

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – TCC		
() PRÉ-PROJETO	(X) PROJETO	ANO/SEMESTRE: 2022/02

CONSEQUÊNCIAS: UM JOGO DE EXPLORAÇÃO UTILIZANDO REALIDADE VIRTUAL COM ILUSÃO DE ÓTICA SOBRE CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL

Vitor Hugo Helmbrecht

Prof. Dalton Solano dos Reis – Orientador

1 INTRODUÇÃO

O termo aquecimento global, de acordo com o IPCC (2007 apud Carvalho *et al.*, 2011, p. 221), refere-se ao aumento gradual (observado ou projetado) na temperatura da superfície global, como uma das consequências do forçamento radioativo (mudança na irradiação vertical líquida) causado pelas emissões antropogênicas. De acordo com Moreira *et al.* (2022, p. 25), o aumento da temperatura terrestre ocorre devido ao aumento da emissão de gases poluentes, como o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), entre outros gases que acabam simulando um efeito estufa na Terra devido ao seu acúmulo.

Ainda conforme Moreira *et al.* (2022, p. 24), o meio ambiente sofre danos cada vez mais intensos devido às intervenções humanas, ocasionando a falta ao direito ao meio ambiente socialmente equilibrado. Moreira *et al.* (2022, p. 24) enfatiza ainda como algumas pequenas atitudes também podem provocar impactos ambientais diretamente, que podem levar a impactos de diversas escaladas, variando desde a diminuição dos mananciais, extinção de espécies, ou mesmo à chuva ácida e destruição de habitats. Algumas dessas ações seriam por exemplo o descarte de lixo de forma indevida, a extração em demasia de ativos vegetais dos biomas e a emissão excessiva de gases poluentes.

Segundo Carvalho (2006 apud Cuba, 2010, p.24), a educação ambiental é considerada inicialmente como uma preocupação dos movimentos ecológicos com a prática de conscientização que seja capaz de chamar a atenção para a má distribuição do acesso aos recursos naturais, assim como ao seu esgotamento, e envolver os cidadãos em ações sociais ambientalmente apropriadas. Nesse contexto, a escola é um espaço privilegiado para estabelecer conexões, possibilitando a criação de condições e alternativas que estimulam os alunos a terem posturas cidadãs, cientes de suas responsabilidades e, principalmente, perceberem-se como integrantes do meio ambiente (CUBA, 2010).

Diante dos pontos apresentados, percebe-se uma visão de educação ambiental sendo levada para dentro das escolas. De acordo com Braga (2001) a educação pode ser vista como um processo de descoberta, exploração e de observação, além de eterna construção de conhecimento. Braga (2001) também propõe uma junção da educação com a tecnologia da Realidade Virtual (RV), que por sua vez é definida por Pimentel (1995 apud. Braga, 2001) como o uso de alta tecnologia para convencer o usuário de que está em outra realidade, promovendo completamente o seu envolvimento.

Braga (2001) explica como com a realidade virtual presente na educação poderemos descobrir, explorar e construir conhecimento sobre lugares que jamais pensaríamos visitar. O grande potencial da realidade virtual está exatamente nessas possibilidades, não só através de aulas ou objetos físicos, mas também através da manipulação virtual do alvo a ser explorado, analisado e estudado (Braga, 2001).

Por sua vez, Silva e Kodama (2004) explicam como uma criança demonstra prazer em aprender e tem oportunidade de lidar com suas pulsões em busca de satisfação de seus desejos quando ela brinca. Silva e Kodama (2004) ainda comparam a curiosidade que move a criança para participar da brincadeira com a que move os cientistas em suas pesquisas, chegando assim na conclusão de que seria desejável conseguir conciliar a alegria da brincadeira com a aprendizagem escolar. Além disso, as autoras comentam sobre como em um jogo, o mais importante é o envolvimento da pessoa, ou seja, a atividade lúdica pode se tornar um grande laboratório em que ocorrem experiências inteligentes e reflexivas, produzindo assim conhecimento.

Diante desse contexto, esse trabalho propõe o desenvolvimento de um jogo de exploração utilizando realidade virtual com ilusão de ótica para ajudar e incentivar o ensino e a conscientização das crianças sobre as possíveis e prováveis consequências que suas ações podem causar ao meio ambiente e aos seus próprios futuros.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo principal desse trabalho é fornecer um jogo de exploração utilizando realidade virtual com ilusão de ótica e o tema conscientização ambiental.

