

Cores e Formas: Um software educacional em Realidade Aumentada

Colors and Shapes: Educational Software in Augmented Reality

Colores y formas: Un software educativo en Realidad aumentada

Gisele Severo Maciel (severogisiele@gmail.com)
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil
<https://orcid.org/0009-0001-9523-9561>

Simone Regina Ceolin (sceolin@redes.ufsm.br)
Universidade Federal de Santa Maria (CTISM/UFSM), Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-3750-2007>

Osmar Marchi dos Santos (osmar.marchi@ufsm.br)
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil
<https://orcid.org/0009-0001-8988-7941>

Andrei Piccinini Legg (andrei.legg@ufsm.br)
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil
<https://orcid.org/0000-0001-5789-9350>

Resumo

A Realidade Aumentada (RA) proporciona técnicas inovadoras e prazerosas de interação. Quando unida ao aprendizado permite uma ludicidade que favorece e estimula a atenção e o interesse das crianças. Este trabalho apresenta o desenvolvimento do software Cores e Formas utilizado para a descoberta de cores e formas geométricas por crianças entre três e seis anos de idade. Para tanto, aplicou-se os conhecimentos de Interação Humano-Computador e Design para nortear esta pesquisa e especificar diretrizes importantes para a realização eficaz da atividade com RA, computador de mesa, câmera e marcadores no ambiente educacional. Foram realizados testes práticos com os usuários e aplicado um questionário para a avaliação da interação das crianças e dos tutores. Como resultado, obtiveram-se a construção do software Cores e Formas e a elaboração dos fundamentos que orientam o uso da atividade em ambiente escolar, propondo um aprendizado efetivo e divertido.

Palavras-chave: Interação Humano-Computador; Crianças; Ludicidade.

Abstract

Augmented Reality (AR) provides innovative and enjoyable interaction techniques. When combined with learning, it enables a playful experience that enhances and stimulates children's attention and interest. This work presents the development of the

Cores e Formas software, designed for children aged three to six to explore colors and geometric shapes. To achieve this, principles of Human-Computer Interaction and Design were applied to guide the research and establish essential guidelines for effectively conducting the activity with AR, a desktop computer, a camera, and markers in an educational environment. Practical user tests were conducted, and a questionnaire was applied to assess the interaction of both children and tutors. As a result, the Cores e Formas software was developed, along with the foundation for guiding the use of the activity in school environments, promoting effective and enjoyable learning.

Keywords: Human-Computer Interaction; Children; Playfulness.

Resumen

La Realidad Aumentada (RA) proporciona técnicas innovadoras y placenteras de interacción. Cuando se combina con el aprendizaje, permite una ludicidad que favorece y estimula la atención y el interés de los niños. Este trabajo presenta el desarrollo del software Colores y Formas utilizado para el descubrimiento de colores y formas geométricas por niños entre tres y seis años de edad. Para ello, se aplicaron los conocimientos de Interacción Humano-Computador y Diseño para guiar esta investigación y especificar directrices importantes para la realización eficaz de la actividad con RA, computadora de escritorio, cámara y marcadores en el entorno educativo. Se realizaron pruebas prácticas con los usuarios y se aplicó un cuestionario para evaluar la interacción de los niños y los tutores. Como resultado, se obtuvo la construcción del software Colores y Formas y la elaboración de los fundamentos que orientan el uso de la actividad en el entorno escolar, proponiendo un aprendizaje efectivo y divertido.

Palabras clave: Interacción Humano-Computadora, Niños, Ludicidad.

INTRODUÇÃO

O uso das tecnologias para fornecer conhecimento às pessoas alcançou um nível de propagação que a cada dia novos usuários, com diferentes exigências entram em contato com o mundo tecnológico. As tecnologias de informação e comunicação (TICs) encontram-se neste cenário, segundo Barbosa e Silva (2011) em que se desenvolvem em ritmo acelerado, e cada vez mais participam da vida das pessoas. Na educação, Santos et al. (2016) afirma que as TICs têm sido cada vez mais utilizadas e são capazes de expressar representações da realidade ou da imaginação.

Segundo Tori (2010), as tecnologias podem trazer benefícios à educação, especialmente pela necessidade de a escola refletir a realidade cultural dos alunos. As crianças de hoje estão cercadas de estímulos que as fascinam, com meios de comunicação

que oferecem informações mais rápidas e envolventes do que a própria escola, o que gera desmotivação e desinteresse pelas aulas (Silveira; Silva, 2023). Assim, torna-se relevante discutir e implementar tecnologias interativas no ensino. Tori (2010) também afirma que as Tecnologias Digitais (TD) têm se difundido em várias áreas, incluindo a Realidade Aumentada (RA), que pode ser aplicada na educação e em diversos campos do conhecimento, conforme apontado por Tori e Hounsell (2018).

