso individual e a aceitação das novas tecnologias (Davis et al., 1989). Ultimamente tornou-se bastante significativo na literatura referente à aceitação de tecnologia (Chang et al., 2017). Em estudos recentes a aplicação do questionário TAM teve uma aceitação de tecnologia educacional e provou ter eficácia em relação aos demais modelos teóricos (Al-Qaysi et al., 2020).

O intuito da aplicação desse questionário foi de validar as funcionalidades desenvolvidas no aplicativo e medir o nível de satisfação, retenção de conhecimento e aceitação da ferramenta pelo público-alvo, que foram os alunos de escolas públicas do cariri paraibano e a população do Semiárido.

1.4 Organização da Dissertação

Essa dissertação está dividida em 5 capítulos. O capítulo 2 descreve o referencial teórico que dá suporte a este trabalho, traz fundamentos históricos sobre a realidade aumentada passando pela evolução até os dias atuais e como ela vem sendo empregada para apoio a educação. Também aborda as TSs de convivência no contexto do Semiárido, mais especificamente no interior da Paraíba.

O capítulo 3 está relacionado com o estudo etnográfico rápido, onde são analisadas as entrevistas, conduzidos os processos e também são criados cenários que serão utilizados para definição de escopo e desenvolvimento do aplicativo. No capítulo 4 se destina a explorar o conteúdo do aplicativo, suas funcionalidades, telas e detalhamentos de como o aplicativo foi utilizado na oficina junto aos estudantes, traz os resultados que foram coletados através de *Surveys* durante a condução da oficina de RA, tabelas e números de informações sobre o

resultado da pesquisa. Finalizando o capítulo 5 traz o fechamento com a conclusão do trabalho, impressões que foram coletadas e possíveis trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo serão apresentados conceitos importantes para contextualizar a abordagem do problema de pesquisa e da proposta de solução. Serão levantadas discussões sobre as aplicações com tecnologia de RA e em qual contexto elas podem ser inseridas na educação.

2.1 Realidade Aumentada

Essa tecnologia nasceu de uma nova perspectiva na interação dos meios digitais, foi criada baseada no conceito de Realidade Misturada (RM), que é um termo utilizado para caracterizar o espaço de transição entre o mundo real e um mundo artificial gerado por computador, denominado por muitos autores como Realidade Virtual (RV) (Milgram et al., 1995). Milgram e Kishino, (1994) descreveram que, a maneira mais direta de ver um ambiente de RM é aquela em que o mundo real e os objetos do mundo virtual são apresentados juntos dentro de uma única exibição, isto é, em qualquer lugar entre os extremos do contínuo da virtualidade.

Já no século XXI, para Azuma et al., (2001), RA consiste em combinar objetos reais e virtuais em um ambiente real, funciona de forma interativa e em tempo real e para registrar (alinhar) objetos reais e virtuais uns com os outros. Em tempos recentes, (Akçayir et al., 2017) definiu RA como uma abordagem que sobrepõe imagens virtuais para o mundo real, normalmente através de imagens ou vídeos em tempo real. Essa tecnologia dá a impressão que objetos virtuais parecem coexistir no mesmo espaço que objetos do mundo real de acordo com (Akçayir et al., 2017).

O modo de interação na humanidade vem evoluindo durante a passagem humana no planeta, pois tanto a escrita quanto as pinturas rupestres foram criadas com esse objetivo, de passar uma informação e facilitar a interação da sociedade na época (Sherman et al., 2003). A comunicação, desde então, veio evoluindo com o auxílio de novas ferramentas, passando a fazer parte do contexto histórico de cada pessoa. Já no século XIX, as pinturas panorâmicas que retratam as batalhas e outros fatos relevantes da sociedade da época, também são consideradas uma tentativa de utilização da RV, pois buscavam “preencher todo o campo de visão do observador, fazendo-lhes sentir presente em algum evento histórico ou cena” (Society, 2021).

A invenção da fotografia, criada por Talbot em 1839, aliada ao procedimento chamado Estereoscopia criado por Wheatstone no ano anterior, em 1838, pretendia apresentar uma ilusão de relevo a partir de imagens. Após reveladas em pequenas dimensões, essas imagens eram coladas em um cartão e observadas por um estereoscópio, um dispositivo binocular, que possibilita, através de princípios físicos (ótica), a percepção de relevo e profundidade (Bajac, 2012). Isso possibilitou a invenção do Estereoscópio por Brewster, em 1840, que nada mais é do que o precursor de toda tecnologia 3D de hoje em dia (Berkman, 2018).

O termo Realidade Virtual foi definido posteriormente, em 1987, com a autoria da expressão sendo atribuída ao programador Jaron Lanier, que desenvolveu o EyePhone. Na época, a empresa de Lanier (VPL Research) desenvolveu, um revolucionário óculos de VR que

trazia interação com luvas, utilizando conceitos semelhantes aos que vemos hoje, como o Nintendo Virtual Boy (1995), Google Cardboard (2014), Samsung Gear (2015) e o PlayStation VR (2016) (Society, 2021).

Figura 1 - Google Cardboard e Samsung Gear.



Fonte: Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Google-Cardboard.jpg> e <https://www.samsung.com/br/support/model/SM-R324NZAATO/>.

No mesmo âmbito, mas seguindo uma linha inversa de pensamento, surgiram conceitos e práticas que posteriormente seriam conhecidas por Realidade Aumentada. Em 1975, Myron Krueger, um artista americano, desenvolveu uma aplicação chamada Videoplace, que se tratava de um sistema capaz de detectar qualquer tipo de movimento realizado, criando assim uma realidade virtual completa (Krueger et al., 1985). Em 1990, Tom Caudell, foi o primeiro a utilizar o termo “Realidade Aumentada”, criando um sistema para auxiliar mecânicos da empresa Boeing, possibilitando que mecânicos pudessem ver informações enquanto trabalhavam, sem necessidade de consultar manuais, o que proporcionou um ganho de tempo e dinheiro para empresa (Janin et al., 1993).

Por possibilitar a integração do mundo real com o virtual de maneira a melhorar a experiência do usuário, não é difícil encontrar aplicações atuando nas mais diferentes áreas, como nas forças armadas e na área da saúde, para simulações e treinamentos, no aperfeiçoamento de projeções em diversos âmbitos, como cinema e televisão, nas Universidades para estudos, comércio, e claro, em jogos digitais. Mesmo em um ambiente controlado, permitindo a imersão de forma assistida e segura, é possível por meio de imagens e outros estímulos sensoriais, como sons e *gadgets*² de interação, promover uma maior ambientação e compreensão de contextos e situações.

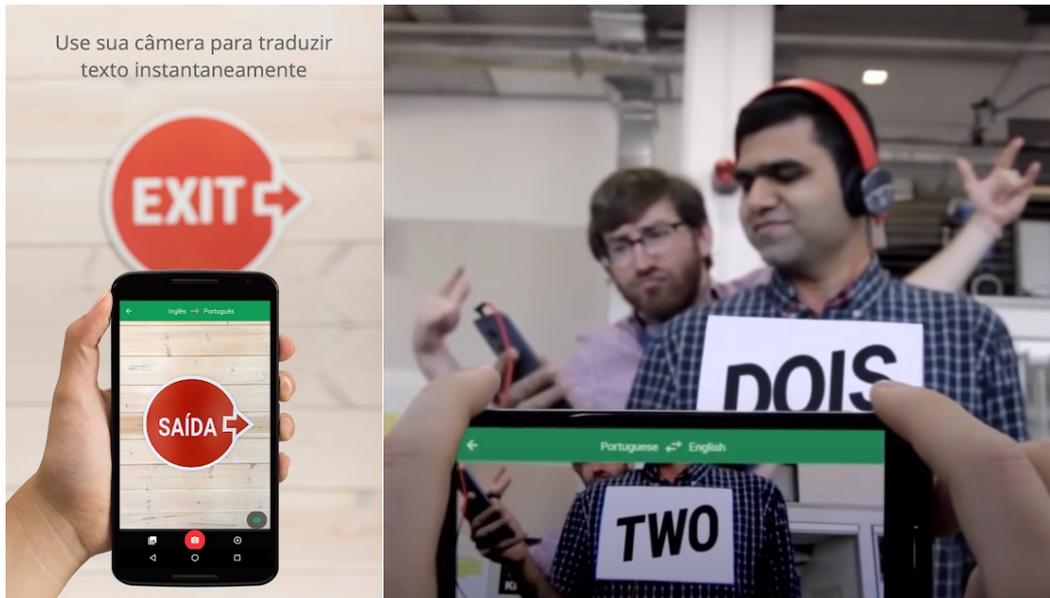
Com a evolução da tecnologia da informação, os conhecimentos das técnicas se tornaram mais difundidas, possibilitando que a comunidade científica pudesse estudar sobre o assunto visando difundir mais desta tecnologia no dia a dia de cada pessoa. Em 1992, a empresa Sense8 começava a comercializar o WorldToolKit (Corporation, 1998), que continha artefatos para ajudar os desenvolvedores na criação de aplicações com RV, se tornando uma das maiores referências neste assunto. Com o lançamento do ARToolKit (Daqri, 2021), em 1999, trazendo também artefatos de rastreamento para vídeo, a comunidade passou a ter um pacote completo e livre que agregava componentes para criação de aplicações em Realidade Virtual e Aumentada,

² Dispositivo mecânico ou eletrônico normalmente pequeno pensado como uma inovação de uso prático

que foram e estão sendo aperfeiçoados e utilizados atualmente.

Com esse aperfeiçoamento podemos citar os dispositivos móveis como uma plataforma ideal para aplicativos de RA, por serem econômicos e fáceis de usar, especialmente para alunos mais jovens (Henrysson et al., 2005) e também oferecem muitas vantagens como a portabilidade, incentivo à alta interatividade social e operabilidade independente (Hwang et al., 2012). Existem vários aplicativos que utilizam RA para melhorar a interação com o usuário, como o google tradutor que contém uma função de câmera, que ao identificar algum texto consegue identificar o texto e automaticamente substituir para a linguagem desejada.

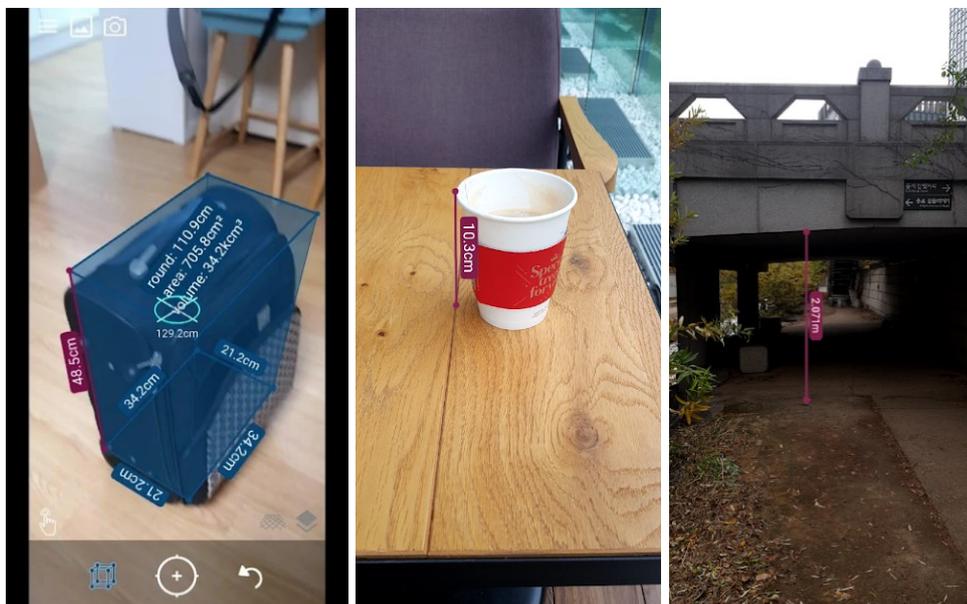
Figura 2 - Aplicativo Google Translator.



Fonte: Google Translator.

Soluções para facilitar o dia como o aplicativo Measure que através do uso da câmera consegue utilizar uma fita métrica e realizar medida em qualquer objeto ou de algum cômodo.

Figura 3 - Aplicativo Measure.



Fonte: Measure.

Essa tecnologia está muito disseminada através de vários filtros disponibilizados por aplicativos como o Instagram, que disponibiliza os mais diversos tipos de objetos, interações e mudança de imagens em tempo real. Este aplicativo tem opções para que usuários criem os seus próprios filtros com interações e os disponibilizem para os demais usuários da rede.

Figura 4 - Aplicativo Instagram.



Fonte: Instagram.

Na próxima seção será apresentado o uso de RA no contexto educacional e para treinamentos diversos, demonstrar como essa tecnologia pode ser utilizada para melhorar a retenção de conhecimento e em alguns casos diminuir significativamente o índice de acidentes em atividades que contém um grau de risco considerável.

2.2 Realidade Aumentada na Educação e Treinamento

A utilização de RA visa suprir dificuldades encontradas para a abstração de certas situações, como a estruturação de simulações ou recomposição de cenários, por intermédio de uma experiência digital que interaja com o mundo real. Existe uma vasto potencial para o desenvolvimento de aplicações que utilizam RA, segundo (Pereira et al., 2017) a utilização desta tecnologia tem grande potencial em tornar os materiais didáticos mais atrativos e interativos, enriquecendo a sua qualidade, o que pode incluir e encorajar o uso de RA no âmbito escolar.

Essas iniciativas não devem ser apenas em aplicações *desktop*³, mas sim, em dispositivos móveis como smartphones e *tablets*⁴ que possuem alto poder de processamento e boas câmeras integradas por custo acessível. Os aplicativos de aprendizagem virtual, demonstram que eles podem fornecer as ferramentas adequadas que permitem aos usuários aprender de forma rápida e eficiente, interagindo com ambientes virtuais (Pan et al., 2006). A RA ajuda os alunos a se envolverem em explorações autênticas no mundo real (Dede, 2009), ao

³ Softwares instalados em computadores ou notebooks

⁴ Computador portátil, de tamanho pequeno de fina espessura e com tela sensível ao toque (*touchscreen*)

inserir elementos virtuais em um ambiente real, o que facilita a observação de eventos que não podem ser facilmente observados a olho nu (Wu et al., 2013) como reações químicas ou simulações de eventos físicos.

Instituições de ensino e educação estão constantemente em evolução, uma dessas evoluções é adaptar os métodos tradicionais de ensino, que tem como características o ensino centrado no professor e poucos métodos de aprendizagem ativa. Apesar da validade do modelo tradicional e de seus resultados comprovados, sempre existe espaço para busca de novos métodos mais produtivos que possam melhorar a experiência de aprendizagem e o nível intelectual dos alunos. Martín-Gutiérrez et al. (2015) descrevem que os novos alunos podem ser considerados nativos digitalmente, pois em sua vida cotidiana estão constantemente interagindo com muitas informações gráficas fornecidas por videogames, internet ou filmes.

Essa transformação do perfil dos estudantes faz com que muitos pesquisadores, professores e pedagogos se concentrem em novos métodos de visualização para aprimorar os modelos de ensino atual. No estudo de Henssen et al. (2020) se comprovou que uma aplicação com RA trouxe ganhos valiosos aos métodos de aprendizado tradicional. Houve uma grande evolução no uso da RA, ferramentas foram criadas para diversificar a experiência do seu uso, podendo ser utilizado desde o ensino fundamental (Chiang et al., 2014)(Kerawalla et al., 2006) até o ensino superior (Ferrer-Torregrosa et al., 2015).

A Aprendizagem Colaborativa (AC) suportada por computador é uma abordagem pedagógica que pode ser utilizada para implantar aplicativos educacionais baseados em RA. (Suh, 2011) define que AC é um método aplicado aos alunos para realizar tarefas comuns em pequenos grupos, de modo a alcançar objetivos compartilhados ou resultados de aprendizagem. (Billinghurst et al., 2002) aponta que a AC é onde está o maior potencial da RA, onde os mundos virtual e físico coexistem. De acordo com Dunleavy et al. (2009) a vantagem mais significativa de RA é a sua “capacidade única de criar ambientes de aprendizagem híbridos imersivos que combinam objetos digitais e físicos, facilitando assim o desenvolvimento de habilidades de processamento, como pensamento crítico, resolução de problemas e comunicação através de exercícios colaborativos interdependentes”.