Os objetivos específicos são:

- a) avaliar o uso da realidade virtual para conscientização ambiental;
- b) avaliar o uso da ilusão de ótica para conscientização ambiental.

2 TRABALHOS CORRELATOS

Nessa seção são apresentados trabalhos com características semelhantes aos principais objetivos do estudo proposto. A seção 2.1 apresenta o jogo CIDADANIAAR, um jogo de realidade aumentada focado em puzzle, ilusão de ótica e reciclagem (NIENOW, 2019). A seção 2.2, por sua vez, apresenta Vignettes (SKELETON BUSINESS, 2017), um jogo focado em exploração com puzzles e que utiliza uma abordagem incomum em cima da ilusão de ótica. Por fim, a seção 2.3 apresenta Monument Valley (USTWO GAMES, 2014), um jogo focado em puzzles utilizando ilusão de ótica para gerar objetos impossíveis e avançar de fase.

2.1 CIDADANIAAR – JOGO DE PUZZLE UTILIZANDO REALIDADE AUMENTADA COM ILUSÃO DE ÓTICA

Nienow (2019) desenvolveu o CIDADANIAAR, um jogo de puzzle e realidade aumentada focado em ilusão de ótica, incorporando o tema de reciclagem de forma interativa. O jogo foi desenvolvido utilizando o motor gráfico Unity junto da linguagem de programação C#, além do *plugin* para realidade aumentada Vuforia e o software Blender para o desenvolvimento de customizações do jogo em relação a modelos 3D.

Em resumo, o jogo desenvolvido coloca o jogador como observador do personagem principal e seu mundo. Existem três níveis no jogo, sendo o primeiro um nível tutorial e os dois seguintes desafios. O jogador interage com o mundo através da câmera de seu celular ou tablet. Além disso, o jogo faz uso de um marcador que representa o cenário completo, que é reconhecido pela câmera do dispositivo e então realiza a projeção 3D do mundo virtual sobre o mundo real. A Figura 1 demonstra algumas capturas de tela da fase de treinamento do jogo.

Figura 1 – Capturas de tela da fase de treinamento do jogo CIDADANIAAR



Fonte: Nienow (2019).

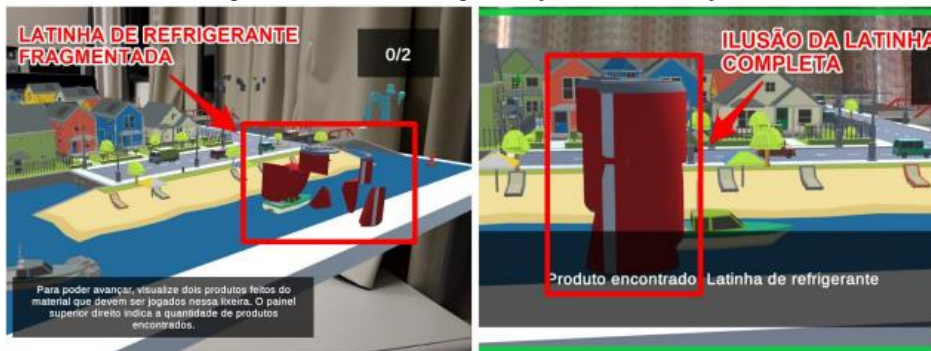
O jogo contém dois tipos de puzzles. O primeiro é um puzzle que está sempre ativo (Always On Puzzle) que utiliza as pontes do jogo, onde o jogador precisa mudar sua perspectiva de visão sobre o mundo para permitir que o personagem consiga passar por elas, assim como ilustrado na Figura 2. O segundo puzzle é do tipo One Time Puzzle, na qual uma vez completo, não será necessário refazê-lo até o fim do nível. Para completar o segundo puzzle é necessário que, assim como no primeiro puzzle, o jogador ajuste sua perspectiva de visão sobre o mundo, permitindo assim que peças espalhadas pelo mapa possam se juntar em uma única figura. A Figura 3 permite uma melhor compreensão de como o segundo puzzle funciona.