Destaca-se a RA, em que a informação digital parece se integrar ao ambiente físico, ao menos na percepção do usuário (Schmalstieg; Hollerer, 2016), utilizando objetos virtuais 3D como ferramentas para melhorar a interação e a compreensão dos usuários sobre o espaço ao seu redor. Ao unir a tecnologia de RA com a educação, diversos autores, como Ferreira e Zorzal (2018), Herpich *et al.* (2017), Denardin e Manzado (2017) e Oliveira, Barbosa e Grossi (2019), discutem essa integração em diferentes áreas educacionais. Seus estudos mostram a experiência de uso da RA em ambientes de aprendizado, como o ensino do sistema solar, geografia, sólidos geométricos e física, além de analisar o comportamento, bem como o processo de aprendizagem dos alunos.

As tecnologias podem atuar como um recurso para promover a ludicidade no ensino, tornando o processo mais dinâmico e atraente para as crianças. Krause *et al.* (2018) destacam que o desenvolvimento das habilidades cognitivas nas fases iniciais pode ser potencializado com o uso de multimídias, permitindo uma maior interação social. O software, nesse contexto, funciona como uma ferramenta interativa que desperta o interesse das crianças. Esse aspecto atrativo, tanto social quanto emocional, contribui para o desenvolvimento de habilidades e para a consolidação do conhecimento.

Oliveira *et al.* (2019) desenvolveu um jogo denominado “Dominó Geométrico” para o ensino dos sólidos geométricos, e a pesquisa teve como objetivo verificar a receptividade dos estudantes quanto ao uso da RA, além de explorar as potencialidades do jogo. A atividade foi implementada durante um evento relacionado às Olimpíadas de Matemática das Escolas Públicas e Privadas (OBMEP), e os dados foram coletados por meio de questionários com questões abertas e do tipo Likert (Oliveira *et al.*, 2019). Os participantes foram, em sua maioria, alunos do Ensino Fundamental e Ensino Médio. O jogo utiliza marcadores específicos e o aplicativo Augmented Polyhedrons para a

visualização dos sólidos, sendo necessário o uso de um smartphone ou tablet com sistema Android (Oliveira *et al.*, 2019). A análise dos resultados indicou que, apesar dos estudantes estarem familiarizados com jogos, softwares e RA, o uso dessas tecnologias no ensino de geometria ainda não é uma prática comum em sala de aula. No entanto, o “Dominó Geométrico” aliado à RA auxiliou no reconhecimento dos nomes e formas dos sólidos geométricos, contribuindo significativamente para o processo de ensino-aprendizagem, além de despertar o interesse dos alunos, que o consideraram divertido e envolvente (Oliveira *et al.*, 2019).

Queiroz *et al.* (2023) apresentou o desenvolvimento e avaliação de uma aplicação em RA, direcionada ao ensino de Química para alunos do Ensino Médio. O uso da RA permite desenvolver materiais didáticos que auxiliem no processo de ensino e aprendizagem, transformando conceitos abstratos apresentados em livros com imagens 3D. Para desenvolver o material didático de ensino em Química utilizando RA foi realizado um estudo exploratório para identificar as dificuldades dos discentes em relação às aulas de Química. Partindo dos dados coletados, o foco do trabalho foi a criação de uma ferramenta complementar ao ensino de Química, que possibilitasse a melhor compreensão dos elementos químicos, modelos atômicos e ligações químicas. O desenvolvimento do material foi realizado baseado no exemplo SimpleVRML do ARToolKit, buscando uma forma simples de desenvolvimento e que pudesse ser utilizado nas escolas públicas de Ensino Médio.

O SimpleVRML é um exemplo utilizado no ARToolKit, uma biblioteca de código aberto amplamente conhecida no campo da RA. O ARToolKit permite o desenvolvimento de aplicativos de RA que podem detectar e rastrear objetos no mundo real para sobrepor informações digitais, como imagens 3D, vídeos ou animações (Billinghurst *et al.*, 2015). O SimpleVRML é um dos exemplos que ilustra como o ARToolKit pode ser usado para carregar e visualizar modelos 3D em formato Virtual Reality Modeling Language (VRML). Esse formato é utilizado para representar gráficos 3D interativos e, em conjunto com o ARToolKit, permite a criação de aplicações de RA que exibem objetos 3D em um espaço real capturado por uma câmera (Billinghurst *et al.*, 2015).