Os usuários aprendem enquanto se comunicam com outras pessoas no mesmo espaço, o que de forma natural leva as interações colaborativas (Park et al., 2015). De acordo com (Bujak et al., 2013) a tecnologia de RA cria possibilidades de AC em torno de conteúdo virtual em ambientes não tradicionais. Um dos primeiros trabalhos nesta área foi a “Sala de Aula do Futuro” (Cooperstock, 2001) que idealiza como seria possível melhorar a participação entre instrutor e alunos para interagir através de vários cenários imersivos em um ambiente colaborativo. Conforme os estudos de AC sobre os campos de terra e planejamento urbano realizados por (Chen et al., 2008) foi concluído que a RA pode melhorar o design das tarefas realizadas pelos alunos e seu desempenho acadêmico.

Segundo Bower et al. (2014) a RA pode dar suporte a abordagem pedagógica por meio de aprendizagem construtivista, da incorporação de experimentos educacionais que complementam o mundo real na sala de aula, do aprendizado baseado em jogos e de uma

aprendizagem que permita a investigação mediante a coleta e análise de dados de acordo com a utilização de modelos virtuais que são manipulados de forma simples e que apresentam, de maneira didática, informações relevantes para o assunto tratado.

Em contraponto, é fundamental a necessidade de investigação contínua em relação à questão pedagógica e verificação de práticas mais adequadas que possam produzir um conteúdo educacional que seja influenciada pela experiência imersiva que RA propicia. (Lu et al., 2015) apontam que em seu estudo os alunos adotaram uma atitude positiva em relação às atividades de aprendizagem aprimoradas pela RA, mencionam que os estudantes ficaram mais felizes e brincalhões enquanto “aprendiam brincando”.

Quando o assunto é treinamento, diversas possibilidades se abrem para aplicação de RA. Suas aplicações têm se mostrado eficientes em diversos setores, como nas áreas de saúde, defesa, negócios, turismo, entre outros (Aldrich, 2005; Mattar, 2010; Novak, 2010). São mais demandas em atividades que envolvem risco à vida, ao patrimônio e ao meio ambiente, pois reduz os riscos e custos dos treinamentos práticos tradicionais (Green III, 2000; Phelan, 2011). A RA foi introduzida pela primeira vez como uma ferramenta de treinamento para pilotos de companhias aéreas e da Força Aérea durante a década de 1990 (Thomas et al., 1992). Em treinamentos relacionados ao esporte temos Baumeister et al. (2017) que mencionam que campos de visão limitados podem aumentar os requisitos de carga cognitiva e exibições RA podem aumentar o desempenho e reduzir a carga cognitiva.

A exploração da tecnologia de RA vem sendo utilizada na área de treinamentos através de jogos sérios, que é um software com interface gráfica, com informações e interações possíveis, porém que deve ter elementos fundamentais que garantem o sucesso dos jogos, tais como, regras, estratégias, desafios, recompensas, níveis e feedback contínuo (Novak, 2010)(Domingues, 2011). Jogos sérios precisam atender aos princípios de aprendizagem efetiva, que geralmente os jogos contemplam (aprendizagem ativa, prática das competências, motivações, objetivos e pré-requisitos claros, vários cenários ou problemas). É requisito saber quem são os aprendizes e quais competências devem ser treinadas. As competências são formadas por conhecimentos, habilidades e atitudes pessoais empregadas no desempenho de uma determinada atividade (Da Rocha et al., 2015). Os jogos sérios são jogos usados para fins de aprendizagem e de treinamento de pessoas, tais como, nas áreas de meio ambiente, saúde, defesa (Berg Marklund, 2013).

Na área de aprendizagem podemos destacar o trabalho de Ibáñez e Delgado-Kloos, (2018) que identificou que alguns recursos de RA podem melhorar o aprendizado, incluindo uma maior compreensão do conteúdo em comparação a outros tipos de mídia, trazendo uma retenção de memória de longo prazo, desempenho melhorado de tarefas físicas e colaboração aprimorada. Já na área de treinamento e simulação prática, Fountaine et al. (2018) identificaram que, ao aumentar a diversidade dos movimentos e desafios, torna-se possível a criação de conteúdo personalizado.

Os jogos educacionais com a finalidade de aprendizagem e treinamento devem conter o máximo de fidelidade com as situações do mundo real para que se possa ter o melhor resultado

possível, cada detalhe visual e comportamental é importante para transmitir uma experiência o mais próximo possível da real. Fidelidade é o grau com que o modelo de simulação representa o fenômeno, equipamento ou sistema do mundo real sendo simulado (Rocha, 2017). A fidelidade pode ser física, funcional ou psicológica (Feinstein et al., 2002). Para se obter uma aprendizagem efetiva é necessário que o jogo contenha vários cenários relevantes (criados a partir da realidade) e com diferentes formas de avaliação (não uma única em um cenário, mas formando um processo / programa de avaliação), com feedback ao longo do jogo e não somente ao final (Salas et al., 2009).

Na área da RA os pesquisadores Silva et al. (2017) e Cieslinski et al. (2016) defendem que a utilização de metáforas, em um modelo construtivista, pode enriquecer o processo de aprendizagem e alcançar um significativo avanço cognitivo através do uso da RV. O processo de montagem das metáforas define as seguintes classificações: Metáfora de Ambiente representa os objetos, cenários e características do ambiente de realidade virtual, Metáfora de Ensino que traduzem como as informações serão apresentadas aos alunos e a Metáfora de Aprendizagem que busca pelas relações que o ambiente real possui com o ambiente virtual, promovendo na imersão do aluno em uma vivência quase real e verídica. O trabalho de Leão (2019) define várias áreas de exploração da Realidade Aumentada: Militar, entretenimento, reparos, medicina, robótica, montagens e manutenções - onde em todas essas áreas são utilizadas uma aplicação imersiva ou não, aplicando RA com o viés de melhorar a absorção de conhecimento e engajamento com a matéria através da interação proporcionada, no caso, o estudo de línguas estrangeiras.

Alguns pontos de atenção quanto ao uso de RA no contexto educacional são debatidos por alguns autores, Van Krevelen et al. (2010) comentam sobre as restrições em relação ao uso de RA em procedimentos educacionais, mencionando problemas técnicos que podem ser apresentados na utilização de dispositivos e que podem comprometer o processo de ensino-aprendizagem como a imperfeição na visualização da experiência em RA em ambientes externos (relacionados ao brilho e contraste), erros na calibração dos dispositivos, latência (atrasos do sistema), imprecisão na percepção de profundidade (relacionadas à baixa resolução), uso e desenvolvimento de interface que não sobrecarregue o usuário com muitas informações e a aceitação social em relação ao uso de artefatos.

Sem uma interface bem projetada e uma orientação adequada para os alunos, a tecnologia pode ser muito complicada para o seu uso (Squire et al., 2007). Além das limitações técnicas (Munoz-Cristobal et al., 2014) mostraram que é necessário um tempo adicional de aula para utilizar RA de uma maneira eficaz.

Nesta seção foram apresentados diversos conceitos e aplicações de RA ao contexto educacional e para treinamentos, no próximo tópico serão apresentadas várias tecnologias utilizadas para convivência na região semiárida do sertão Paraibano, uma região com características próprias onde existe um desafio diário em harmonizar a convivências das pessoas com o meio ambiente.

2.3 Tecnologias sociais de convivência com o Semiárido

O Semiárido Brasileiro é uma região com limites estabelecidos e que abrange localidades ainda carentes de desenvolvimento socioeconômico. Com uma área que abriga 1.262 municípios distribuídos em dez estados da federação (Sudene, 2021), o Semiárido apresenta precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm, índice de aridez igual ou inferior a 0,50 e percentual diário de déficit hídrico igual, ou superior a 60% para todos os dias do ano (IBGE, 2018), um conjunto de altas temperaturas, chuvas escassas e mal distribuídas com longos períodos de estiagem. O Semiárido Brasileiro é um dos maiores do planeta, abrangendo o norte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, os sertões da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e uma parte do sudeste do Maranhão (Rebouças et al., 2002).

Com tantas adversidades em relação ao clima, no decorrer deste tópico serão contextualizadas características peculiares dessa região, demonstrando algumas ações, iniciativas e uso de tecnologias que podem ajudar a atenuar as limitações existentes no Semiárido e aproveitar as suas potencialidades para permitir uma convivência harmoniosa com o local. Mostrar como funciona a educação contextualizada ao Semiárido e seus benefícios para a população que vive nessas regiões.

2.3.1 Semiárido e Semiárido Paraibano

O Semiárido Brasileiro é um espaço geográfico habitado por uma população, com suas peculiaridades; lugar onde a rede de poder se expressa entre os grupos sociais estabelecidos (Figueiredo, 2017). De Melo Souza et al. (2016) explicam que as condições climáticas possuem marcantes precipitações pluviométricas irregulares associadas a altas temperaturas durante boa parte do ano. Além dessas características o relevo é irregular, os solos são rasos com baixa fertilidade e pouco teor de matéria orgânica. O Semiárido Paraibano é formado por 194 municípios ocupando 90,91% da área do estado (51.338,777 km²), dos quais todos estão inseridos no Bioma Caatinga e em processo de desertificação (Sudene, 2017).

As regiões semiáridas de modo geral são caracterizadas pela aridez do clima, deficiência hídrica, imprevisibilidade das precipitações pluviométricas e pela presença de solos pobres em matéria orgânica. O grande período de seca anual eleva a temperatura local, caracterizando aridez sazonal. O grau de aridez de uma região depende da quantidade de água originada de chuva (precipitação) e da temperatura que influencia a perda de água por meio da evapotranspiração potencial (Silva, 2006).

O bioma característico do Semiárido é a Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro e reconhecido como uma das 37 grandes regiões naturais do planeta, com alta biodiversidade de espécies vegetais e animais, que possuem características especiais de adaptação às condições climáticas, como a “formação vegetal xerófila, com folhas pequenas que reduzem a transpiração, caules suculentos para armazenar água nas raízes espalhadas para capturar o máximo de água durante chuvas” (Silva, 2006).

O acesso e disponibilidade de água para as famílias que residem nas regiões semiáridas

do Brasil está aumentando através da captação, armazenamento e conservação de água da chuva, reutilização de águas residuárias, das políticas públicas, projetos de pesquisa e extensão ou da ação de organizações não governamentais (De Melo Souza et al., 2016). Existem várias tecnologias em uso, voltadas para atender o Semiárido Brasileiro, porém não são de conhecimento de todos, tornando essas inovações inacessíveis para algumas pessoas. Uma iniciativa que apoia a criação de tecnologias sociais é o Renova Semiárido, que tem como objetivo de divulgar projetos de energia solar, energia eólica, biodigestores, bioágua e ecofogão. O projeto é fomentado Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola (FIDA) e é desenvolvida pelo Instituto Nacional do Semiárido (INSA) (Insa, 2022).

2.3.2 Tecnologias sociais na educação contextualizada no Semiárido

Os conhecimentos para transformar o cotidiano devem ser transmitidos de forma efetiva e que possam render multiplicadores para disseminar o conhecimento e compartilhar experiências. Esses conhecimentos desenvolvidos na área do Semiárido Brasileiro são fundamentais que avancem e sejam divulgados, Araújo (2010) explica que se faz necessário a construção de outra mentalidade que balize novos comportamentos direcionados para práticas apropriadas de manejo e uso sustentável dos recursos naturais e de fortalecimento do processo de organização social e política das comunidades inseridas no Semiárido, investindo em alternativas baseadas na agroecologia, no manejo sustentável da caatinga, na criação de pequenos animais, correlacionados a experiências de associativismo e cooperativismo, sob a perspectiva da economia popular solidaria.

Quando desenvolvidas para convivência com o Semiárido as TSs têm sua eficácia comprovada elas fortalecem o homem do campo, garantindo assim uma melhor qualidade de vida e até mesmo a fixação dos jovens na região. Estas tecnologias vêm transformando o modo de vida e garantindo a permanência dos agricultores familiares nessa região, permitindo que os mesmos produzam alimentos para o sustento da família, comercialização e alimentação animal (De Melo Souza et al., 2016). Um dos fatores que dificultam o acesso às TSs são a difusão da informação e a carência de gestores do conhecimento, isso diminui a velocidade com que o conhecimento atinge as populações rurais e mais carentes (Anjos, 2017).

Para explicar como funciona o processo de educação no Semiárido, sendo mais específico com o Semiárido nordestino, é preciso mencionar que é uma área em que seu contexto social, político-econômico e ambiental foi marcado fortemente pelo latifúndio, pelo coronelismo, pela seca e pela miséria (Andrade et al., 2017). A população dessa localidade sofre muito com a falta de recursos e precariedade em infraestrutura de maneira geral, sua base educacional foi construída em escolas instituídas nos moldes de transferência de conteúdo.

Recentemente tem crescido o interesse por estudos sobre o Semiárido Brasileiro, abordando os mais diversos aspectos, produzindo novos conhecimentos sobre essa região. Trabalhos que constroem uma nova visão da região, demonstrando como é possível viver bem e com qualidade de vida mesmo diante das adversidades, a consolidação de culturas de convivência adequadas ao ambiente apontando não somente os seus problemas, mas seu

potencial e riquezas (De Medeiros et al., 2017).

A finalidade desse modelo educacional centrado no Semiárido é fazer uso de metodologias contextualizadas e dinâmicas na escola para que se possa construir, de fato, uma Educação para a Convivência com o Semiárido Brasileiro (Silva et al., 2018), que surge da concepção de existir no mundo e de se ver identificado como pessoa e comunidade, dentro da escola de uma forma que dê sentido ao processo de ensino e aprendizagem.

Um bom exemplo de educação contextualizada foi a iniciativa Gira Mundo Israel, instituída pelas Portarias da Secretaria de Estado da Educação e da Ciência e Tecnologia da Paraíba nº 782 de 31 de maio de 2018 e nº 876, de 07 de junho de 2019, que proporcionou intercâmbios de conhecimento e trocas de experiências entre professores da rede pública estadual de educação da Paraíba com professores de Israel (Gira Mundo, 2018). Devido ao país ter um clima semelhante ao do Semiárido brasileiro houve a oportunidade de aprenderem várias tecnologias sociais, como por exemplo: dessalinizador, fogão solar, acendedor solar, biodigestor, coletador de água cinza, hortas, etc. No retorno dos professores ao Brasil essas iniciativas foram replicadas em suas escolas.

2.3.3 Tecnologias de convivência com o Semiárido

Devido à escassez de água no Semiárido Brasileiro, as famílias gastam até 30 horas por mês em busca de água. As latas, que contém até 20 litros d'água são transportadas geralmente nas cabeças causando efeitos crônicos negativos, incluindo dores de coluna ocasionadas pelos longos períodos no transporte, que muitas vezes é realizado por mulheres, crianças e adolescentes (Dillingham et al., 2004). A minoria dos agricultores dessa região tem oportunidade e acesso às inovações tecnológicas que podem garantir um aproveitamento mais racional dos recursos disponíveis em suas propriedades (Oliveira et al., 1995).

O desenvolvimento de algumas tecnologias têm se mostrado eficientes e podem auxiliar agricultores em suas propriedades, garantindo a disponibilidade e qualidade de água sendo fundamentais para o desenvolvimento da agricultura familiar, porém não há uma universalização dessas, o que as tornam inacessíveis aos agricultores que delas dependem.

2.3.3.1 Acendedor de Fogo Solar

O professor Claudio Reinke da Escola Cidadã Integral Técnica (ECIT) Coronel Jacob Guilherme Frantz de São João do Rio do Peixe da rede de ensino pública do estado da Paraíba, desenvolve um trabalho que dissemina o conhecimento aprendido em Israel para seus alunos no sertão da Paraíba por meio da tecnologia, Acendedor de Fogo Solar. A energia solar é compreendida como a capacidade de converter a luz proveniente do sol em energia elétrica ou térmica por meio da utilização de painéis fotovoltaicos, de coletores solares e de concentradores solares por meio de lentes ou espelhos.