Figura 2 - Puzzle da ponte e sua resolução



Fonte: Nienow (2019).

Figura 3 - Puzzle de fragmentação e sua resolução



Fonte: Nienow (2019).

Ao final do desenvolvimento e dos testes, Nienow (2019) realizou um questionário de avaliação de usuários, que de acordo com o autor, proporcionou resultados satisfatórios, nos quais todos os usuários concordaram que o jogo alcançou seus objetivos, mesmo com alguns usuários tendo certas dificuldades para completar determinadas tarefas. Além disso, uma das pessoas avaliadas comentou que era professora e que considerou o jogo um ótimo material para fixação da matéria para crianças.

Nienow (2019) também concluiu que o Unity se mostrou uma ótima ferramenta e atendeu a todas as necessidades que surgiram durante o desenvolvimento do jogo. Além disso, Nienow (2019) comentou ainda sobre como a utilização da linguagem C# fez com que a curva de aprendizagem do Unity fosse baixa, enquanto a grande comunidade do Unity facilitou a solução de problemas durante o desenvolvimento. Outro ponto importante citado pelo autor é que ele considerou o Vuforia uma ótima biblioteca para a criação de aplicações em Realidade Aumentada (RA), sendo bastante simples, intuitiva e eficiente.

Por fim, mesmo com resultados satisfatórios, Nienow (2019) elencou alguns pontos que poderiam ter sido melhorados no jogo para ter um resultado ainda melhor. Os pontos que mais chamam a atenção nessa lista seriam a adição de puzzles que utilizam outras ilusões de ótica, a adição de efeitos sonoros e músicas e a aplicação e avaliação do desempenho do jogo no auxílio do tema em turmas do ensino fundamental.

2.2 VIGNETTES

Vignettes é um jogo *indie* (criado por uma pessoa ou pequenas equipes) comercial desenvolvido utilizando o motor gráfico Unity pela empresa Skeleton Business. O jogo foi lançado oficialmente em 2017 para iOS e em 2019 para computador, e é focado em exploração com um toque incomum de ilusão de ótica (Skeleton Business, 2017).

Durante o jogo, o usuário deve rotacionar os objetos que aparecem em sua tela até que ele encontre um ângulo que transformará esse objeto em algum outro objeto ou mesmo um animal, conforme demonstrado na Figura 4. Além da rotação, o usuário também pode interagir com quase todos os objetos através de toques/cliques ou alteração do zoom, o que se torna não só um extra interessante para o usuário com interações como o barulho de um rádio ou afagar um gato, como também se torna algo necessário em determinados momentos para liberar objetos escondidos.

O objetivo do jogo é que o jogador descubra todos os objetos que estão disponíveis em cada um dos 10 estágios que lhe são apresentados conforme o jogo for progredindo. Além disso, ao completar todos os estágios, o jogador ainda pode ir atrás de nove segredos diferentes que estão espalhados por esses mesmos estágios e assim ter acesso a uma pequena surpresa ao completar todo o jogo.

Durante uma entrevista com os desenvolvedores do jogo (UNITY, 2018), eles comentaram que o motivo principal da escolha de Unity como motor gráfico foi o fato de ser uma ferramenta fácil de utilizar e com uma curva de aprendizado que é muito interessante para novos desenvolvedores, pois eles mesmos não possuíam muita familiaridade com programação. Outro motivo que os incentivou a utilizar o Unity foi a quantidade de tutoriais e o tamanho da comunidade, o que facilitava a implementação e a resolução de erros durante o desenvolvimento.

Figura 4 – Exemplo de transformação de telefone para panela



Fonte: elaborado pelo autor.

2.3 MONUMENT VALLEY

Monument Valley é um jogo *indie* comercial desenvolvido utilizando o motor gráfico Unity pela empresa Ustwo Games. O jogo foi lançado oficialmente em 2014 para iOS e Android, e é focado em puzzles com a utilização principal de ilusões de ótica. Durante o jogo, o usuário guia a princesa Ida através de labirintos feitos a partir de ilusões de ótica e objetos impossíveis enquanto manipula o mundo ao redor dela para alcançar diversas plataformas (USTWO GAMES, 2014).