Foram desenvolvidos marcadores, objetos 3D relativos ao tema e uma interface específica que une as informações e as aplicações de RA. O ambiente de aplicação era câmera (foi usado notebook), marcadores, mesa e cadeira (ambiente escolar). Após o uso do recurso didático, foi aplicado um questionário para medir o grau de aceitabilidade relativo ao ensino de Química e ao uso da tecnologia. Por meio da utilização de RA no ensino de Química foi possível apresentar detalhes antes apenas estudados de forma abstrata, imagens e livros didáticos.

Braga (2012) explorou o desenvolvimento de diretrizes de design de interação da Realidade Aumentada (RA), considerando as características específicas da aprendizagem colaborativa online. O foco central da pesquisa foi investigar como um Objeto de Aprendizagem (OA), criado utilizando RA, poderia ser utilizado de forma eficaz em ambientes de E-Learning, na qual refere-se ao aprendizado eletrônico, onde o ensino é mediado por tecnologias digitais, geralmente por meio da internet, permitindo que os estudantes acessem conteúdos e participem de atividades educacionais remotamente, sem a necessidade de um espaço físico compartilhado (Clark; Mayer, 2016). Esse objeto de aprendizagem seria executado em computadores desktop e precisaria atender a certos requisitos de hardware e software, com atenção especial às interações do usuário no que diz respeito à percepção visual e tátil. Esses aspectos são essenciais para proporcionar uma experiência educativa envolvente e intuitiva, garantindo que os alunos interajam com o conteúdo de forma fluida e significativa.

A sistematização e análise dos resultados da pesquisa permitiram a Braga definir diretrizes específicas para o design de interação em ambientes de RA. Essas diretrizes foram organizadas hierarquicamente em níveis globais, locais e sub locais, e são aplicáveis a projetos de E-Learning. Para a criação desses projetos, os papéis de designers gráficos que são responsáveis por criar a identidade visual e a comunicação visual de materiais educativos, trabalhando com elementos como cores, tipografia, layout e imagens, com o objetivo de garantir uma apresentação visual atraente e coerente (Lidwell; Holden; Butler, 2010), os web designers projetam e desenvolvem interfaces de websites, criando uma navegação fácil e intuitiva, que permita ao usuário acessar o conteúdo educacional de forma eficaz. Eles também garantem a responsividade do site, ou seja, que

ele funcione bem em diferentes dispositivos (Krug, 2014). e os designers de mídia atuam na criação de conteúdos audiovisuais e multimídia, como vídeos, animações e gráficos interativos, que complementam o material educativo e facilitam a compreensão de conceitos complexos. Eles trabalham para criar experiências de aprendizado envolventes e interativas (Brown, 2017).

Essas diretrizes servem como um guia para designers gráficos, web designers e designers de mídia na criação de materiais educativos interativos que otimizem a experiência de aprendizagem colaborativa online. Além de orientar a construção de interfaces adequadas, essas diretrizes garantem que o conteúdo educativo seja acessível e eficiente.

Por fim, as diretrizes elaboradas forneceram um caminho claro para a análise e o desenvolvimento de futuras pesquisas, ajudando a situar as interações dos usuários no ambiente de aprendizagem. Isso assegura que as atividades de RA sejam executadas de maneira eficaz, levando em consideração as necessidades e limitações dos usuários em um contexto educacional online.

Os trabalhos correlatos retratam a RA sob a perspectiva de sua aplicação na educação, seja em jogos educativos voltados aos sólidos geométricos (Oliveira; Barbosa; Grossi, 2019), utilizando a RA para contribuir nos processos de ensino-aprendizagem. Da mesma forma, no ensino de química em sala de aula, observa-se a dificuldade relatada pelos alunos em assimilar a matéria, e como a RA auxiliou, despertando o interesse dos estudantes do Ensino Médio (Queiroz; Oliveira; Rezende, 2015). Além disso, há o trabalho que apresenta diretrizes para o design de interação da RA, com foco na aprendizagem colaborativa online (Braga, 2012). A abordagem de cada estudo possui uma linha tênue de correspondência teórica, evidenciando que a RA oferece uma ampla variedade de possibilidades e aplicações

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um software para crianças de três a seis anos, visando um aprendizado lúdico e cognitivo por meio do reconhecimento de cores e formas geométricas, utilizando a Realidade Aumentada (RA) como tecnologia e estratégia de ensino. Para isso, foram consideradas diretrizes baseadas em ergonomia e usabilidade, garantindo um ambiente ideal. Além disso, o software foi desenvolvido com

foco na aplicação dos preceitos de design de interação e design de interface, proporcionando uma experiência eficiente e intuitiva para as crianças, favorecendo o aprendizado e a compreensão.

MÉTRICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

Nesta seção serão apresentados os estudos que orientam os conhecimentos específicos necessários para a criação e implementação do software, bem como o desenvolvimento das diretrizes para o ambiente ideal de utilização, que visa fornecer suporte no aprendizado das crianças.

Realidade Aumentada (RA)

A RA consiste em uma técnica que possibilita a sobreposição de elementos virtuais em um ambiente real de forma coesa e significativa (Chen *et al.*, 2017). Uma experiência visual ao usuário, baseado em informação digital projetada a partir do mundo real (Giraffa, 2021), causando curiosidade nos alunos, segundo Gomes (2015), os levando a uma maior interação com o conteúdo trabalhado, sendo para o aluno uma experiência inovadora, motivando-o de maneira lúdica.

O sistema de vídeo baseado em monitor, uma das maneiras de apresentar a RA, usa uma webcam para capturar a cena atual. Uma vez capturada, a cena atual é misturada com objetos virtuais gerados por computador e apresentada num monitor convencional (Azuma; Billinghurst, 2011). O computador pode visualizar e analisar a figura impressa no marcador, identificando-a e descobrindo sua posição e inclinação no espaço (Kirneer *et al.*, 2012).

O processo de geração de um objeto virtual acontece através do reconhecimento de símbolos utilizados nos marcadores (Cardoso *et al.*, 2014). Estes marcadores são previamente reportados no sistema RA que, quando impresso e fisicamente inserido na frente da câmera, permitirá a comunicação com o software responsável por apresentar imagens em 3 dimensões (3D ou tridimensional) e/ou 2 dimensões (2D, bidimensional) ao usuário. Na Educação, a RA tem grande potencial na construção de conhecimentos e a relação de compreensão pelo aluno por projetar elementos digitais que acabam por

facilitar essa aproximação com o conceito em questão (Giraffa, 2021). Uma das principais vantagens da utilização de técnicas de RA para fins educacionais é a motivação dos estudantes, baseada na experiência de primeira pessoa que é vivenciada pelos mesmos (Abreu, 2016).

Interação Humano-Computador

A Interação Humano-Computador (IHC) é definida como atributo de qualidade e está relacionada à facilidade de uso de algo. Alguns dos fatores para desenvolver um software de qualidade, usável, seguro e interativo, são:

(1) Ergonomia: o papel fundamental da ergonomia, segundo Iida (2006) é a adaptação do trabalho ao homem, e para tanto, estuda também a relação de equipamento e ambiente. Para o bom funcionamento de uma atividade em RA aplicada às crianças com um cunho educativo, alguns critérios de ergonomia são importantes. Tratando-se de crianças sentadas em um ambiente escolar, ou em casa, o conforto dos usuários e a aptidão positiva sobre o aprendizado proposto pela atividade são essenciais em quesitos de ergonomia cognitiva, antropometria, fadiga visual e muscular. E nas crianças, essas experiências são combinadas e influenciam as outras áreas principais de crescimento. Os problemas ergonômicos mais frequentes relacionados à percepção são a não compreensão da informação, o contraste figura-fundo, no dimensionamento dos estímulos sonoros e nas qualidades táteis de superfícies (Gomes, 2015). Em relação à antropometria, as dimensões das mesas, cadeiras e outros objetos utilizados devem propiciar um ajuste do posto e não de usuário (Wachowicz, 2013);

(2) Design de Interface: dentro de um sistema, a interface compreende todas as partes necessárias com as quais as pessoas entram em contato (Benyon, 2011). Fisicamente, esse contato ocorre por meio do hardware e software usados durante a interação. Como o mouse, a câmera e os monitores. A interface deve representar todas as possibilidades de interação a que o usuário terá acesso, especialmente quais as interações o usuário poderá escolher por conta própria ou quais serão obrigados a seguir, para que sua experiência com a interface seja concluída (Kulpa *et al.*, 2011). Segundo Silveira (2021) a interface é baseada em estudos de design, ciências da computação, psicologia,

ergonomia, para permitir ao usuário uma facilidade e rapidez na experiência de interagir com a tecnologia. E com a evolução, surge o termo User Experience (UX), em que as ferramentas são desenvolvidas com foco na experiência do cliente, levando em consideração o lado emocional do usuário e experiências excepcionais (Pinheiro, 2016);

(3) Usabilidade: A essência da usabilidade é o acordo entre interface, usuário, tarefa e ambiente (Benyon, 2011). A Organização Internacional de Padronização (ISO), através da ISO 9241, define usabilidade como a capacidade de um sistema interativo de oferecer a seus usuários, em um determinado contexto de operação, a execução de tarefas de maneira eficiente, eficaz e agradável (Cybis et al., 2017). Para que o software seja considerado com boa usabilidade, ele deve apresentar uma interface agradável, satisfazer subjetivamente o usuário, mas também atender aos requisitos de eficiência, facilidade de aprendizado, memorização, baixa taxa de erros e ser acessível (Rosa, 2012).