O acendedor de fogo solar é um instrumento óptico construído a partir de uma lente de Fresnel extraída de um projetor de slides. Os raios luminosos provenientes de uma fonte distante como o sol são aproximadamente paralelos. Ao passar por uma lente convergente, esses raios

paralelos convergem para um ponto específico, denominado de foco da lente. Quanto maior for a área da lente utilizada, maior será a intensidade luminosa que ela concentrará em seu foco.

Dessa maneira, a temperatura de um corpo exposto ao foco de uma lente convergente de grande área pode atingir temperaturas muito elevadas, superando os 1000°C, aproximadamente. A lente de Fresnel é um exemplo de lente convergente; ou seja, que concentra toda a radiação recebida em um único ponto comum próximo à lente. Nesse caso, quando exposta à radiação solar, a lente capta a luz e a concentra no foco da lente; gerando um ponto de alta concentração de energia na forma de luz e calor que por sua vez produz quase que instantaneamente a combustão de materiais como papel, papelão, madeira, palha, etc.

Figura 5 - Protótipo Acendedor de Fogo Solar.



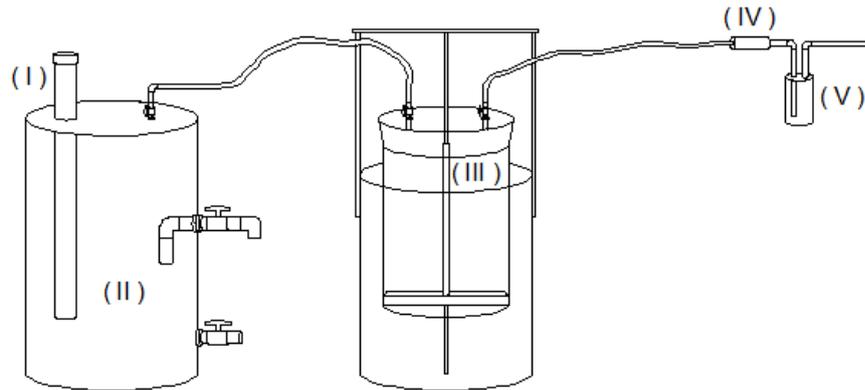
Fonte: Claudio Reinke. Demonstração do funcionamento: <https://youtu.be/jrje73EyKag>
<https://youtu.be/Xz7LmeywzH8>

2.3.3.2 Biodigestor Caseiro

O professor José Joaquim de Souza Neto da ECIT Chiquinho Cartaxo de Souza no sertão paraibano explica que o projeto Biodigestor Caseiro tem como finalidade o aproveitamento dos restos de alimentos coletados na cantina da escola, bem como contribuir para a eficiência energética local. Economizando recursos públicos na compra do gás de cozinha, além de evitar a contaminação do solo, água, ar e a proliferação de insetos com o descarte dos resíduos ao ar livre.

Biodigestores são equipamentos utilizados para promover a digestão anaeróbica e a retenção do biogás, os quais apresentam um compartimento isolado que não permite a presença de oxigênio no seu interior (Córdova et al., 2018). Eles surgem como uma alternativa para pequenos, médios e grandes produtores rurais, assim como para agroindústrias e residências que necessitam de uma grande quantidade de lenha e/ou gás GLP (Albuquerque et al, 2016). Associado à necessidade de obtenção de uma fonte de energia renovável, barata, abundante e que atenda a demanda energética local, com viabilidade econômica, ambiental e social (Kovačić et al., 2018).

Figura 6 – Corte longitudinal do biodigestor caseiro.



Fonte: José Joaquim de Souza Neto (comunicação pessoal)

Esse equipamento é composto por um tubo de alimentação (I) de 100 mm, um fermentador (II) com capacidade de 180 litros, um gasômetro (III) de 100 litros, um filtro primário de palha de aço (IV) e um filtro secundário de água (V).

2.3.3.3 Fogão Solar

Na ECIT Auzanir Lacerda de Patos na Paraíba, o professor Helder Pablo Justino de Lima a partir dos conhecimentos adquiridos no Gira Mundo, aprimorou um protótipo com um formato de uma antena parabólica e colocou sobre o mesmo todo o material para a moldagem, que são o papel alumínio seguido de espelhos e também foi agregado um suporte de chapa de ferro de 4 mm de diâmetro para dar uma maior resistência ao modelo, que devido sua área se faz necessário uma maior resistência para otimizar o seu processo de obtenção de calor.

Figura 7 - Protótipo do fogão solar e representação da incidência solar.



Fonte: Helder Pablo Justino de Lima

Ao captar a energia do sol, o fogão converte a irradiação solar em calor para o cozimento de alimentos, assim o uso dessa tecnologia social busca reduzir o uso do gás de cozinha, bem como da utilização de lenha nas comunidades rurais, o que vem contribuir para a preservação da natureza, a diminuição da emissão de gases, permitindo o aumento da capacidade de remoção do dióxido de carbono da atmosfera, bem como a redução das concentrações deste gás de estufa na atmosfera.

2.3.3.4 Dessalinizador Solar

A experiência do professor Ezequiel Sóstenes, da ECIT Pedro Bezerra Filha do município de Camalaú do sertão paraibano, foi com o desenvolvimento de um dessalinizador solar, que é uma tecnologia social que tem proporcionado inúmeros benefícios socioeconômicos e ambientais, se mostrando uma tecnologia de baixo custo de implantação e manutenção, que ajuda o fornecimento de água potável e promove a transformação social utilizando os recursos hídricos locais através da energia solar.

O professor Ezequiel desenvolveu um projeto chamado Sertão Potável, que consiste em uma caixa construída com placas pré-moldadas de concreto, uma cobertura de vidro, o qual permite a passagem da radiação solar (ondas curtas), mas inibe a saída das ondas longas fora do dessalinizador, isso faz com que aumente a temperatura dentro provocando a evaporação de água armazenada em uma “lona de caminhão” colocada como piso do recipiente. O ciclo completo envolve a água salobra que é colocada em cima da lona, a partir daí com a incidência dos raios solares a água evapora e depois se condensa quando entra em contato com o vidro, como o vidro possui uma inclinação a água escorre para um cano que será levado para fora, se tornando uma água potável.

Figura 8 - Projeto Sertão potável – Dessalinizadores Solares.



Fonte: Ezequiel Sóstenes

O objetivo central dessa dissertação foi investigar e desenvolver soluções utilizando a tecnologia de RA de modo a auxiliar e dar suporte ao professor para o ensino da abordagem dessas Tecnologias Sociais de convivência com o Semiárido.

2.4 Trabalhos Relacionados

Há na literatura trabalhos que apontam as vantagens e benefícios da utilização de Realidade Aumentada na Educação. Saidin et al. (2015) discutem as vantagens do uso da RA em comparação com a tecnologia tradicional (e-learning, material didático) e os métodos tradicionais de ensino (giz, aulas presenciais e livros tradicionais). Os resultados da pesquisa mostram que, de maneira geral, as tecnologias de RA apresentam potencial para serem adaptadas ao contexto da educação.

Em outra revisão que analisou 55 artigos publicados de 2011 a 2016 indexados na Web Of Science realizados pelos pesquisadores Chen et al. (2017), mostram que existe um grande volume de estudos publicados que relatam vantagens, limitações, desafios e eficácia quando se aplica RA no contexto educacional. O estudo lembra que essa tecnologia se torna cada vez mais emergente e lembra da importância de acompanhar os avanços e do impacto real do seu uso em ambientes educacionais, já que a RA tem sido utilizada para gerar mais cenários de aprendizagem. E conclui que a eficácia do uso de RA nos estudos analisados são que a introdução desta tecnologia em ambientes educacionais leva a um melhor desempenho de aprendizagem e promove a motivação para a aprendizagem, e que além disso se desenvolve um envolvimento mais profundo do aluno.

Sarkar et al. (2018) utilizaram Realidade Aumentada como apoio aos métodos tradicionais de ensino de escolas rurais da Índia. Os autores aplicaram seis tarefas de Introdução aos Sólidos 3D com o objetivo de aprimorar as habilidades de visualização espacial dos alunos. Por meio de um estudo comparativo com o grupo controle de 16 alunos que aprenderam o mesmo tópico usando modelos físicos 3D e o método de ensino tradicional, eles observaram que o uso do aplicativo ajudou no desenvolvimento das habilidades de visualização e que houve uma melhora na performance dos estudantes quando comparados aos que seguiram o método tradicional.

A revista Education Sciences publicou o artigo dos pesquisadores gregos (Tzima et al., 2019) que realizaram uma pesquisa qualitativa em fevereiro de 2019 em áreas rurais e suburbanas da Grécia, aplicando a pesquisa em professores do ensino médio de diferentes áreas de atuação e o resultado demonstrou que o desenvolvimento de aplicações com RA é viável sob certas condições, uma delas seria a personalidade do professor que teve um papel fundamental no enfrentamento das dificuldades no processo de desenvolvimento, a outra é o desejo de cooperação entre professores de diferentes especialidades se mostrou um fator positivo para a implantação. Mostra que a opinião dos professores não foi unânime quanto a adoção da tecnologia, mas que a maioria dos participantes se mostrou interessado em realizar treinamentos utilizando modelos 3D.

Um contraponto seria que o desenvolvimento de aplicativos de RA não deve ser considerado unidirecional, e nem que os aplicativos previamente prontos restrinjam que os alunos tenham “experiências de aprendizado encapsuladas”, conforme apoiado em pesquisas relevantes (Bower et al., 2014) (p. 8), porque a interação tem grande parcela na construção do conhecimento (Dunleavy et al., 2014).

Para o trabalho realizado pelos pesquisadores Tashko et al. (2015) a introdução de novas tecnologias, no processo de ensino, devem ser utilizadas a fim de auxiliar o professor na transferência do conhecimento e auxiliar os alunos na compreensão desse conhecimento. O estudo comenta da resistência dos alunos em aprender com métodos “antigos”, os métodos tradicionais, sendo que os alunos de uma geração de nativos digitais que utilizam a tecnologia no seu cotidiano, enquanto a educação manteve a tendência de tratar os alunos como objeto no processo de ensino. Ressalta que os métodos e contextos de ensino e aprendizagem devem

reconhecer e se adaptar a uma gama altamente diversificada de interesses, necessidades e demandas das pessoas.

Da Silva et al. (2018) utilizaram a Realidade Aumentada para reconhecer três figuras de um determinado livro e permitir uma maior integração entre o material de estudo e as ferramentas de apoio ao aprendizado. (Pereira et al., 2017) apresentam uma ferramenta de apoio ao ensino da disciplina de cálculo para cursos de graduação utilizando RA. Os autores concluíram que os alunos percebem que o uso de aplicativos baseados em RA pode facilitar a compreensão dos conteúdos estudados e possibilitar maior engajamento. (Rezende et al., 2021) conduziram uma revisão da literatura identificando como situações de aprendizagem envolvendo RA vem sendo aplicadas na Educação Básica. Os autores encontraram evidências de que aproximar as tecnologias digitais e interativas ao cotidiano das escolas na educação básica promove o engajamento dos estudantes, contribuindo nos processos de ensino e aprendizagem.

Existem na literatura muitas iniciativas de aplicação de Realidade Aumentada na Educação, conforme alguns trabalhos apresentados. Os trabalhos encontrados, que incluem alguns aplicativos comerciais, são voltados para nichos educacionais no ensino de conteúdos específicos. A proposta apresentada neste trabalho tem como objetivo apresentar uma ferramenta baseada em RA para enriquecer a aprendizagem de tecnologias sociais de convivência com o Semiárido. Trata-se de uma ferramenta de uso multidisciplinar para ser utilizada dentro e fora da sala de aula, por estudantes e pela comunidade no entorno. O estudo proposto neste trabalho se demonstra inovador, já que não foram encontradas na literatura, trabalhos ou ferramentas com um propósito similar.

3 ESTUDO ETNOGRÁFICO RÁPIDO SOBRE O PROCESSO DE APRENDIZAGEM DE TECNOLOGIAS SOCIAIS PARA CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO

O principal objetivo deste estudo etnográfico foi analisar e detalhar informações sobre as experiências dos professores que participaram do programa Gira Mundo Israel através de uma pesquisa qualitativa de campo. O maior interesse dessa pesquisa foi identificar quais tecnologias sociais, como elas foram sendo utilizadas, quais as dificuldades apresentadas e o impacto da sua utilização na sociedade que vive em ambientes de Semiárido. A condução deste estudo foi orientada pelas seguintes questões de investigação:

1. Que dificuldades existem para a construção e aplicação das tecnologias sociais de convivência com o Semiárido em sala de aula?
2. Como os professores podem abordar pedagogicamente a tecnologia social em suas escolas?
3. Quais são as possibilidades do uso de RA para simular e multiplicar o uso das tecnologias sociais no ambiente escolar?

3.1 Método de Pesquisa Etnográfica Rápida

A pesquisa etnográfica rápida diferencia-se da pesquisa etnográfica tradicional basicamente por ser caracterizada por estudos com focos mais dirigidos, de forma mais direta e em menos tempo. Esta pesquisa etnográfica foi realizada com professores que participaram do programa Gira Mundo Israel.

A pesquisa foi aplicada para professores de escolas públicas da Paraíba conduzida por um *survey*, entrevistas semiestruturadas com professores, vídeos e artigos produzidos pelos professores a partir da sua experiência com tecnologias de convivência com o Semiárido.

3.1.1 Participantes e Procedimentos

A pesquisa etnográfica rápida foi realizada no período de 30 de abril de 2021 até 30 de setembro de 2021 de maneira remota. Dois pesquisadores realizaram o trabalho preparando o *survey*, entrevistando os professores e coletando materiais sobre os projetos desenvolvidos nas escolas dos professores. Buscou-se compreender o contexto completo das atividades desenvolvidas e atender a premissa de mais de um pesquisador sugerido na metodologia aplicada.

Um *survey* foi aplicado com 21 professores, todos sendo de escolas da Paraíba e em média com mais de 11 anos de experiência na docência e que participaram do projeto Gira Mundo entre os anos de 2018 e 2019. Os selecionados para as entrevistas lecionam nas seguintes disciplinas: Física, Geografia, Matemática, História, Sociologia, Biologia, Artes, Química, Língua Portuguesa, Ciências e Permacultura.

Entrevistas semiestruturadas foram conduzidas com alguns professores selecionados que tinham trabalhos com resultados relevantes que foram desenvolvidos em suas escolas repassando o conhecimento do desenvolvimento e uso de tecnologias de convivência com o Semiárido. Utilizou-se de um dos princípios-chaves da pesquisa etnográfica rápida que são os informantes-chaves. Como as entrevistas foram realizadas de maneira remota e puderam ser gravadas com a autorização dos participantes, o vídeo pode ser utilizado para uma melhor compreensão do conteúdo e se mostrou muito eficaz para confrontar alguma dúvida levantada durante o processo.

Foram analisados vídeos que foram criados pelos professores para entender detalhes do funcionamento e aplicação das tecnologias in loco. Também foram coletados artigos para buscar definições e referências científicas para validação e endosso das informações.

3.2 Coleta e Análise dos Dados Qualitativos

Foram realizadas pesquisas qualitativas individuais por meio de *surveys*, entrevistas semiestruturadas, gravações de materiais produzidos pelos professores e documentos diversos. Essa coleta buscou compreender, interpretar e identificar tendências, comportamentos e construiu percepções sobre os entrevistados e o assunto abordado.

3.2.1 Codificação dos documentos gerados na Pesquisa Etnográfica

Para a análise dos dados coletados por meio das questões abertas do *survey*, entrevistas semiestruturadas e documentos em geral, foi utilizado um processo de codificação aberta. Considerada a primeira etapa de uma análise de dados (Hoda et al., 2012), na codificação aberta o pesquisador explora os dados através do exame minucioso daquilo que lhe parece relevante a partir da leitura intensiva dos textos. Os dados foram codificados considerando três nós, que foram as questões de investigação definidas no planejamento do estudo etnográfico rápido, a saber: 1. Que dificuldades existem para a construção e aplicação das tecnologias sociais de convivência com o Semiárido em sala de aula? 2. Como os professores podem abordar pedagogicamente a tecnologia social em suas escolas? 3. Quais são as possibilidades do uso de RA para simular e multiplicar o uso das tecnologias sociais no ambiente escolar?