O objetivo do jogo é bem simples e direto: o jogador deve descobrir como passar por todas as fases. Para cumprir esse objetivo, o jogador pode clicar no caminho para a princesa Ida andar até onde for possível, pode girar o mapa para ter visões de diferentes ângulos e pode atuar de diferentes maneiras com determinadas partes do mapa, movendo-as para os locais que desejar, formando assim novos caminhos (Figura 5) (USTWO GAMES, 2014).

Figura 5: Alguns níveis do jogo Monument Valley



Fonte: Ustwo Games (2014).

Monument Valley ficou rapidamente famoso devido à sua jogabilidade única e seus gráficos deslumbrantes citados pelos próprios usuários. O jogo possui uma nota 4,9 estrelas de um máximo de cinco na app store, bem como uma avaliação de 4,8 estrelas no Google Play. Além disso, o jogo também concorreu e venceu diversas premiações, sendo uma das mais importantes o prêmio de melhor jogo mobile de 2017, através do The Game Awards.

3 PROPOSTA DO JOGO

Neste seção são definidas as justificativas de elaboração desse jogo, assim como os requisitos funcionais, não funcionais e a metodologia aplicada.

3.1 JUSTIFICATIVA

No Quadro 1 é apresentado um comparativo dos trabalhos correlatos. As linhas representam as características e as colunas os trabalhos.

Quadro 1 - Comparativo dos trabalhos correlatos

Características TRABALHOS	Nienow (2019)	Skeleton Business (2017)	Ustwo Games (2014)
Objetivo	Criar um jogo que faça uso da ilusão de ótica como mecânica principal de jogabilidade	Produto comercial	Produto comercial
Tipo de jogo	Puzzle	Exploração	Puzzle
Motor gráfico	Unity 3D	Unity 3D	Unity 3D
Software utilizado no desenvolvimento dos gráficos	Blender	Não informado	Não informado
Quantidade de estágios	3	10	10
Contém música e efeitos sonoros	Não	Sim	Sim
Resultados e conclusões	Após a aplicação de questionários, concluiu-se que o objetivo foi alcançado, apesar de pontos a melhorar terem sido apresentados	Vignettes recebeu e foi indicado a premiações desde 2015 até 2018, incluindo o prêmio IndieCade EU 2017	Monument Valley recebeu diversas premiações, sendo o principal o prêmio de melhor jogo mobile de 2017 pelo The Game Awards

Fonte: elaborado pelo autor.

A partir do Quadro 1 é possível observar que Nienow (2019) teve como objetivo criar um jogo que faça uso da ilusão de ótica, enquanto Skeleton Business (2017) e USTWO Games (2014) tiveram o mesmo objetivo, que foi a criação de um jogo comercial. Quanto ao tipo de jogo desenvolvido, Nienow (2019) optou por um jogo de puzzle, que foca em desenvolver estratégias das quais o jogador pode e deve utilizar durante a sua experiência para conseguir avançar dentro do jogo, da mesma maneira que a USTWO Games (2014) fez. Por outro lado, Skeleton Business (2017) desenvolveu um jogo do tipo exploração, onde o foco é encontrar determinados objetos para conseguir avançar para os próximos níveis, além de oferecer objetos extras para os jogadores que quiserem continuar com sua exploração.

Na parte de motor gráfico, todos os autores escolheram o mesmo software: Unity 3D, mas com seus próprios motivos para terem realizado essa escolha. Nienow (2019) optou pelo Unity pela facilidade de aprendizagem e a grande comunidade que facilita a resolução de problemas e o esclarecimento de dúvidas durante o desenvolvimento. Apesar de Skeleton Business (2017) ter basicamente os mesmos motivos por trás de sua escolha, eles acrescentaram que eram programadores novatos e pouco experientes, o que reforçou a escolha deles por um motor gráfico que tivesse uma curva de aprendizagem tranquila e que tivesse uma comunidade forte. Por outro lado, o motivo principal pela qual a USTWO Games (2014) escolheu o Unity 3D como seu motor gráfico foi o fato de todo o time de desenvolvimento, design gráfico e design sonoro poderem trabalhar utilizando a mesma plataforma, facilitando assim a comunicação entre eles durante o desenvolvimento.