SOFTWARE: CORES E FORMAS

Cores e Formas é um software educacional desenvolvido para crianças entre três a seis anos de idade para auxiliar no reconhecimento e na descoberta das cores e formas geométricas. O software conta com instruções visuais simples e claras do processo a ser seguido pelo tutor, responsável por questionar, instigar e ensinar o conteúdo às crianças. Ao ser utilizado em ambiente escolar, composto por computador de mesa, câmera e marcador, um protótipo foi sugerido como estrutura para compor o ambiente ideal ao público-alvo, com suporte para a câmera, iluminação direcionada e clara, em conjunto com a luz natural. Para a criação da atividade, foram escolhidas seis cores (cores primárias e secundárias) para cinco formas geométricas associadas em 2D e 3D, que são as peças fundamentais do exercício, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Cores e formas geométricas para aprendizado.

Cores	Formas Geométricas	
	2D	3D
Vermelho	Círculo	Esfera
Azul	Triângulo	Pirâmide
Amarelo	Quadrado	Cubo

DOI: 10.36661/2595-4520.2025v8n1.13955

Laranja	Losango	Octaedro
Verde	Pentágono	Dodecaedro
Roxo		

Fonte: Autores, 2024.

A associação 2D e 3D foi feita em relação ao sólido geométrico mostrado no marcador, em que um triângulo é a figura 2D, e a pirâmide é a figura 3D. Assim como o quadrado é o 2D, o Cubo 3D, e assim sucessivamente. O intuito da atividade é instigar as crianças sobre o conhecimento efetivo das cores e das formas geométricas. Cada etapa de aprendizado está descrita na Tabela 2.

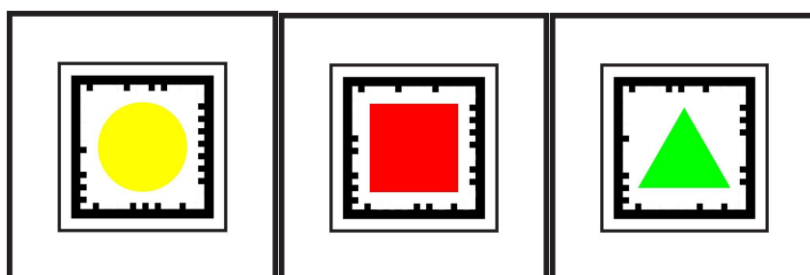
Tabela 2 – Etapas de aprendizado das cores e formas geométricas.

1º CORES	2º FORMAS GEOMÉTRICAS
<ul style="list-style-type: none"> •Reconhecimento da cor: aprendizado sobre o nome da cor, a percepção visual da criança e a associação do tom; •Pode-se ouvir o nome da cor, através de um ícone aplicado na interface; •Relação com outros objetos: lembrança da aplicação da cor em outros objetos e formas. 	<ul style="list-style-type: none"> •Reconhecimento das formas geométricas: aprendizado sobre o nome das formas, em 2D no marcador e 3D no monitor, com giro 360° para a visualização da forma; •Pode-se ouvir o nome das formas, através dos ícones aplicados na interface; •Relação com outros objetos: lembrança de outros objetos com as mesmas formas.

Fonte: Autores, 2024.

Totalizam-se trinta marcadores, já que para cada forma geométrica (cinco formas) há o emprego das seis cores propostas. Os marcadores contam com uma borda preta que delimita até onde o dedo da criança pode chegar sem prejudicar o escaneamento da atividade, em relação ao procedimento entre a câmera e o marcador.

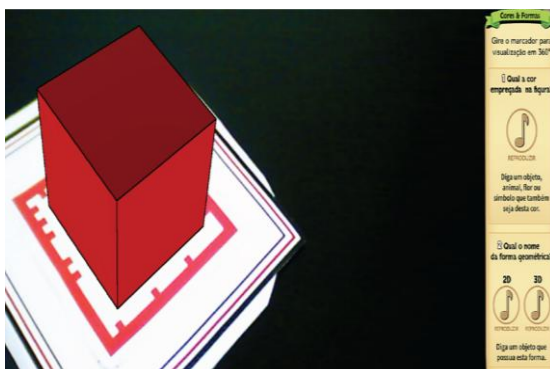
A Figura 1, mostra três marcadores como exemplos, que possuem as formas geométricas em 2D ilustradas e as cores empregadas em cada uma delas.