Questão 1. Que dificuldades existem para a construção e aplicação das tecnologias sociais de convivência com o Semiárido em sala de aula?

Investigou-se com os professores que participaram do *survey* e das entrevistas, quais as maiores dificuldades, empecilhos ou barreiras que eles encontraram para desenvolver os seus projetos do âmbito escolar.

Tabela 1 – Entrevistas com professores sobre as dificuldades na construção e aplicação das tecnologias sociais de convivência com o Semiárido no ambiente escolar.

Fonte	Trechos
<i>Survey</i> - Professor 1	Em prover a estruturação da Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER)
<i>Survey</i> - Professor 2	“Apoio pedagógico, bem como do corpo diretor. Prover segurança para a manipulação, prevenir a insolação por concentrar uma alta taxa de radiação que pode provocar combustão em alguns materiais e até cegueira se exposta aos olhos de algumas pessoas”

<i>Survey</i> e Entrevista - Professor 3, 8, 10, 12, 13, 17, 19 e 21	Falta de recursos materiais, financeiros, acesso a financiamento e apoio para realização das atividades de maneira geral;
<i>Survey</i> - Professor 4	“As principais dificuldades são a aquisição dos materiais a serem utilizados na execução das ações, bem como o tempo para a realização das atividades, que é limitado à duração da aula de Matemática, o que dificulta a montagem dos materiais, sendo necessário construir antes da aula. Assim, uma disciplina eletiva prática facilitaria o desenvolvimento das ações e no momento atual, a pandemia é um fator que impede a execução das ações práticas.”
<i>Survey</i> - Professor 5, 15, 16 e 20	A situação da Pandemia de COVID e fechamento das escolas. Dificuldade de realizar as atividades de maneira remota.
<i>Survey</i> - Professor 6	“Falta de tempo e interesse dos alunos da EJA, falta de alguns recursos.”
<i>Survey</i> - Professor 7	“Interdisciplinaridade”
<i>Survey</i> - Professor 9	“A falta de um prédio próprio para nossa escola”
<i>Survey</i> - Professor 11	“Alguns cuidados são necessários ao utilizar a lente de Fresnel quando exposta ao Sol; tais como, não deixar qualquer parte do corpo ficar exposta ao foco dessa lente; não tocar os objetos que ficaram expostos no foco dessa lente mesmo que por um curto intervalo de tempo; pois a temperatura obtida no foco da lente é muito alta, podendo causar queimaduras graves. Também não se deve olhar diretamente para o foco da lente, pois a luminosidade nessa região é muito intensa, sendo conveniente a utilização de óculos escuros durante o manuseio da mesma.”
<i>Survey</i> - Professor 14	“Projetos e programas que almejam trabalhar com tecnologias sociais de convivência com o Semiárido primeiramente devem pensar na continuidade de suas ações a médio e longo prazo. Não adianta fazermos ações durante um ano e no próximo ano letivo essas ações paralisarem ou mesmo mudarem totalmente. Nesse sentido é necessário maior suporte por parte da Escola e da Secretaria de Educação, por exemplo, no sentido de liberação de carga horária do professor para atuação com maior intensidade nesse tipo de ação. Acredito que se conseguirmos ter por volta de 5 a 10 professores dedicados exclusivamente às ações do Programa Gira Mundo seria possível gerarmos um grande, e real, impacto na sociedade.”
<i>Survey</i> - Professor 18	“Espaço, tempo e pessoal. Além de poucos incentivos, desde a gestão da escola até as instâncias maiores. Para equalizar tudo isso, espaço e tempo, além de estrutura na escola, precisa de certo investimento e atenção.”

As dificuldades para implantação desses projetos logo apareceram, como falta de apoio pedagógico, financeiro, falta de estrutura e a pandemia. Um ponto comum entre os entrevistados, foi a disposição que foi demonstrada em tocar projetos sociais e repassar o conhecimento adquirido após o retorno de Israel. Outro ponto comum são os itens abordados nas dificuldades em conseguir desenvolver os projetos, a dificuldade mais latente identificada foi a falta de recursos materiais, financeiros, acesso a financiamento e apoio para realização das atividades de maneira geral. Logo na sequência os problemas ocasionados pela pandemia de Covid, que provocou o fechamento das escolas e também em decorrência da dificuldade dos alunos terem uma estrutura mínima em suas casas para conseguirem assistir às aulas de maneira remota.

Para o professor 11 a dificuldade maior foi com os cuidados específicos na realização das atividades, onde envolviam um certo grau de risco para os envolvidos. O professor 14

lembra da importância da continuidade da aplicação dos projetos mantendo uma mesma linha na execução das ações, para que não se perca o trabalho desenvolvido de um ano para o outro, sendo necessário um maior alinhamento com a Secretaria de Educação. Mesmo com as dificuldades mencionadas, os professores tiveram a oportunidade de desenvolver as tecnologias aprendidas em suas escolas, o que impactou cerca de 94 turmas, isso representa mais de 2000 alunos que foram impactados pelos projetos.

Questão 2. Como os professores podem abordar pedagogicamente a tecnologia social em suas escolas?

As Tecnologias Sociais citadas no survey pelos professores participantes foram as seguintes: Fogão Solar; Acendedor Solar; Ferramentas digitais e recursos geotecnológicos; Dessalinizador; Produção de Algodão Orgânico; Composteira e Biodigestor; Mensuração de Sistemas de Irrigação; Canteiros econômicos e hortas suspensas; Horta Caseira; Horta Comunitária com baixo consumo de água; História voltada para o Semiárido; Utilizar lentes de Fresnel para evaporação de água salobra; Educação com solos; Construção Ecológica; Permacultura na Escola; Preservação de Recursos naturais; Manejo e conservação de solo.

Tabela 2 – Entrevistas com professores sobre as abordagens pedagógicas do uso de tecnologias sociais em suas escolas.

Fonte	Trechos
Survey - Professor 1	Tecnologia Social: Produção de algodão orgânico “Utilizando a metodologia da extensão rural, de construção coletiva do conhecimento, abordando questões técnicas de cultivo e questões de convivência ambiental”
Entrevista e Survey - Professor 2	Tecnologia Social: Fogão Solar “O trabalho deu-se tanto em sala de aula como fora dela, repassando aos educandos os princípios da energia solar, sua captação, assim, como a funcionalidade do fogão, culminando com a construção do mesmo. Essa tecnologia possui muitas aplicações de interdisciplinaridade ”
Survey - Professor 3	Tecnologia Social: Composteira e Biodigestor “A partir da interpretação da Lei nº12.305, foram desenvolvidas várias ações pedagógicas envolvendo professores de diversas disciplinas. Matemática - dados quantitativos; Geografia - Sustentabilidade; Português - Resenha do Filme O menino que descobriu o vento; Práticas Experimentais - protótipo”
Survey - Professor 4	Tecnologia Social: Mensuração de Sistemas de Irrigação “Iniciamos à execução das ações, com a realização de Palestras com o engenheiro Agrônomo da EMPAER, tratando sobre Água e Irrigação no Semiárido e Agricultura Sustentável no Semiárido, além de análise do terreno para instalação da Horta escolar, com posterior limpeza da área. Em seguida a turma foi dividida em quatro grupos, ficando responsáveis, respectivamente, por: Irrigação por Aspersão, Irrigação por Gotejamento, Produção de Adubo e Coleta de sementes. O grupo responsável pela Irrigação construiu os microaspersores com materiais recicláveis, para serem utilizados na montagem do sistema de irrigação, sendo que o sistema por gotejamento estava em fase de montagem, assim como a coleta das sementes, ambos interrompidos pela pandemia, pois seriam realizados em semanas posteriores. Concomitante a essas ações, os alunos participaram de uma oficina com o Engenheiro da EMPAER, sobre a produção de hortaliças e montagem de Canteiros. Realizamos a medição do canteiro, demarcamos os pontos e nivelamos o terreno, enfatizando os conceitos de áreas e perímetros. Prosseguimos com a construção do 1º Canteiro, com dimensões de 2 metros

	de comprimento e 1 metro de largura, totalizando uma área de 2 m ² e 6 metros de perímetro. Já no ensino remoto, formalizamos os conceitos de áreas e perímetros e abordamos questões selecionadas do ENEM, envolvendo tanto esses conceitos, como também porcentagem e análise de informações apresentados em tabelas e/ou gráficos, trabalhando os descritores de Matemática D11, D12, D16 e D34, em conjunto com os descritores de Língua Portuguesa D6, D7 e D8, usando as Metodologias Modelagem Matemática e Resolução de Problemas, permitindo o desenvolvimento das habilidades de leitura e interpretação propostas pelos descritores da Língua Portuguesa e Matemática, bem como o desenvolvimento do raciocínio lógico matemático.”
<i>Survey</i> - Professor 5	Tecnologia Social: Canteiros Econômicos e Hortas Suspensas “A geografia abre caminhos para trabalhar muitas temáticas, dentre elas, sustentabilidade, educação ambiental e manejo do solo. Abordei ainda o seminário e tecnologias para reduzir o consumo de água e a necessidade de desenvolver práticas de permacultura”
<i>Survey</i> - Professor 6	Tecnologia Social: Horta Caseira “Com palestras e prática, alunos criando hortas em casa”
<i>Survey</i> - Professor 7	Tecnologia Social: Hortas comunitárias “Em forma de seminários e palestras”
<i>Survey</i> - Professor 8	Tecnologia Social: Paisagismo e arborização da escola “Foi uma parceria entre a disciplina de Sociologia com a de Biologia. Trabalhamos em sala de aula a parte teórica, porém, grande parte, foi colocando a mão na massa. Tínhamos a função de instrutores para os alunos, que executaram a parte prática.”
<i>Survey</i> - Professor 9	Tecnologia Social: Ensino de História repensando o Semiárido “Através de exposição dialogada, aulas de campo, apresentação de seminários, aulas práticas, visitas localizadas, desenvolvimento de campanhas comunitárias.”
<i>Survey</i> - Professor 10	Tecnologia Social: Utilizar lentes de Fresnel com materiais recicláveis “Práticas experimental e teórica”
<i>Survey</i> - Professor 11	Tecnologia Social: Acendedor Solar “Inicialmente, o protótipo visava servir de instrumento pedagógico de estudo das propriedades ópticas das lentes convergentes, e das transformações e aproveitamento da energia proveniente do sol junto aos educando da ECIT Coronel Jacob Guilherme Frantz; entretanto, durante as aulas observou-se a possibilidade de aplicação cotidiana do mesmo em diversas situações em que se necessite de uma fonte de aquecimento rápido e de baixo custo sem a utilização de combustíveis fósseis, não gerando a emissão de CO ₂ , ou a necessidade de energia elétrica no local. Além da combustão, observou-se que é possível também com a utilização do acendedor solar, a transformação da matéria por meio do calor em diversas situações, como perfurar alguns materiais, derreter ou mesmo fundir alguns metais cujos pontos de fusão estejam abaixo de 600 °C aproximadamente, como o estanho, chumbo e folhas de alumínio; o que de certo modo, pode ser utilizado em pequenos reparos ou atividades manufatureiras no âmbito dos lares ou pequenas propriedades onde não houvesse a disponibilidade de recurso energéticos ou de instrumentos adequados para estas aplicações. Há também a possibilidade de adaptação do mesmo para o cozimento de alguns alimentos através da utilização de recipientes de cores escuras que absorvem melhor o calor.”
<i>Survey</i> - Professor 12	Tecnologia Social: Ferramentas digitais e recursos geotecnológicos “O projeto buscou soluções reais para os alunos conseguirem de forma eficiente ter o conhecimento nas práticas cartográficas, para tanto, as oficinas de conhecimento, vão fazer com que a Língua Portuguesa, no que se refere

	à interpretação se faça presente, aumentando assim, a possibilidade de ganho real nas atividades apresentadas, como também o embasamento Matemático, necessário em pleno século XXI, com práticas cotidianas, fazendo o aluno se inserir dentro do espaço geográfico no qual ele faz presente”
Survey - Professor 13	Tecnologia Social: Educação de Solos “Educação em solos em uma abordagem multidisciplinar biologia, química, física, história etc.”
Survey - Professor 14	Tecnologia Social: Construção Ecológica “A bioconstrução tem potencial para propiciar o diálogo entre várias disciplinas como a História, Arte, Geografia, Biologia, Química, Física e Matemática. A tinta de terra em específico remonta à temática das pinturas rupestres, através da qual é possível estudar sobre pigmentos, solventes, aglutinantes, etc. A discussão pode ser trazida para o mundo atual na medida em que a tinta de terra pode ser tornar uma alternativa de pintura, artesanal, de casas de baixa renda, especialmente na zona rural.”
Survey - Professor 15	Tecnologia Social: Implantar Permacultura “O projeto foi articulado com a BNCC referente principalmente a disciplina de Física envolvendo os conteúdos de eletricidade, termodinâmica e óptica. Foram abordados conteúdos de biologia, especificamente a parte microbiana e o reino fungi. Em Química foram abordados conteúdos das reações químicas e estequiometria”
Survey - Professor 16	Tecnologia Social: Vivências Sociais e Ecológicas “Através da Disciplina Eletiva que contempla alunos tanto do EF quanto EM através da formação de grupos no WhatsApp, pesquisa, apoio interdisciplinar e familiar!”
Survey - Professor 17	Tecnologia Social: Horta Orgânica / Canteiros Econômicos “A partir dos conhecimentos adquiridos em Israel fizemos, inicialmente, uma explanação para os estudantes, depois adequamos a nossa realidade. Também buscamos parcerias com professores mestres/doutores que pesquisam sobre o tema proposto. A ação foi desenvolvida sob um viés interdisciplinar onde exploramos diferentes habilidades dos estudantes”
Survey - Professor 18	Tecnologia Social: Biodigestor “Em consonância com os conteúdos trabalhados na segunda série do ensino médio, na disciplina de química, foi possível contextualizar a parte de Termoquímica, energia e processos endotérmicos e exotérmicos, entre outros, com o tema do projeto em si.”
Survey - Professor 19	Tecnologia Social: Horta Agroecológica “Sensibilizando os alunos sobre a importância do conhecimento sobre sustentabilidade e ações que podemos desenvolver; associar esse conhecimento com as disciplinas estudadas; abordar as questões sociais diante do tema sustentabilidade e a importância da escola nesse processo”
Survey - Professor 20	Tecnologia Social: Preservação dos recursos naturais “O trabalho ocorreu nas disciplinas de Matemática e Biologia, buscando aproximar os temas explorados com os conteúdos curriculares. Além dessas, algumas ações ocorrem nas aulas de Geografia, considerando a proximidade dos temas com os conteúdos da disciplina. As aulas contaram com exposição oral, uso de vídeos, imagens e apresentação em power point”
Entrevista - Professor 21	Tecnologia Social: Dessalinizador Projeto de recuperação de áreas degradadas, foi separado de áreas de 50 x 50 metros, em cada área foi implantado um modelo. A partir daí foram realizados dias de campo com mais de 100 pessoas entre técnicos do governo do estado, vários gestores do município, professores, agricultores e estudantes. Foi comprovado cientificamente que com essas áreas de educação não formal foi melhorado em 36% o rendimento do alunos, o ganho cognitivo, confirmando um ganho significativo para os alunos que

	<p>trabalhavam com a teoria e com a prática. Na questão da identidade territorial desses alunos, o que surpreendeu foi o papel das mulheres, que diga-se de passagem as mulheres da zona urbana que tiveram maioria na participação do projeto, quebrando as hipóteses levantadas. Imaginava-se que os homens da zona rural teriam um maior apego a identidade com esse projeto. Um aspecto interessante, foi que mesmo após os alunos terminarem o ensino médio eles continuaram participando do projeto, participando de vários eventos do Governo do Estado e apresentando o projeto. O pessoal de Israel quando veio participou e visualizou na prática esse a realização desse projeto.</p> <p>No segundo momento, a motivação foi o fato da água que é oferecida pela Cagepa (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba), muitas vezes não ter o tratamento adequado e se manter salobra e até um preocupação da segurança biológica da água. Daí juntamente com parceiros foi realizado um projeto de dessalinizadores solares, o projeto já foi implantado em Camalaú que já contém 10 dessalinizadores com a capacidade média de produção diária de água e 160 litros. Os alunos participaram do projeto de elaboração do projeto e da construção, só não foi possível realizar uma inauguração por conta da pandemia. A construção do projeto gerou um documentário, que foi exibido para profissionais em Israel e em vários locais do Brasil. Logo após isso, na escola começou o princípio da replicabilidade que era um dos principais objetivos quando da idealização do projeto, o que ajudou a viabilizar a construção de mais 20 unidades em outro distrito. Também foi fechado uma parceria entre município e o SEBRAE com a ideia de expandir para os demais municípios do Cariri.</p>
--	---

Também relataram várias dificuldades encontradas para conseguir desenvolver as atividades, entre elas: prover a estruturação da Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER); Contar com o apoio pedagógico, por parte do corpo diretor; Falta de recursos financeiros, apoio no financiamento seja público ou privado; Falta de materiais para a realização de atividades; Criação de uma disciplina eletiva prática, para ter mais tempo e oportunidades de realizar as atividades propostas; A situação da pandemia de ter fechado as escolas e a dificuldade de executar as tarefas de forma remota; Fomentar o interesse dos alunos; Criar atividades interdisciplinares; Falta de infraestrutura adequada; Falta de projetos e programas que almejem trabalhar com tecnologias sociais de convivência com o Semiárido, que são fundamentais para a continuidade e sedimentação do uso dessas tecnologias;

Questão 3. Quais são as possibilidades do uso de Realidade Aumentada para simular e multiplicar o uso das tecnologias sociais no ambiente escolar?