Em relação ao software utilizado no desenvolvimento dos gráficos, apenas Nienow (2019) informou que se utilizou do Blender para ajudá-lo nessa parte. Já em relação à quantidade de estágio, Skeleton Business (2017) e USTWO Games (2014) optaram ambos pelo desenvolvimento de 10 estágios em seus jogos, enquanto Nienow (2019) optou por apenas 3 fases. Essa disparidade pode ser justificada pelo fato de Skeleton Business (2017) e USTWO Games (2014) terem focado no desenvolvimento de produtos comerciais, tendo assim mais tempo para o desenvolvimento do produto bem como a busca por uma experiência mais abrangente e duradoura para seu público-alvo. Novamente, o fato de Skeleton Business (2017) e USTWO Games (2014) terem focado no desenvolvimento de um produto comercial faz com que eles busquem uma maior interação com o usuário final, fazendo assim com que eles foquem também no desenvolvimento de músicas e efeitos sonoros para o seu jogo, enquanto Nienow (2019) não teve esse foco.

É possível perceber que os trabalhos correlatos foram unânimes na escolha do motor gráfico utilizado, enquanto nos demais pontos cada um optou por seguir conforme achava melhor. Diante desse cenário, o trabalho

proposto busca utilizar-se desses conceitos apresentados pelos trabalhos correlatos para desenvolver um jogo de exploração que se utiliza de realidade virtual e ilusão de ótica, no qual o foco é a conscientização ambiental. A contribuição tecnológica desse trabalho está em desenvolver um jogo em realidade virtual utilizando ilusão de ótica. Já como contribuição social, se espera poder disponibilizar um material educacional que ajude as crianças a criarem uma maior conscientização ambiental.

REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

O jogo a ser desenvolvido deverá:

- conter uma história (Requisito Funcional - RF);
- conter música e efeitos sonoros (RF);
- permitir a pausa durante a fase (RF);
- permitir que o usuário possa sair durante a fase (RF);
- conter um menu para ajustar níveis sonoros (RF);
- disponibilizar ao menos 3 fases para o usuário (Requisito Não Funcional – RNF);
- disponibilizar ao menos 15 objetos diferentes (RNF);
- utilizar o motor gráfico Unity (RNF);
- utilizar o software Blender para o desenvolvimento de gráficos (RNF).

3.2 METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

- levantamento bibliográfico: escolher trabalhos correlatos e entender os assuntos relacionados ao desenvolvimento de jogos de exploração que se utilizem de ilusões de ótica ou tratem sobre temas ambientais;
- elicitação de requisitos: reavaliar os requisitos funcionais e não funcionais do jogo após a etapa (a);
- especificação: desenvolver diagramas de classes e diagramas de sequência utilizando a ferramenta Lucidchart para especificar melhor a maneira como o jogo será modelado;
- definição das fases do jogo: definir quantas fases o jogo terá e como elas irão funcionar;
- desenvolvimento da história: definir a história do jogo, caso tenha;
- desenvolvimento dos gráficos: determinar o que será utilizado de gráfico e desenvolvê-los ou buscá-los on-line;
- desenvolvimento de músicas e efeitos sonoros: determinar o que será utilizado de música e efeitos sonoros e desenvolvê-los ou buscá-los on-line;
- implementação: desenvolver o jogo integrando os itens (d), (e), (f) e (g), se baseando no item (b);
- testes de implementação: garantir que o jogo está funcionando conforme o esperado e evitar o máximo de defeitos possíveis;
- testes com usuários: realizar testes com usuários para garantir que o jogo está atendendo os requisitos elicitados.

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados no Quadro 2.

Quadro 2 - Cronograma

etapas / quinzenas	2023									
	fev.		mar.		abr.		maio		jun.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
levantamento bibliográfico										
elicitação de requisitos										
especificação										
definição das fases do jogo										
desenvolvimento da história										
desenvolvimento dos gráficos										
desenvolvimento de música e efeitos sonoros										
implementação										
testes de implementação										
testes com usuários										

Fonte: elaborado pelo autor.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nessa seção serão abordados brevemente os principais assuntos que fundamentarão o estudo a ser realizado: realidade virtual, ilusão de óptica e educação ambiental.