Fonte: Autores, 2024.

Figura 1 – Exemplo de marcadores da atividade em RA

A interface é o meio de interação entre usuário, atividade e tutor, essencial para o progresso da aprendizagem da criança. Então, a simplicidade foi evidenciada, guiada pelas teorias estudadas anteriormente. Uma única tela é a proposta, de forma que a área de observação das cores e formas em RA ocupa o máximo de espaço possível, para uma boa e coerente visualização. A Figura 2 mostra a interface do software Cores e Formas.



Fonte: Autores, 2024.

Figura 2 – Interface do software Cores e Formas

Um espaço na lateral direita (Figura 3) foi reservado para as questões guias, sobre o tema da atividade, assim como os ícones de respostas sonoras, ferramenta que complementa o aprendizado e está dentro dos aspectos de acessibilidade.

Um menu aéreo também pode ser acionado, que apresenta as opções Arquivo e Ajuda. Em Arquivo, há a opção “Sair”, a qual permite que o usuário encerre a atividade. No menu Ajuda, foram empregados os submenus: Tutorial, Orientações e Sobre. Além disso, outros preceitos são importantes para ser citados: (I) Protótipo: Objeto a ser colocado em cima da mesa que sustenta a câmera e tem a capacidade de englobar o monitor e o marcador. Utilizou-se cano PVC para construção da carcaça do protótipo para dar forma ao objeto. As dimensões são: 800x700x500mm. Sombras, ruídos e uma má iluminação interferem no rastreamento do código, e podem prejudicar a eficiência da atividade. Por isso, a criação do protótipo como meio de fornecer a iluminação favorável à atividade e minimizar os erros que possam prejudicar o funcionamento da atividade; (II) Desenvolvimento da interface: A implementação do software foi realizada utilizando o UnityGame Engine e VuforiaSDK e (III) Marcador: A escolha do marcador deu-se por testes de manuseio com as crianças, abordando diferentes formatos, tamanhos e

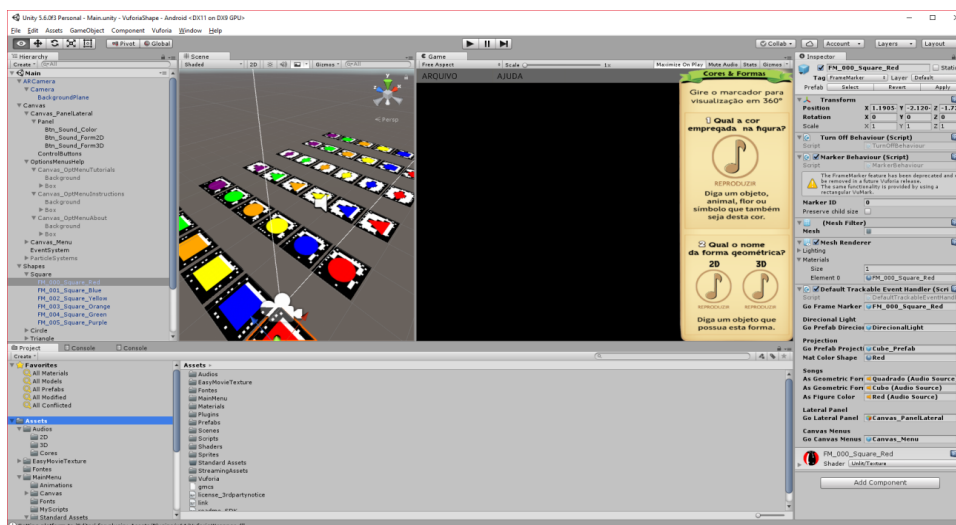
características. Após a análise dos dados, chegou-se ao resultado do marcador o qual possui 24x24cm, uma linha preta central em negrito que intuitivamente mostra até onde as mãos das crianças podem chegar, sem prejudicar o rastreamento entre a câmera e o marcador. A coleta de dados ocorreu nos dias 16 e 21 de novembro de 2017, no Colégio Franciscano Sant'Anna, na cidade de Santa Maria, no Rio Grande do Sul.



Fonte: Autores, 2024.

Figura 3 – Foco na interface lateral de direcionamento

A Figura 4 mostra o processo da construção da interface e a ligação com os marcadores e os códigos de cada cor e forma geométrica.



Fonte: Autores, 2024.