Nas escolas dos professores entrevistados foi visto que 70% das escolas possuem algum tipo de rede *Wifi*, mesmo que não disponibilizada para os alunos.

Tabela 3 – Entrevistas com professores as possibilidades do uso de Realidade Aumentada no ambiente escolar.

Fonte	Trechos
<i>Survey</i> - Professor 1	<p>Tecnologia Social: Produção de algodão orgânico Na produção de algodão existem várias etapas, essas etapas podem ser montadas em um passo a passo com objetos 3D no aplicativo ajudando a elencar a ordem das tarefas e identificar de quais materiais serão utilizados na abordagem das questões técnicas de cultivo.</p>
Entrevista e <i>Survey</i> - Professor 2	<p>Tecnologia Social: Fogão Solar Muitas questões relacionadas às matérias de Física e Química podem ser</p>

	<p>abordadas nessa tecnologia como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montar animações de transmissão de calor dos raios do Sol que são refletidos do sol pela antena e que convergem na panela; (Parte pedagógica na linha de física) • Montar um tutorial de quais peças serão necessárias e criar animações de montagens das peças; • Incluir avisos e alertas relacionados a segurança da utilização do Fogão solar como: utilizar óculos solares ao manusear o equipamento e outros itens de segurança que devem ser tomados; • Manual de uso seguro; • Expor pontos positivos ao utilizar o Fogão solar: • Segurança alimentar, não uso da lenha, não utilização do butano (gás de cozinha),
<i>Survey</i> - Professor 3 e 18	<p>Tecnologia Social: Composteira e Biodigestor; Biodigestor</p> <p>Como o processo da composteira é lento, realizar uma simulação do processo ocorrendo e informando em dias o tempo que leva para o ciclo todo ocorrer seria interessante para facilitar o entendimento do uso da composteira.</p>
<i>Survey</i> - Professor 4	<p>Tecnologia Social: Mensuração de Sistemas de Irrigação</p> <p>Para essa tecnologia poderia ser montado um esquema onde o aluno pudesse calcular quantos pontos de irrigação seriam necessários para uma determinada área em m², estimulando os conhecimentos em matemática e raciocínio lógico.</p>
<i>Survey</i> - Professor 5, 6, 7, 8, 13, 15, 16, 17 e 19	<p>Tecnologia Social: Canteiros Econômicos e Hortas Suspensas; Hortas comunitárias; Hortas Caseiras; Paisagismo; Educação de Solos; Implantar Permacultura; Vivências Sociais e Ecológicas; Horta Orgânica; Horta Agroecológica</p> <p>Medir a distância ideal entre os canteiros, realizar simulações da posição do sol em diferentes horários do dia e mostrar combinações de culturas, plantas amigas e inimigas para a construção do canteiro.</p>
<i>Survey</i> - Professor 9	<p>Tecnologia Social: Ensino de História repensando o Semiárido</p> <p>Criar uma animação que ajuda a exemplificar os temas abordados sobre as aulas de história, incluir áudios e até vídeos para ajudar na fixação do conhecimento.</p>
<i>Survey</i> - Professor 10 e 11	<p>Tecnologia Social: Utilizar lentes de Fresnel com materiais recicláveis; Acendedor Solar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montar animações de transmissão de calor dos raios do Sol que são refletidos do sol pela antena e que convergem na panela; • Montar um tutorial de quais peças serão necessárias e criar animações de montagem das peças; • Incluir avisos e alertas relacionados a segurança da utilização do Acendedor solar como: utilizar óculos solares ao manusear o equipamento e outros itens de segurança que devem ser tomados; • Manual de uso seguro; • Expor pontos positivos ao utilizar o Acendedor solar:
<i>Survey</i> - Professor 14 e 20	<p>Tecnologia Social: Construção Ecológica; Preservação dos recursos naturais</p> <p>Dar destaque nos materiais utilizados nas obras, demonstrar o quanto o uso de um determinado material traz de impacto ambiental. Demonstrar com animações, histórias e curiosidades a importância de termos cada vez mais obras verdes.</p>
Entrevista - Professor 21	<p>Tecnologia Social: Dessalinizador</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mostra o ciclo hidrológico; • Medição de temperatura, ondas curtas;

	<ul style="list-style-type: none"> • Montar animações de transmissão de calor dos raios do Sol que são refletidos do sol e da água evaporando e se desprendendo do sal; • Montar um tutorial de quais peças serão necessárias e criar animações de montagem das peças; • Mostrar os motivos do porquê do uso da tecnologia e qual impacto ela gera, como limpar a água para consumo humano e dos animais devido o alto índice de sais na água que é oferecido da rede encanada.
--	--

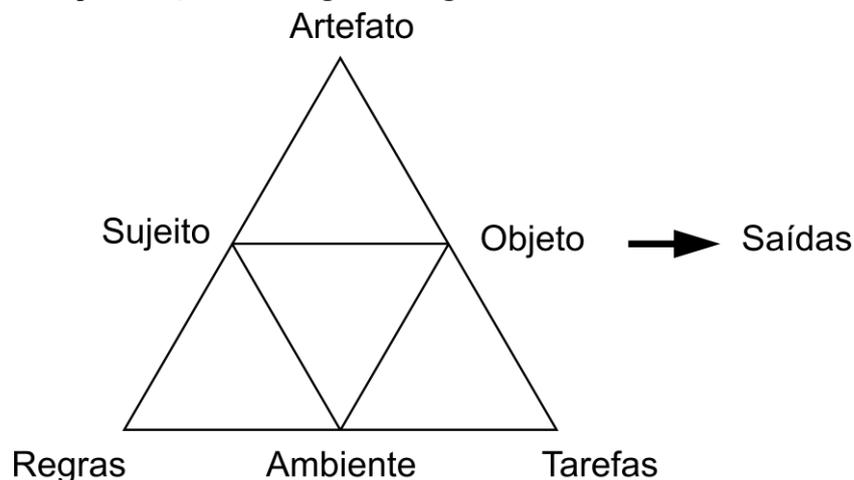
Em média, mais de 60% dos alunos têm acesso a um Smartphone. Mais de 80% dos professores já ouviram falar da tecnologia de Realidade Aumentada e 70% que essa tecnologia tem sido utilizada como apoio aos processos de ensino e aprendizagem, e 100% após uma breve descrição da tecnologia concordam que ela pode auxiliar na elaboração de estratégias contextualizadas de utilização de TSs de convivência com o Semiárido em sala de aula.

3.2.2 Estruturação da compreensão da atividade colaborativa por meio dos Diagramas de Engeström

A teoria da atividade que é baseada em Engeström (2000) possui origens na filosofia sócio cultural, ela é constituída de um conjunto de princípios que adotam as atividades humanas como elemento central de análise para a compreensão e descrição do contexto sociocultural. Essa abordagem traz vários benefícios para design de software, algumas propostas de reformulação e perspectivas de futuros desenvolvimentos desta teoria (Kaptelinin et al., 2006).

Os dados coletados foram compilados de acordo com os conceitos da teoria da atividade, as atividades identificadas foram modeladas segundo o modelo sistêmico de Atividade de Engeström. Na figura 9, está destacada a representação dos atributos que devem ser evidenciados no triângulo de Engeström.

Figura 9 – Representação do Triângulo de Engeström.

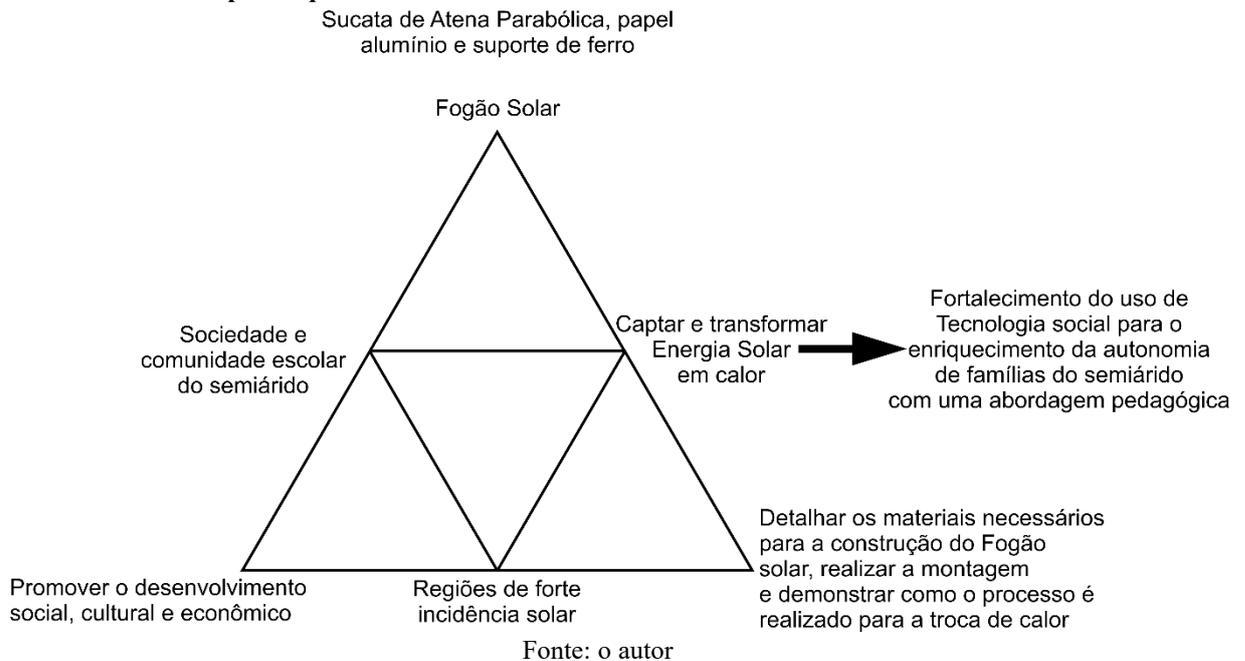


Fonte: o autor

Cada uma das atividades foi descrita em termos de sujeitos, ferramentas, objetivos, comunidade, regras, divisão do trabalho e objeto. Esta modelagem teve o objetivo de refinar, organizar e comparar os dados brutos coletados. A partir dos surveys, entrevistas, vídeos coletados e material de apoio foi realizado um compilado segundo a Teoria da Atividade, sobre o estudo etnográfico, e serviu como base para a construção de cenários que inicialmente reflitam

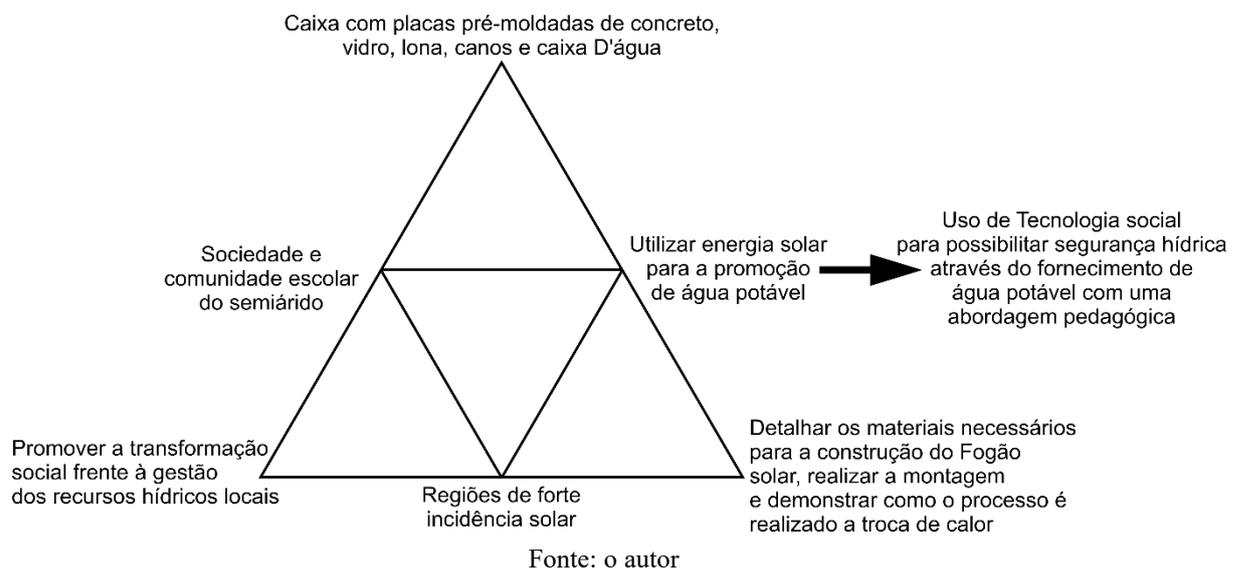
as informações coletadas.

Figura 10 - Triângulo de Engeströn da Atividade da tecnologia social Fogão Solar que é utilizada utilizando sucata de antena parabólica e a luz solar para produzir calor de maneira limpa e sustentável para aquecer alimentos.



A Figura 10 apresenta o Triângulo de Engeströn da atividade de tecnologia social Fogão Solar, que é utilizada para a produção de energia através da troca de calor pela luz do sol. Nas bases do triângulo vemos a importância da tecnologia para promover o desenvolvimento social, cultural e econômico da comunidade. Através da pesquisa etnográfica foi possível identificar que essa tecnologia já está sendo colocada em prática ajudando principalmente pessoas de baixa renda que vivem no Semiárido paraibano.

Figura 11 - Triângulo de Engeströn da Atividade da tecnologia social Dessalinizador Solar que através de uma estrutura de concreto, lona e vidro é possível transformar água salobra em água potável.



Na Figura 11 todos os componentes apresentados no triângulo estão ligados e interagem

para formar as atividades. Como na Figura 9 também utiliza a luz do sol como forma de energia principal, mas dessa vez para transformar água salobra em água potável, transformando a realidade de pessoas e animais que vivem na região semiárida e que possuem pouco acesso à água tratada e em condições de adequado de consumo.

3.2.3 Modelagem dos requisitos por meio de Cenários de Interação

O processo de construção de cenários de interação retrata a prática humana como ela ocorre no presente, bem como ajuda a ter *insights* e evidenciar requisitos e limitações para novos artefatos a serem construídos. De acordo com Falcão et al. (2006), os elementos que definem um cenário são: ambiente, atores e roteiro. Que devem conter uma sequência de ações e eventos, representando o que os atores fazem durante todo o episódio, o que lhes acontece e que mudanças ocorrem no ambiente. Eventos descritos podem tanto obstruir, facilitar ou serem irrelevantes para os objetivos dos atores.