4.1 REALIDADE VIRTUAL

Braga (2001) afirma que várias são as definições sobre a realidade virtual, mas em geral, o termo se refere a uma experiência imersiva e interativa baseada em imagens gráficas 3D geradas em tempo real por computador, ou seja, é uma simulação gerada por computador, de um mundo real ou apenas imaginário. Logo em seguida, Braga (2001) ainda informa que a realidade virtual apareceu com os simuladores de voo da Força Aérea dos Estados Unidos, construídos após a 2ª Guerra Mundial, sendo introduzida posteriormente na indústria do entretenimento.

O termo Realidade Virtual (RV) surgiu nos anos 80 quando Jason Lamier sentiu a necessidade de um termo para diferenciar simulações tradicionais dos mundos digitais que ele tentava criar (BRAGA, 2001). Braga (2001) ainda cita como o avanço tecnológico na área de comunicação e informação ampliou a utilização da realidade virtual, possibilitando que outras áreas do conhecimento também se beneficiassem de sua utilização, desde o puro entretenimento até a saúde e educação.

4.2 ILUSÃO DE ÓPTICA

De acordo com Araújo e Penna (2016), a ilusão de óptica se traduz como um efeito visual criado pelo cérebro que acaba por distorcer a percepção de quem a observa. A sua base é pautada em aspectos psicológicos, sensoriais e imagéticos e sua aplicação é cabível a diferentes meios e dimensões ópticas. As ilusões de óptica são conseguidas não porque nossos sentidos julgam mal, mas justamente porque estes não julgam. A intervenção do cérebro nas avaliações figurativas e de percepção vai muito além das sinapses efetuadas e comandos enviados às demais partes do corpo. Elas referem-se a uma inquietação interna, na qual duvidamos da veracidade formal do mundo o qual conhecemos e de nossas próprias interpretações. Um exemplo de ilusão de ótica pode ser visto na Figura 6.

Figura 6 - Exemplo de ilusão de óptica



Fonte: Santos (2022).

Gregory (1991) categoriza as ilusões de ótica em três classes: físicas, psicológicas e cognitivas. Além disso, o autor também indica quatro tipos de ilusão de ótica: ambiguidades, distorções, paradoxos e ficções. O Quadro 3 apresenta exemplos de ilusões de ótica para cada tipo e classe.

Quadro 3: Classificações de ilusões de óptica

	Física	Psicológica	Cognitiva
Ambiguidades	Sobras da névoa	Tamanho – tamanho para um olho estacionário Real – movimento aparente	Tamanho – tamanho para um olho estacionário Real – movimento aparente
Distorções	(de espaço) Galho na água (de velocidade) Estroboscópio (de cor) Filtros, refração, difração, espalhamento	(de espaço) Galho na água (de velocidade) Estroboscópio (de cor) Filtros, refração, difração, espalhamento	Ponzo Poggendorff Orbison Hering Müller-Lyer Figuras de Zöllner
Paradoxos	Espelhos (ver a si mesmo no lugar errado, duplicado)	Quando os canais visuais discordam Efeito posterior do movimento: movimento ainda não mudando de posição ou tamanho	Objetos impossíveis de Penrose Imagens de Escher
Ficções	Arco-íris Padrão moiré	Pós-imagens Efeito autocinético Padrões de migraine	Triângulo de Kaniza Preenchimento de ponto cego e escotoma

Fonte: Gregory (1991).

4.3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Tentar definir educação ambiental faz com que deparemos com definições diversas, mas que possuem como objetivo em comum definir a relação homem natureza de modo a contemplar todos os caminhos que conduzam a uma conscientização do homem da necessidade de autopreservação (DIAS A.; DIAS M., 2017). Os autores Dias A. e Dias M. (2017) citam ainda como o Conselho Nacional do Meio Ambiente definiu a educação ambiental: um processo de formação e informação orientado para o desenvolvimento da consciência crítica sobre as questões ambientais, e de atividades que levem à participação das comunidades na preservação do equilíbrio ambiental.