Figura 4 – Desenvolvimento do Software

O Termo de Consentimento, para uso do software durante os testes, foi entregue antecipadamente aos responsáveis pelas crianças (seus pais) da faixa etária estabelecida. Com a devida autorização, os testes puderam ser realizados (Figura 5), com o total de doze crianças e dois tutores utilizando e interagindo com o software, nas dependências da biblioteca do Edifício II, no Colégio Franciscano Sant'Anna.

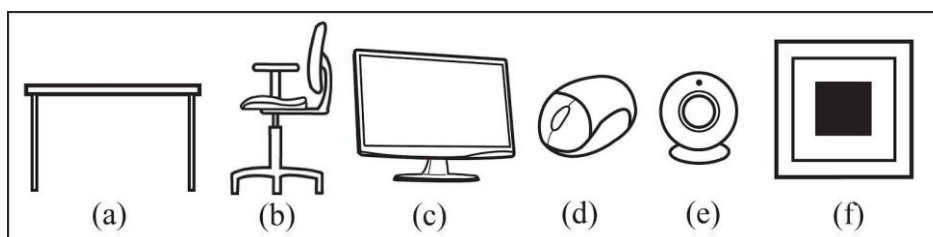


Fonte: Autores, 2024.

Figura 5 – Uso do software Cores e Formas pelas crianças.

DIRETRIZES PARA O AMBIENTE IDEAL EM RA

As diretrizes são propostas para a aplicação da RA em atividades educacionais e o uso de computadores de mesa. Algumas orientações para um melhor desempenho da criança em relação à experiência de aprendizado com o software são necessárias, em virtude de o ambiente geral ser composto por mesa, cadeira, monitor, mouse, câmera e marcador. Essas diretrizes nortearam a proposta, criação e aplicação do software Cores e Formas. A Figura 6 mostra os componentes.



Fonte: Autores, 2024.

Figura 6 – (a) Mesa; (b) Cadeira; (c) Monitor; (d) Mouse; (e) Câmera e (f) Marcador

As diretrizes propostas neste trabalho são:

Diretriz 1: Determinar boa postura na posição sentada: altura do assento ajustável com a altura do usuário; manter a cadeira perto da bancada; parte inferior das costas apoiada; antebraço e punho em ângulo reto com o braço; encosto de braço na altura do cotovelo e da mesa; punho sem dobrar; ombros relaxados; mouse em frente ao usuário. Os assentos com rodízios propiciam maior estabilidade e facilitam a movimentação do usuário, bem como as regulagens de apoio de braços, encostos e de altura do assento, que permitem maior segurança e conforto (Gomes, 2015). A recomendação ergonômica é tratada sobre alinhamento, postura e ângulos.

Diretriz 2: Preparar a altura correta e a distância favorável da tela do computador em relação ao usuário: topo da tela no nível ou pouco abaixo dos olhos, a uma distância entre 0,4m a 0,6m. O usuário deve ser capaz de mover a cabeça para baixo, viabilizando movimentos confortáveis. O movimento de olhar entre 15° acima e abaixo da linha média de visão ainda é confortável (Kroemer; Grandjean, 2005). Isto significa que as tarefas visuais devem ocorrer em um cone de 30° em torno da linha principal de visão. Assim como a tela do computador deve ser regulável para ajustes e estar posicionada de acordo com a ABNT (NBR 9050) a uma distância do usuário entre 0,4m e 0,6m (Iida, 2006), conforme a Figura 7.



Fonte: Autores, 2024.

Figura 7 – Proporção de alinhamento e distância do usuário em relação à bancada.

Diretriz 3: Dispor os componentes em áreas de alcances ótimos e máximos na mesa: marcadores e mouse mais próximos do corpo. A área de alcance ótimo sobre a mesa compreende a distância entre o cotovelo e a mão (Iida, 2006).

Diretriz 4: Garantir uma iluminação geral favorável à atividade: sempre que possível, aproveitar a luz natural (Wachowicz, 2013). No geral, apresenta uma iluminação uniforme, distribuída e difusa. A distribuição da luz no espaço deve ser tal que as diferenças excessivas de luz e sombra sejam evitadas, pois podem dificultar a percepção visual adequada (NR 17).

Diretriz 5: Vedar a utilização de papel brilhante nos marcadores: utilizar papel fosco, para auxiliar no rastreamento da atividade. Segundo a Norma Regulamentadora NR 17, sempre que possível, é vedada a utilização de papel brilhante ou qualquer outro tipo que provoque ofuscamento.