Cenário de Interação - Exploração das Tecnologias Sociais por meio da Realidade Aumentada e Modelos 3D

Atores: Professores, alunos e sociedade da região semiárida; **ambiente:** Região com grande oferta de luz solar, nesse caso a região semiárida do sertão paraibano. A oferta dessas tecnologias vai auxiliar os moradores da região semiárida a aproveitarem a abundância do sol para poder cozinhar e aquecer alimentos, além de incentivar o uso de energia limpa e renovável; **roteiro:** A ferramenta desenvolvida ajudará a disseminar o conhecimento da tecnologia social de convivência com o Semiárido, nesse aplicativo não terá a necessidade de se cadastrar ou autenticar, logo ao entrar na ferramenta são apresentadas as opções das tecnologias sociais: Fogão Solar e o Dessalinizador.

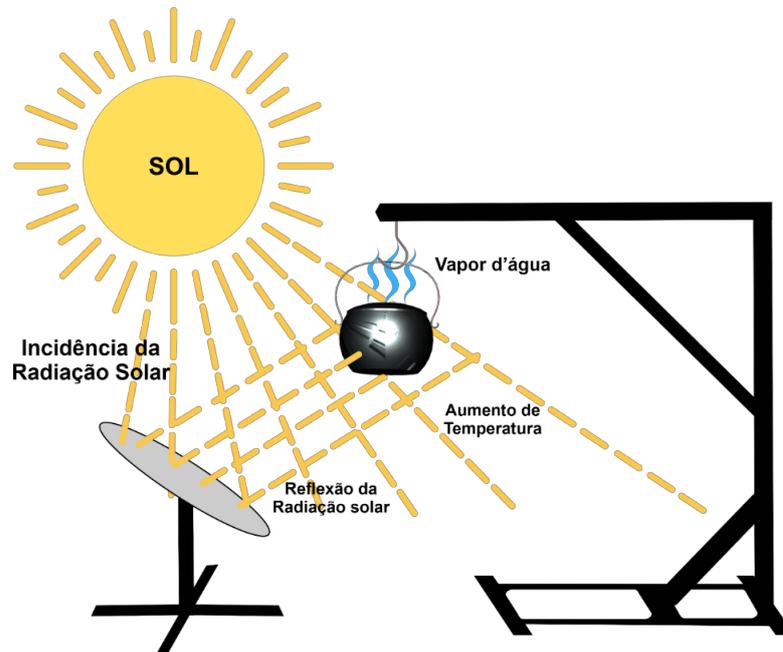
Ao escolher uma das tecnologias, as necessidades investigadas e levantadas são apresentadas como funcionalidades: (i) Apresentação da tecnologia, que vai conter uma breve explicação da tecnologia e como ela funciona; (ii) Os materiais necessários para construção, com as imagens dos materiais, nome e quantidade aproximada necessária para construção; (iii) Explicação de como construir a tecnologia em uma versão de baixo custo por meio de um vídeo construído a partir de modelos 3D. Na animação, além da montagem, serão demonstrados conteúdos acadêmicos aplicados nas tecnologias, como a incidência do sol no equipamento, o ângulo do sol e posicionamento da tecnologia para demonstrar a troca de calor e o aquecimento do objeto, e reações causadas; (iv) Sobreposição das tecnologias sociais no smartphone ou tablet por meio da RA no ambiente onde o estudante, professor ou alguém da comunidade esteja.

O usuário pode redimensionar o tamanho do objeto e rotacioná-lo, projetando as tecnologias sempre que estiverem na incidência da luz. Embora a primeira versão da ferramenta contenha duas tecnologias sociais, a arquitetura e interface foram projetadas para ser um repositório de inúmeras tecnologias sociais.

As Figuras 12 e 13 apresentam imagens 2D do funcionamento do fogão solar e do dessalinizador solar, que foram modeladas em 3D na ferramenta. O **Fogão Solar** aborda muitos

conteúdos de Física, como as trocas de calor e aumento de temperatura dos objetos, levando a panela a chegar no seu ponto de cocção como ilustrado do lado esquerdo da Figura 12. Importante reforçar para questões de segurança como utilizar óculos solares ao manusear o equipamento e outros itens de segurança, destacados no vídeo 3D da ferramenta.

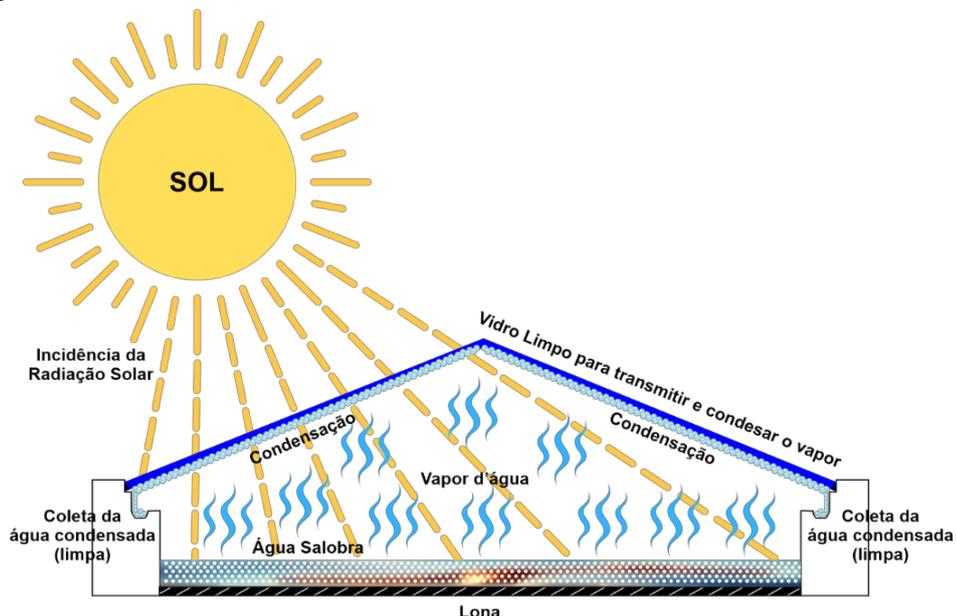
Figura 12 - Demonstração do funcionamento do Fogão Solar.



Fonte: o autor

Quanto ao **Dessalinizador Solar**, ela consiste em transformar água salobra em água potável, para isso é utilizado um sistema para captar a água em placas pré-moldadas de concreto com uma cobertura de vidro o qual permite a passagem da radiação solar (ondas curtas), inibindo a saída das ondas longas como ilustrado do lado direito da Figura 13. Conteúdos como o ciclo hidrológico e conceitos de física como a medição de temperatura e ondas curtas são consideradas.

Figura 13 - Demonstração do funcionamento do Dessalinizador.



Fonte: o autor

3.2.4 Protótipos

Os protótipos foram avaliados utilizando a técnica de grupo focal, que obtêm dados a partir de reuniões em grupo com pessoas que representam o objeto de estudo (Yach, 1992). Usualmente é executada com grupos entre cinco e oito pessoas e sessões de aproximadamente uma ou duas horas, que inclui uma demonstração do protótipo ou produto, seguida por uma discussão guiada. A discussão é conduzida por um pesquisador baseado em algumas diretrizes, na tentativa de responder e/ou avaliar algumas questões de pesquisa associadas ao processo de design. A principal vantagem desta técnica é o feedback imediato, possíveis percepções e ideias captadas em um estágio inicial do processo de design.

Devido à pandemia da Covid, não foi possível encontrar presencialmente os professores e as interações foram realizadas através de encontros via Google Meet⁵ e mensagens por celular para discutir as principais funcionalidades do aplicativo e delimitar o escopo que seria abordado. Nesse processo foi possível identificar quais tecnologias seriam mais viáveis e produtivas de serem abordadas no aplicativo, de que forma a tecnologia de RA seria introduzida no aplicativo e qual a melhor abordagem em associar assuntos das matérias da grade curricular, como física e química, em correlação as TSs.

Figura 14 – Protótipo aplicativo Visual3D.



Fonte: o autor

As telas detalhadas na Figura 14 foram produzidas na ferramenta Adobe XD⁶ para criar um protótipo de alta fidelidade e que demonstrasse o fluxo de telas do aplicativo Visual3D.

⁵ Serviço de comunicação por vídeo desenvolvido pelo Google

⁶ Solução de design de interface/experiência do usuário para criar protótipos de alta fidelidade

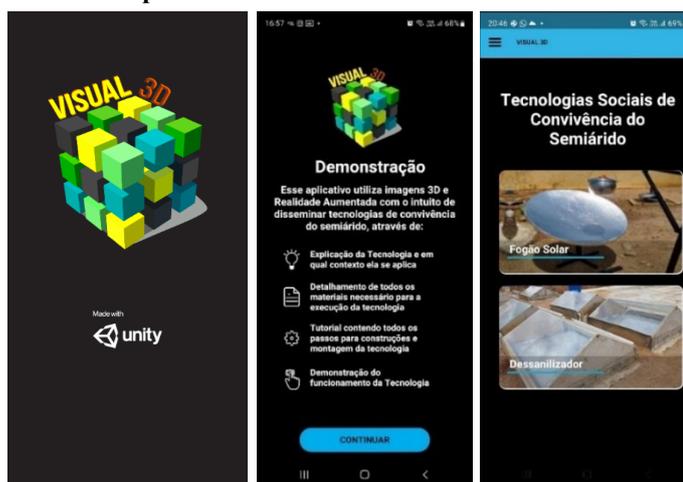
4 DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DA FERRAMENTA VISUAL3D

Para o desenvolvimento do aplicativo foi escolhido a ferramenta Unity⁷, por ter uma curva de aprendizado relativamente baixa, conter uma boa oferta de material de apoio na internet, oferecer suporte através de um *framework*⁸ chamado ARCore⁹ para o uso da realidade aumentada e conter uma versão livre de desenvolvimento para estudantes. Apesar de a ferramenta ter a possibilidade de criar o aplicativo tanto para a plataforma Android¹⁰ quanto para IOS¹¹, para este trabalho foi delimitado o escopo que só seria desenvolvido a versão para Android para realizar a validação com os usuários.

4.1 Ferramenta Visual3D

O aplicativo foi desenvolvido com base no protótipo e as funcionalidades foram incluídas na medida em que foi sendo construído para que pudesse melhorar a usabilidade e experiência do usuário. Está disponível no Google Play¹² para *download* no endereço <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ifpb.googleplay.visual3d> para celulares com versão do Android 7.0 ou superiores, e para que consigam rodar as funcionalidades de RA o celular precisa ter compatibilidade com o aplicativo Google Play Services¹³ para RA para que possa rodar o ARCore. Ao abrir o aplicativo é mostrado uma tela com a logo do projeto Visual 3D e em seguida abre uma tela com explicações iniciais sobre o conteúdo do aplicativo. Dando prosseguimento o aplicativo abre um menu às duas tecnologias sociais de convivência do Semiárido: Fogão Solar e Dessalinizador mostradas na Figura 15.

Figura 15 – Telas iniciais aplicativo Visual3D.



Fonte: o autor

⁷ Plataforma de desenvolvimento jogos proprietário criado pela Unity Technologies

⁸ Conjunto de códigos preparadas para resolver um determinado problema de forma genérica, que contém várias funcionalidades pronta para serem reutilizadas

⁹ Kit de desenvolvimento de software desenvolvido pelo Google que permite a criação de aplicativos de realidade aumentada

¹⁰ Sistema operacional baseado em Linux que opera em celulares desenvolvido pelo Google e outras empresas

¹¹ Sistema operacional móvel da Apple desenvolvido para o iPhone

¹² Serviço de distribuição digital de aplicativos, jogos, filmes, programas de televisão, músicas e livros, desenvolvido e operado pelo Google

¹³ Aplicativo que desbloqueia as experiências de realidade aumentada (RA) criadas com o ARCore

Na tecnologia do fogão Solar contém um menu com quatro opções, uma de cada cor. Na Figura 16 mostra as telas com as opções, a descrição da tecnologia, lista de materiais utilizados e a interação em RA. E na Figura 17 mostra a animação mostrando o funcionamento da tecnologia.

Figura 16 – Telas Fogão Solar.



Fonte: o autor

Figura 17 – Funcionamento Fogão Solar.



Fonte: o autor

Na tecnologia do dessalinizador a dinâmica é parecida, contendo as mesmas telas presentes para o fogão Solar que são detalhadas nas Figuras 18 e 19.

Figura 18 – Telas Dessalinizador.



Fonte: o autor

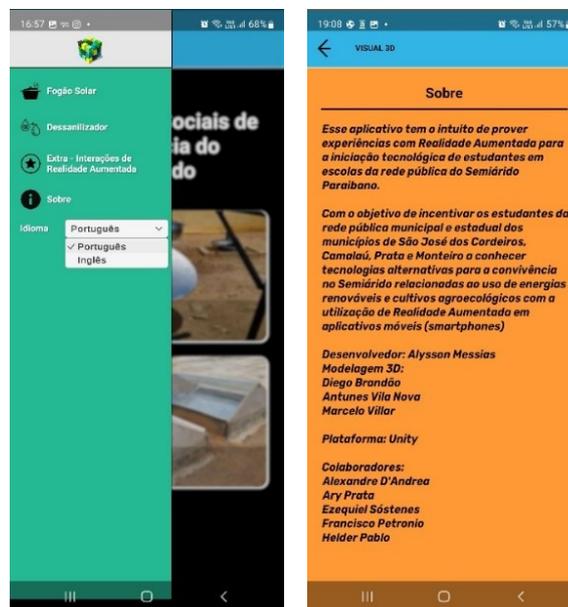
Figura 19 – Funcionamento Dessalinizador.



Fonte: o autor

O aplicativo contém um menu do lado superior direito onde também tem a possibilidade de abrir às duas telas das tecnologias sociais, contém uma tela extra com interação de RA, uma tela de sobre dando os créditos de todos que participaram no desenvolvimento do aplicativo e uma opção de mudar a linguagem do aplicativo podendo ser utilizado em português ou inglês.

Figura 20 – Menu e tela do Sobre.



Fonte: o autor

Utilizando técnicas de gamificação, a tela que contém uma interação extra de RA onde foi incluído um *quiz* com duas perguntas sobre as tecnologias sociais que devem ser respondidas corretamente para liberar a interação de RA.

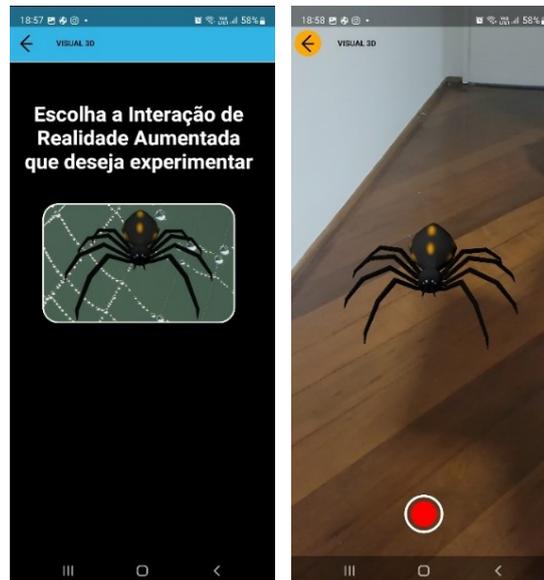
Figura 21 – Quiz.



Fonte: o autor

Após respondidas corretamente as perguntas do quiz o aplicativo abre a tela de um joguinho de uma aranha, que pode ser colocada no ambiente e pode se movimentada utilizando um joystick que fica na parte inferior e centralizada na tela.

Figura 22 – Interação extra RA.