Cuba (2010), por sua vez, afirma que o crescimento e a difusão da educação ambiental são extremamente importantes para podermos das condições melhores de vida às futuras gerações. O autor ainda propõe que a educação ambiental deixe de ser um tema transversal e passe a ser uma disciplina separada, para dar uma importância maior ao tema e ter assim mais tempo para trabalhar com a conscientização das pessoas desde jovens, já que, de acordo com o autor, caso o assunto continuar sendo tratado como tema transversal, acabará sempre como fator secundário no cenário educacional.

Cuba (2010) ainda comenta sobre como a necessidade de conservação e defesa do meio ambiente é um tema iminente, e, portanto, não há outro caminho se não aquele no qual os indivíduos precisam ser conscientizados. Para manter essa conscientização para gerações futuras e o autor considera vital o trabalho de educação ambiental tanto dentro quanto fora da escola, citando por exemplo projetos que envolvam os alunos em sala de aula, tornando-os multiplicadores de atitudes sustentáveis, do ponto de vista ambiental.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Maria Clara Ribeiro. PENNA, Mara Galupo de Paula. Ilusão de óptica: usabilidade no design de ambientes. In: 12º P&D 2016. **Anais ...** Belo Horizonte: Bluncher, 2016. p. 4886-4897.
- BRAGA, Mariluci. **Realidade virtual e educação**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, vol. 1, nº 1, p.1 – 8, 2001. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/500/50010104.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2022.
- CARVALHO, José. et al. **Mudanças climáticas e aquecimento global: implicações na gestão estratégica de empresas do setor siderúrgico de Minas Gerais**. SciELO, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cebape/a/TQyvntvs8xJNTBTv4vqTsgp/?lang=pt#:~:text=O%20termo%20aquecimento%20global%2C%20para,1%C3%ADquida>. Acesso em: 27 nov. 2022.
- CUBA, Marcos Antonio. Educação Ambiental nas escolas. **Revista de Educação, Cultura e Comunicação**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 23-31, jul./dez. 2010. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1nScZyh2Rawfzx-j2NgF_I30ILHf2KKol/view. Acesso em: 27 nov. 2022.

DIAS, Antônio Augusto Souza. DIAS, Marialice Antão de Oliveira. Educação ambiente: a agricultura como modo de sustentabilidade para a pequena propriedade rural. **Revista de Direitos Difusos**, São Paulo, v. 68 n.2, p. 161-178, dez. 2017. Disponível em: <http://ibap.emnuvens.com.br/rdd/article/view/29/17>. Acesso em: 03 dez. 2022.

GREGORY, Richard L. Putting Illusions in their Place. *Perception*, [s.l.], v. 20, n. 1, p.1-4, fev. 1991. SAGE Publications.

MOREIRA, Aline Thayna Ribeiro. *et al.* O impacto da ação antrópica no meio ambiente: aquecimento global. **Revista Educação em Foco**, São Paulo, v. 1, n. 14, p. 22-27, 2022. Disponível em: <https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2022/06/O-IMPACTO-DA-A%C3%87%C3%83O-ANTR%C3%93PICA-NO-MEIO-AMBIENTE-AQUECIMENTO-GLOBAL-p%C3%A1g-22-a-27.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2022.

NIENOW, Matheus N.. **Cidadaniaar – jogo de puzzle utilizando realidade aumentada com ilusão de ótica**. 2019. 24f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau. Disponível em: https://www.furb.br/dsc/arquivos/tccs/monografias/2019_2_matheus-navarro-nienow_monografia.pdf. Acesso em: 01 dez. 2022.

SANTOS, Marco Aurélio da Silva. **Ilusão de óptica**. [2022?]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/ilusao-optica.htm>. Acesso em: 27 dez. 2022.

SILVA, Aparecida Francisco da. KODAMA, Helia Matiko Yano. **Jogos no ensino da matemática**. 2004. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/MATEMATICA/Artigo_Matiko.pdf. Acesso em: 27 nov. 2022

SKELETON BUSINESS. **Vignettes**. 2017. Disponível em: <https://vignettesga.me/>. Acesso em: 18 set. 2022.

UNITY. **Introduction to the Game's Art - Vignettes: Developer Interview (1/3)**. Youtube, 24 ago. 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9aKJA6HZFP4>. Acesso em: 18 set. 2022

USTWO GAMES. **Monument Valley**. 2014. Disponível em: <https://www.monumentvalleygame.com/>. Acesso em: 28 set. 2022.