Fonte: o autor

Para a aplicação e validação do aplicativo, foi realizada uma oficina de RA em parceria com o projeto Visual 3D coordenado por professores do Instituto Federal da Paraíba - IFPB campus João Pessoa, através do edital IFES N° 03/2020 que tem como objeto o desenvolvimento de ações integradas entre as esferas: federal, estadual e municipal de ensino da Paraíba, para promover a iniciação tecnológica por meio da capacitação teórico-prática de estudantes da rede pública de escolas do Cariri Paraibano. Foi possível oferecer oficinas para estudantes de seis escolas do interior da Paraíba: ECI Francisco de Assis Gonzaga - Prata; Centro Educacional Professora Odete Maciel Firmo - Camalaú; EEEFM Bartolomeu Maracajá - São José dos

Cordeiros; Escola Municipal Manoel da Silva Almeida - São José dos Cordeiros, ECIT Jornalista José Leal Ramos - São João do Cariri e ECIT José Gonçalves de Queiroz de Sumé. E o aplicativo foi utilizado por 262 (duzentos e sessenta e dois) estudantes participantes das oficinas.

A maioria das oficinas foram ministradas de maneira virtual e ministrada através do Google Classroom¹⁴, onde foi montado uma sala de aula para cada escola contendo um vídeo da oficina disponível no youtube¹⁵ (https://youtu.be/H1p6yw_lunk) com a explicação do conteúdo e detalhando os passos a serem executados na realização na oficina: um questionário sobre o vídeo para fixar o conhecimento, duas atividades práticas para baixar, utilizar o aplicativo e postar um print da tela e ao final um questionário de avaliação da oficina e do aplicativo.

Foi realizada ao longo de 10 dias úteis para que não tivesse conflito com as atividades regulares dos alunos e para que pudessem interagir e tirar dúvidas com os professores parceiros das escolas. Durante a oficina houve dois encontros síncronos realizados via Google Meet para realizar a apresentação e acompanhamento das atividades da oficina, que contaram com a participação do instrutor, monitores, coordenador da oficina, professores parceiros e alunos das escolas.

4.2 Análises e Resultados

Este trabalho explorou a tecnologia de RA dentro de um contexto educacional, demonstrando que a tecnologia pode apoiar o processo de educação como uma poderosa ferramenta para demonstração, interação e melhoraria da retenção de conhecimento por partes dos alunos. Esse estudo foi aplicado para ampliar a disseminação das tecnologias de convivência do Semiárido, mais especificamente por meio da conversão de alguns casos de sucesso de TSs desenvolvidas na rede pública do Semiárido paraibano para facilitar e melhorar a qualidade de vida da população.

Foi desenvolvido um aplicativo contendo modelos 3D para apoiar os professores a guiar, demonstrar, facilitar e disseminar a utilização das TSs de convivência com o Semiárido em regiões onde os estudantes foram diretamente impactados, através do uso da tecnologia dentro dos processos de aprendizagem em diferentes disciplinas. Através disso, foi realizada uma oficina com os alunos de escolas públicas da região do Cariri (Semiárido Paraibano), verificando vantagens e desvantagens e medindo a efetividade do uso da tecnologia aplicada em um público específico.

O arcabouço metodológico deste trabalho foi dividido em 3 fases: pesquisa etnográfica rápida, especificação de requisitos para a construção e desenvolvimento de um aplicativo utilizando RA e a validação do aplicativo criado junto aos professores e alunos no contexto do Semiárido através de um questionário de modelo de aceitação de tecnologia.

¹⁴ Sistema de gerenciamento de conteúdo para escolas que procuram simplificar a criação, a distribuição e a avaliação de trabalhos

¹⁵ Plataforma de compartilhamento de vídeos

Ao término da oficina foi aplicado um questionário com base no TAM, sobre o seu grau de aceitação em relação do aplicativo Visual3D utilizado na oficina. O questionário foi elaborado com base nos indicadores do modelo TAM que tem sido amplamente utilizado em diversas pesquisas (Venkatesh et al., 2008). Davis (1989) propôs o TAM para avaliar o motivo de usuários aceitarem ou rejeitarem uma determinada tecnologia. O questionário foi dividido em 4 categorias e os participantes foram analisados de forma quantitativa, suas perguntas estão detalhadas na Tabela 5, na primeira categoria as questões coletaram dados abertos, mas sem identificar dados pessoais.

Nas outras três categorias foram: **Utilidade da ferramenta**, que demonstra a percepção do usuário no que a ferramenta pode ser útil ou relevante para o seu desempenho educacional. **Facilidade de uso** com o objetivo de obter a percepção do usuário quanto a utilização do aplicativo e se conseguir utilizar todas as funcionalidades do aplicativo sem precisar de ajuda, apenas com as próprias instruções do aplicativo. E **intenção de uso futuro**, para verificar se houve o engajamento dos usuários a ponto de indicar os aplicativos para outras pessoas ou querer que o aplicativo seja evoluído e incrementada de novas tecnologias sociais utilizando RA.

Para essas categorias as perguntas foram objetivas, para cada uma das questões da pesquisa, havia quatro alternativas possíveis: A) Discordo Totalmente; B) Discordo Parcialmente; C) Concordo Parcialmente; D) Concordo Totalmente. As escolas envolvidas na pesquisa: I) ECI Francisco de Assis Gonzaga - Prata; II) Centro Educacional Professora Odete Maciel Firmo – Camalaú; III) EEEFM Bartolomeu Maracajá – São José dos Cordeiros; IV) Escola Municipal Manoel da Silva Almeida – São José dos Cordeiros; V) ECIT Jornalista José Leal Ramos – São João do Cariri. A ECIT José Gonçalves de Queiroz de Sumé não teve o questionário aplicado.

Tabela 4 – Respostas questionário – Dados estudantes.

Dados Estudante									
Faixa Etária	Idade	12	13	14	15	16	17	18	19
	Quantidade	5	2	2	4	5	23	9	1
Escola	Turmas	I	II	III	IV	V			
	Quantidade Alunos	5	4	14	4	24			
Série	Turmas	7º Ano	8º Ano	9º Ano	1º Ano	2º Ano	3º Ano	Ensino Médio completo	
	Quantidade	6	1	1	6	10	23	4	
Internet Residencial	SIM	NÃO	Celular Smartphone			SIM		NÃO	
	50	1				43		8	

A pesquisa contou com 51 estudantes da rede pública do sertão da paraíba com faixa etária de 12 a 19 anos. Os alunos participantes estavam cursando do 7º ano até alunos que já tenham concluído o ensino médio. Podemos ver que apenas um aluno relatou que não tem internet residencial e que 84% dos estudantes tinham um celular smartphone.

Tabela 5 – Respostas questionário – Questões de pesquisa.

Utilidade da Ferramenta				
A) Discordo Totalmente; B) Discordo Parcialmente; C) Concordo Parcialmente; D) Concordo Totalmente				
Questão	A	B	C	D
No aplicativo Visual3D podemos ver a demonstração de alguns conceitos da física, como troca de troca e mudança de estado da água. Essa maneira de apresentar conceitos, pode contribuir para a melhoria do seu desempenho na aprendizagem das matérias na escola?	0	1	7	43
Após utilizar o aplicativo Visual3D, as explicações sobre como funcionam as tecnologias sociais e qual a sua importância para a região semiárida foram feitas de forma clara?	0	1	11	39
O uso da tecnologia de Realidade Aumentada, melhorou a sua compreensão do funcionamento das Tecnologias sociais?	0	1	6	44
Projetar o objeto 3D no ambiente, através do aplicativo Visual3D, contribuiu para a compreensão da montagem e de como funciona as tecnologias sociais fogão solar e dessalinizador?	0	0	8	43
Facilidade de uso				
A) Discordo Totalmente; B) Discordo Parcialmente; C) Concordo Parcialmente; D) Concordo Totalmente				
Questão	A	B	C	D
Durante a oficina houve algum problema no momento de instalar ou utilizar o aplicativo para android?	13	6	14	18
Conseguiu utilizar o aplicativo sem auxílio do professor?	5	4	13	29
Após utilizar o aplicativo, você mostrou ou compartilhou com mais alguma pessoa?	15	6	9	21
Hoje existem vários filtros de Realidade Aumentada nas redes sociais e alguns jogos que também utilizam essa tecnologia. A interação extra do aplicativo lhe motivou a responder o quiz?	0	3	7	41
Intenção de uso futuro				
A) Discordo Totalmente; B) Discordo Parcialmente; C) Concordo Parcialmente; D) Concordo Totalmente				
Questão	A	B	C	D
Você recomendaria para um amigo ou colega realizar a Oficina de Realidade Aumentada?	0	0	3	48
Você recomendaria para um amigo ou colega utilizar o aplicativo Visual3D?	0	0	9	42
O aplicativo Visual3D deveria abordar outros assuntos utilizando Realidade Aumentada?	0	1	8	42
A Realidade Aumentada pode ser utilizada para ajudar na compreensão do ensino das matérias escolares?	0	3	6	42

Na categoria **utilidade da ferramenta** os estudantes tiveram uma boa percepção da ferramenta sobre ela trazer conceitos de aprendizagem, compreensão da tecnologia e sua relevância com mais de 98% dos alunos tendo avaliado com concordo totalmente ou parcialmente. Cerca de 25% dos entrevistados não acharam adequadas a **facilidade de uso**, esse quantitativo foi mais significativo pela falta de compatibilidade com celulares mais antigos e versões desatualizadas do Android, o problema foi contornado disponibilizando diretamente um executável para que os alunos pudessem baixar o aplicativo, mas que não foi possível resolver para todos. Para diminuir esse problema e como melhorias futuras, seria rever as bibliotecas que foram utilizadas para aumentar a compatibilidade da tecnologia com mais celulares.

E compensação cerca de 98% dos alunos tiveram boas impressões sobre a **intenção de uso futuro** da ferramenta, concordando que poderiam recomendar o aplicativo e que a tecnologia de RA deveria ser utilizar para abordar outros assuntos. E por fim houve uma questão

aberta onde os alunos puderam dar alguma sugestão de melhoria como: “Que o aplicativo funcionasse em diferentes versões do Android, aumentando a compatibilidade.”, “Incluam mais tecnologias sociais no App, engajem mais o Instagram e melhorem as compatibilidades do App com os dispositivos, os conceitos criados e abordados na oficina 3 são muito promissores.” e “Toda essa experiência com a RA e o visual 3D foi muito bom para desenvolver experiências tecnológicas”.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho investigou e propôs o uso da tecnologia de RA para ser utilizado como apoio a educação. Trazendo possibilidades, exemplos e abordagens que se comprovaram promissoras em outros trabalhos. O uso dessa tecnologia se deu no cenário no interior paraibano para enriquecer a aprendizagem sobre as tecnologias sociais de convivência com o Semiárido e apoiar a educação correlacionando os funcionamentos das tecnologias sociais com matérias da grade curricular de ensino, como exemplo a matéria de física.

Através do estudo etnográfico realizado, da aplicação de uma oficina desenvolvida com estudantes e de uma validação com um questionário com base nos indicadores do modelo TAM, foi possível observar que o uso da tecnologia de RA mostrou grande potencial de atrair a atenção dos jovens, com isso existe uma grande oportunidade de explorar esse meio para criar interações 3D complementando o ensino, apoiando matérias, ajudando a demonstrar assuntos que são mais difíceis de serem abstraídos e conseqüentemente melhorando a educação.

Os estudantes em sua maioria tiveram uma taxa alta de aceitação do aplicativo e se mostravam interessados no seu uso. É importante levar em consideração, a necessidade de se encontrar um ponto de equilíbrio entre a tecnologia e compatibilidade com a maioria dos aparelhos, ofertar o aplicativo em outras plataformas e com isso aumentar o alcance e possibilidades de uso da ferramenta.

Um destaque positivo no aplicativo, ficou por conta do uso de uma interação extra de RA em troca de uma recompensa, que seria um “joguinho” com RA onde o estudante pode movimentar um objeto 3D animado (uma aranha), se mostrou muito eficiente conseguindo chamar a atenção e curiosidade dos alunos. Já que para liberar a interação o aluno deveria responder um quiz com perguntas sobre as TSs que são abordadas no aplicativo. Essas técnicas devem ser exploradas futuramente, como forma de aumentar o engajamento dos alunos com o conteúdo.

5.1 Contribuições

De maneira direta ou indiretamente a construção e pesquisa para a concretização desse trabalho conteve diversas contribuições para o meio científico como: produção de uma revisão sistemática da tecnologia de RA aplicada aos esportes que foi publicada no CISTI 2021 (Da Silva et al., 2021), depositou a registro de computador do aplicativo Visual3D, criou uma oficina de RA para alunos do interior da Paraíba onde houve toda uma explanação sobre a tecnologia juntamente com o uso do aplicativo desenvolvido e teve um artigo aceito no congresso do CBIE 2022 sobre a ferramenta Visual3D.

5.2 Trabalhos Futuros

Com o eminente desenvolvimento e expansão do metaverso¹⁶, as tecnologias de RV e

¹⁶ Ambiente simulado onde os seres humanos podem interagir tanto social quanto economicamente através de

RA estarão em ampla ascensão nos próximos anos. Esse trabalho ajuda a demonstrar caminhos que essas tecnologias poderão ser exploradas de forma a serem eficientes se voltadas para o apoio do desenvolvimento da educação.

O aplicativo desenvolvido, contém o *core*¹⁷ que pode ser evoluído de maneira simples, onde basicamente basta incluir novos modelos 3D de outras TSs e animações para que contenha novas TSs. O material produzido nessa pesquisa traz uma grande contribuição para essa área e servirá como base para trabalhos correlacionados. A oficina que foi confeccionada para ser realizada de maneira remota, porém pode ser reaproveitada e aplicada para diversos alunos de maneira presencial. Por fim esse trabalho traz *insights* de como a tecnologia de RA de grande potencial e pode trazer um ganho relevante para educação. Disponibilizar uma versão do aplicativo para a plataforma IOS.

avatares no ciberespaço

¹⁷ Núcleo base de um sistema ou programa de computador

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKÇAYIR, M.; AKÇAYIR, G. Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. **Educational Research Review**, v. 20, p. 1–11, 2017.
- AL-QAYSI, N.; MOHAMAD-NORDIN, N.; AL-EMRAN, M. A systematic review of social media acceptance from the perspective of educational and information systems theories and models. **Journal of Educational Computing Research**, v. 57, n. 8, p. 2085–2109, 2020.
- ALBUQUERQUE, L. S.; DE ARAUJO, J. C. S. Produção de biogás por co-digestão utilizando uma mistura de dejetos bovinos e casca de café conilon. **Brazilian Journal of Production Engineering-BJPE**, p. 44–54, 2016.
- ALDRICH, C. **Learning by doing: A comprehensive guide to simulations, computer games, and pedagogy in e-learning and other educational experiences**. [s.l.] John Wiley & Sons, 2005.
- ANDRADE, J. S.; DE SOUZA FERNANDES, S. A. A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO CONTEXTUALIZADA PARA O DESENVOLVIMENTO DO SEMIÁRIDO/The importance of contextualized education for semiarid development. **REVISTA NERA**, n. 34, p. 157–175, 2017.
- ANJOS, S. **Tecnologias e Projetos para Conviver com o Semiárido**, 2017.
- ARAÚJO, I. P. Uso e degradação dos recursos naturais no Semiárido Brasileiro: estudo na microbacia hidrográfica do Rio Farinha, Paraíba, Brasil. 2010.
- AZUMA, R. et al. Recent advances in augmented reality. **IEEE computer graphics and applications**, v. 21, n. 6, p. 34–47, 2001.
- BAJAC, Q. **La invención de la fotografía**. 2nd editio ed. Spanish: Blume; 2nd edition (May 1, 2012), 2012.
- BAUMEISTER, J. et al. Cognitive cost of using augmented reality displays. **IEEE transactions on visualization and computer graphics**, v. 23, n. 11, p. 2378–2388, 2017.
- BECKER, S. A. et al. NMC horizon report: 2018 higher education edition. **Louisville, CO: Educause**, 2018.
- BERG MARKLUND, B. **Games in formal educational settings: Obstacles for the development and use of learning games** University of Skövde, , 2013.
- BERKMAN, M. I. **History of Virtual Reality**. Disponível em: <<https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>>. Acesso em: 11 maio. 2021.
- BILLINGHURST, M.; KATO, H. Collaborative augmented reality. **Communications of the ACM**, v. 45, n. 7, p. 64–70, 2002.
- BOWER, M. et al. Augmented Reality in education—cases, places and potentials. **Educational Media International**, v. 51, n. 1, p. 1–15, 2014.
- BRUM, L. C. C.; CARVALHO, R. D. APLICAÇÃO DE AMBIENTES EM REALIDADE AUMENTADA PERSONALIZADOS EM LIVRO DIDÁTICO DE LÍNGUA ESTRANGEIRA. **LINKSCIENCEPLACE-Interdisciplinary Scientific Journal**, v. 6, n. 4, 2019.

- BUJAK, K. R. et al. A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. **Computers & Education**, v. 68, p. 536–544, 2013.
- CHANG, C.-T.; HAJIYEV, J.; SU, C.-R. Examining the students' behavioral intention to use e-learning in Azerbaijan? The general extended technology acceptance model for e-learning approach. **Computers & Education**, v. 111, p. 128–143, 2017.
- CHEN, P. et al. A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016. **Innovations in smart learning**, p. 13–18, 2017.
- CHEN, R.; WANG, X. An empirical study on tangible augmented reality learning space for design skill transfer. **Tsinghua Science and Technology**, v. 13, n. S1, p. 13–18, 2008.
- CHIANG, T. H. C.; YANG, S. J. H.; HWANG, G.-J. An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. **Journal of Educational Technology & Society**, v. 17, n. 4, p. 352–365, 2014.
- CIESLINSKI, W. B. et al. **The safety engineering of mass sports events—the model of emergency management of logistics processes with using of advanced technologies (Augmented Reality, GPS i ICT)**. 2016 International Conference on Intelligent Control and Computer Application (ICCA 2016). **Anais...Atlantis Press**, 2016
- COOPERSTOCK, J. R. **The classroom of the future: enhancing education through augmented reality**. Proc. HCI Inter. 2001 Conf. on Human-Computer Interaction. **Anais...2001**
- CÓRDOVA, O.; PASSOS, F.; CHAMY, R. Physical pretreatment methods for improving microalgae anaerobic biodegradability. **Applied biochemistry and biotechnology**, v. 185, n. 1, p. 114–126, 2018.
- CORPORATION, S. **WorldToolKit Reference Manual – Release 7** Mill Valley. CA, 1998.
- DA ROCHA, R. V.; BITTENCOURT, I. I.; ISOTANI, S. **Análise, Projeto, Desenvolvimento e Avaliação de Jogos Sérios e Afins: uma revisão de desafios e oportunidades**. Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). **Anais...2015**
- DA SILVA, A. M.; GUSTAVO, S. G.; DE MEDEIROS, F. P. A. **A Review on Augmented Reality Applied to Sports**. 2021 16th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). **Anais...IEEE**, 2021
- DA SILVA, G.; OLIVEIRA, L. C.; FERNANDES, S. R. **Uso de realidade aumentada para ensino de arquitetura de computadores com MIPS**. WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI). **Anais...2018**
- DAQRI. **ARToolKit5**. Disponível em: <<https://github.com/artoolkit>>.
- DAVIS, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. **MIS quarterly**, p. 319–340, 1989.
- DAVIS, F. D.; BAGOZZI, R. P.; WARSHAW, P. R. User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. **Management science**, v. 35, n. 8, p. 982–1003, 1989.
- DE MEDEIROS, W. K. B.; DE MEDEIROS, W. I. B.; DE BRITO, M. C. D. Desafios e possibilidades da educação contextualizada: reflexões acerca da convivência com o semiárido. **Revista Includere**, v. 3, n. 1, 2017.
- DE MELO SOUZA, N. G. et al. Tecnologias sociais voltadas para o desenvolvimento do

semiárido brasileiro. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 12, n. 3, 2016.

DE TECNOLOGIA SOCIAL, R. T. S. R. Relatório de 6 Anos da RTS: abril de 2005 a maio de 2011. **Brasília: RTS**, p. 3–17, 2011.

DEDE, C. Immersive interfaces for engagement and learning. **science**, v. 323, n. 5910, p. 66–69, 2009.

DILLINGHAM, R.; GUERRANT, R. L. Childhood stunting: measuring and stemming the staggering costs of inadequate water and sanitation. **The Lancet**, v. 363, n. 9403, p. 94, 2004.

DOMINGUES, D. G. **Protótipos para a criação de jogos digitais: aplicações no ensino de design de games** Tese, , 2011.

DOWBOR, L. et al. Seminário sobre tecnologias sociais promovido pela Fundação Banco do Brasil, em 2004. **Tecnologia Social: Uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil. Du PREEZ, N**, p. 1–24, 2004.

DUNLEAVY, M.; DEDE, C. Augmented reality teaching and learning. **Handbook of research on educational communications and technology**, p. 735–745, 2014.

DUNLEAVY, M.; DEDE, C.; MITCHELL, R. Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. **Journal of science Education and Technology**, v. 18, n. 1, p. 7–22, 2009.

ENGESTROM, Y. Activity theory as a framework for analyzing and redesigning work. **Ergonomics**, v. 43, n. 7, p. 960–974, 2000.

FALCÃO, T. P.; GOMES, A. S. **Design de interfaces tangíveis educacionais: uma metodologia baseada em contexto**. Proceedings of VII Brazilian symposium on Human factors in computing systems. **Anais...2006**

FEINSTEIN, A. H.; CANNON, H. M. Constructs of simulation evaluation. **Simulation & Gaming**, v. 33, n. 4, p. 425–440, 2002.

FERRER-TORREGROSA, J. et al. ARBOOK: Development and assessment of a tool based on augmented reality for anatomy. **Journal of Science Education and Technology**, v. 24, n. 1, p. 119–124, 2015.

FIGUEIREDO, G. DE A. Educação contextualizada e convivência com o semiárido brasileiro: perspectivas para o ensino de ciências. 2017.

FOUNTAIN, C. J.; SPRINGER, E. J.; SWARD, J. R. A descriptive study of objectively measured Pokémon GO playtime in college students. **International journal of exercise science**, v. 11, n. 7, p. 526, 2018.

GIRA MUNDO. **Edital de Bolsas No 003/2018. Concessão de quotas de bolsas do programa Gira Mundo Israel Semiárido**. Disponível em: <<http://fapesq.rpp.br/editais/editais-abertos/edital-giramundo-semiarido-israel-2018.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2021.

GREEN III, W. G. **Exercise alternatives for training emergency management command center staffs**. [s.l.] Universal-Publishers, 2000.

HENRYSSON, A.; BILLINGHURST, M.; OLLILA, M. **Face to face collaborative AR on mobile phones**. Fourth IEEE and ACM international symposium on mixed and augmented reality (ISMAR'05). **Anais...IEEE**, 2005

HENSSEN, D. J. H. A. et al. Neuroanatomy learning: Augmented reality vs. cross-sections. **Anatomical sciences education**, v. 13, n. 3, p. 353–365, 2020.

HODA, R.; NOBLE, J.; MARSHALL, S. Developing a grounded theory to explain the practices of self-organizing Agile teams. **Empirical Software Engineering**, v. 17, n. 6, p. 609–639, 2012.

HWANG, G.-J. et al. A context-aware ubiquitous learning approach to conducting scientific inquiry activities in a science park. **Australasian Journal of Educational Technology**, v. 28, n. 5, 2012.

IBÁÑEZ, M.-B.; DELGADO-KLOOS, C. Augmented reality for STEM learning: A systematic review. **Computers & Education**, v. 123, p. 109–123, 2018.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Semiárido Brasileiro**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15974-semiarido-brasileiro.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 4 maio. 2022.

INSA. **Renova Semiárido**. Disponível em: <<https://renovasemiario.insa.gov.br/bio-agua>>.

JANIN, A. L.; MIZELL, D. W.; CAUDELL, T. P. **Calibration of head-mounted displays for augmented reality applications**. Proceedings of IEEE Virtual Reality Annual International Symposium. **Anais...IEEE**, 1993

KAPTELININ, V.; NARDI, B. A. **Acting with technology: Activity theory and interaction design**. [s.l.] MIT press, 2006.

KERAWALLA, L. et al. “Making it real”: exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. **Virtual reality**, v. 10, n. 3–4, p. 163–174, 2006.

KOVAČIĆ, Đ. et al. Thermal pretreatment of harvest residues and their use in anaerobic co-digestion with dairy cow manure. **Applied biochemistry and biotechnology**, v. 184, n. 2, p. 471–483, 2018.

KRIPPENDORFF, K. **The semantic turn: A new foundation for design**. [s.l.] crc Press, 2005.

KRUEGER, M. W.; GIONFRIDDO, T.; HINRICHSSEN, K. **VIDEOPLACE—an artificial reality**. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. **Anais...1985**

LEÃO, Y. M. **Aplicação da Realidade Aumentada (RA) no material didático para o ensino de língua estrangeira**. 2019.

LOPES, L. M. D. et al. Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada: uma revisão sistemática. **Educação em Revista**, v. 35, 2019.

LU, S.-J.; LIU, Y.-C. Integrating augmented reality technology to enhance children’s learning in marine education. **Environmental Education Research**, v. 21, n. 4, p. 525–541, 2015.

MACAULAY, C.; BENYON, D.; CRERAR, A. Ethnography, theory and systems design: From intuition to insight. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 53, n. 1, p. 35–60, 2000.

MARTÍN-GUTIÉRREZ, J. et al. Augmented reality to promote collaborative and autonomous learning in higher education. **Computers in human behavior**, v. 51, p. 752–761, 2015.

MATTAR, J. **Games em educação: como os nativos digitais aprendem** São Paulo: Pearson Prentice Hall, , 2010.

MEDEIROS, F. P. A. DE. Uma abordagem de monitoramento abrangente das interações sociais em ambientes colaborativos virtuais de aprendizagem como suporte a presença docente. 2013.

MILGRAM, P. et al. **Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality**

- continuum.** Telem manipulator and telepresence technologies. **Anais...International Society for Optics and Photonics**, 1995
- MILGRAM, P.; KISHINO, F. A taxonomy of mixed reality visual displays. **IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems**, v. 77, n. 12, p. 1321–1329, 1994.
- MILLEN, D. R. **Rapid ethnography: time deepening strategies for HCI field research.** Proceedings of the 3rd conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques. **Anais...2000**
- MUNOZ-CRISTOBAL, J. A. et al. Supporting teacher orchestration in ubiquitous learning environments: A study in primary education. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 8, n. 1, p. 83–97, 2014.
- NOVAK, J. Desenvolvimento de games. **São Paulo: Cengage Learning**, p. 354–355, 2010.
- OLIVEIRA, V. H. DE; PARENTE, J. I. G.; SAUNDERS, L. C. U. Irrigação em cajueiro anão precoce: uma perspectiva promissora. **Revista Frutar, Fortaleza**, v. 1, n. 1, p. 4–5, 1995.
- PAN, Z. et al. Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments. **Computers & graphics**, v. 30, n. 1, p. 20–28, 2006.
- PARK, S.-B.; JUNG, J. J.; YOU, E. Storytelling of collaborative learning system on augmented reality. In: **New Trends in Computational Collective Intelligence**. [s.l.] Springer, 2015. p. 139–147.
- PEREIRA, L. et al. **Uma ferramenta de apoio ao ensino de cálculo com realidade aumentada.** Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). **Anais...2017**
- PHELAN, T. D. **Emergency management and tactical response operations: Bridging the gap.** [s.l.] Butterworth-Heinemann, 2011.
- REBOUÇAS, A. DA C. et al. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. In: **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. [s.l.: s.n.]. p. 703.
- REZENDE, S. M. et al. **A Realidade Aumentada em Situações de Aprendizagem na Educação Básica: Uma Revisão de Literatura.** Anais do II Workshop sobre as Implicações da Computação na Sociedade. **Anais...SBC**, 2021
- RIBEIRO, R. W. Seca e determinismo: a gênese do discurso do semi-árido nordestino. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 22, p. 60–91, 1999.
- ROCHA, R. V. **Crítérios para a construção de jogos sérios.** XXVIII Brazilian Symposium on Computers in Education, Recife. **Anais...2017**
- SAIDIN, N. F.; HALIM, N. D. A.; YAHAYA, N. A review of research on augmented reality in education: Advantages and applications. **International education studies**, v. 8, n. 13, p. 1–8, 2015.
- SALAS, E. et al. Performance measurement in simulation-based training: A review and best practices. **Simulation & Gaming**, v. 40, n. 3, p. 328–376, 2009.
- SARKAR, P.; PILLAI, J. S.; GUPTA, A. **ScholAR: a collaborative learning experience for rural schools using Augmented Reality application.** 2018 IEEE Tenth International Conference on Technology for Education (T4E). **Anais...IEEE**, 2018
- SHERMAN, W. R.; CRAIG, A. B. **Understanding virtual reality—Interface, application, and design** MIT Press One Rogers Street, Cambridge, MA 02142-1209, USA journals-info ..., 2003.

- SILVA, R. M. A. DA. Entre o combate à seca e a convivência com o semi-árido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento. 2006.
- SILVA, L. P. C.; DE ARAÚJO, A. M. R. B.; DE ARAÚJO, A. E. A Educação Contextualizada para a convivência com o Semiárido Brasileiro como uma prática emancipadora. **Revista Brasileira de Educação do Campo**, v. 3, n. 1, p. 104–125, 2018.
- SILVA, S. J.; PIO, J. L. **Metáforas para o Ensino de Ciências em Ambientes de Realidade Virtual**. Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). **Anais...2017**
- SOCIETY, V. R. **History Of Virtual Reality**. Disponível em: <<https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>>. Acesso em: 11 maio. 2021.
- SQUIRE, K. D.; JAN, M. Mad City Mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. **Journal of science education and technology**, v. 16, n. 1, p. 5–29, 2007.
- SUDENE. **Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - Mapa de delimitação do Semiárido Paraibano**. Disponível em: <<http://antigo.sudene.gov.br/images/arquivos/semiarido/arquivos/paraiba-delimitacaosemiarido-dezembro2017.jpeg>>. Acesso em: 4 maio. 2022.
- SUDENE. **Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - Mapa de delimitação do Semiárido**. Disponível em: <<https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/mapa-semiarido-1262municipios-sudene-pdf>>. Acesso em: 4 maio. 2022.
- SUH, H. Collaborative learning models and support technologies in the future classroom. **International Journal for Educational Media and Technology**, v. 5, n. 1, p. 50–61, 2011.
- TASHKO, R.; ELENA, R. Augmented reality as a teaching tool in higher education. **International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education**, v. 3, n. 1, 2015.
- THOMAS, P. C.; DAVID, W. M. **Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes**. Hawaii international conference on system sciences. **Anais...1992**
- TZIMA, S.; STYLARAS, G.; BASSOUNAS, A. Augmented reality applications in education: Teachers point of view. **Education Sciences**, v. 9, n. 2, p. 99, 2019.
- VAN KREVELEN, D. W. F.; POELMAN, R. A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. **International journal of virtual reality**, v. 9, n. 2, p. 1–20, 2010.
- VENKATESH, V.; BALA, H. Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. **Decision sciences**, v. 39, n. 2, p. 273–315, 2008.
- WU, H.-K. et al. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. **Computers & education**, v. 62, p. 41–49, 2013.
- YACH, D. The use and value of qualitative methods in health research in developing countries. **Social science & medicine**, v. 35, n. 4, p. 603–612, 1992.

APÊNDICE

Produção científica realizada durante o mestrado:

- Registro de Computador do aplicativo EducaMais (2020);
- Relatório Técnico Social Network Analysis: Métricas, Ferramentas e sua Aplicação através de dois Estudos de Caso (2020);
- Artigo publicado no *Brazilian Journal of Development*: Acessibilidade em dispositivos móveis: uma análise sob a perspectiva das pesquisas em interação humano computador no Brasil (2021);
- Artigo publicado no CISTI: *A Review on Augmented Reality applied to Sports* (2021);
- Capítulo de Livro: Coletânea Tópicos em Gerenciamento de Dados – Capítulo 1 - Aprendizado de Máquina Supervisionado (2022);
- Registro de Computador do aplicativo Visual3D (2022);
- Artigo aceito no CBIE: Uma Ferramenta baseada em Realidade Aumentada para Enriquecer à Aprendizagem de Tecnologias Sociais de Convivência com o Semiárido (2022).