Diretriz 6: Apresentar os marcadores com os princípios do Affordance: criar a composição das imagens de forma que a criança entenda até onde os dedos podem tocar, para que as mãos não atrapalhem a leitura da informação. Propor uma linha preta, grossa que seja como um limitador. O termo Affordance, abordado por Benyon (2011), refere-se a importantes guias para o usuário sobre o que o sistema é capaz de fazer e como ele pode manipular a interface para fazê-lo. É o que as pessoas esperam ver, familiarizadas com o padrão, como um menu no alto da página.

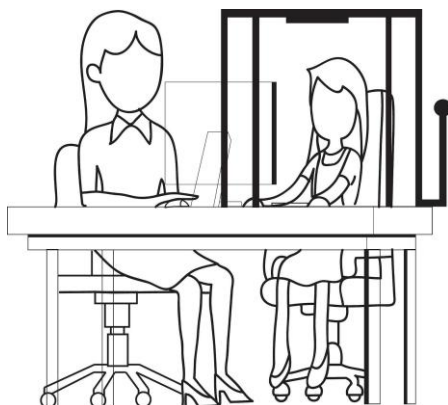
Diretriz 7: Proporcionar pausas nas atividades para não ocasionar fadiga visual ou física: promover atividades que o processo encerre e reinicie, tornando dividido o tempo de interação, relaxamento e atenção do usuário. Apresentar mais de um marcador. O estresse e ansiedade podem ser a causa e o efeito da fadiga, e as crianças são afetadas de várias maneiras: dificuldade de concentração e atenção ao longo do tempo; prejudica a aprendizagem de novas informações; encurta a paciência e aumenta a irritabilidade (Reis, 2021). A fadiga muscular pode ser reduzida distribuindo o tempo de descanso durante as atividades. Portanto, paradas curtas e frequentes são mais apropriadas do que uma única parada longa e, assim, diminuem as chances de ter uma tarefa monótona (Wachowicz, 2013).

Diretriz 8: Oferecer um espaço grande para a visualização da RA e um espaço para os elementos textuais e icônicos: evidenciar as informações visuais e homogeneizá-las. Reduzir os dados ao necessário e direcionar ao usuário e a atividade, compreende o chunking, um processo de agrupar informações em unidades maiores e mais significativas, minimizando a demanda de memória nas atividades. Dance (2016) completa que, o chunking proporciona um número menor de itens e conceitos para absorver, e isso significa mais foco para os usuários, e mais absorção e compreensão do conteúdo.

Diretriz 9: Utilizar os princípios da Gestalt como uma orientação para a construção da interface, marcadores simétricos para que os destros e canhotos possam manipular de modo confortável: lateralidade. As leis da Gestalt são princípios que geralmente são significativos para o processo de design (Weber, 2010). São elas: proximidade, continuidade, simetria, similaridade, destino comum e fechamento (Benyon, 2011).

Diretriz 10: Praticar os cinco sentidos dos seres humanos: permitir a redução da sobrecarga sensorial com o uso dos outros sentidos. O design ergonômico correto evita sobrecargas mentais, incluindo a perda ou a falsa interpretação de sinais, e facilita ações corretas e rápidas (Corrêa; Boletti, 2015). A carga visual deve ser distribuída, diminuindo a quantidade de informação necessária na tela, e também reduzindo a demanda visual, através da redistribuição da carga de processamento para os outros sentidos (Benyon, 2011).

Como proposta de um ambiente para ilustrar a aplicabilidade das diretrizes, estabeleceu-se o software Cores e Formas, um universo de aprendizagem das cores e das formas geométricas utilizando a RA, para crianças de três a seis anos de idade. A Figura 8 expõe o ambiente geral da atividade lúdica, em que mostra o usuário e os componentes importantes para o processo.



Fonte: Autores, 2024.




Figura 8 – Ambiente ideal para a atividade Cores e Formas.

RESULTADOS

A metodologia utilizada para validar os resultados, consistiu num questionário que foi aplicado como instrumento de avaliação com questões geradas a partir da Escala Likert, referentes ao uso do software. Doze crianças entre três e seis anos de idade e três tutores responderam os questionamentos sobre o contato que tiveram com a experiência de aprendizagem em RA.

A Tabela 3 mostra alguns dos resultados obtidos. Foram realizadas perguntas específicas para as crianças e para os tutores, a fim de especificar a percepção de cada usuário.

Tabela 3 – Resultados parciais do questionário.

Questões	 Concordo	 Nem concordo Nem discordo	 Discordo
1.	92,3%	0%	7,7%
2.	100%	0%	0%
3.	92,3%	0%	7,7%
4.	100%	0%	0%
5.	100%	0%	0%
6.	100%	0%	0%
7.	100%	0%	0%

Fonte: Autores, 2024.

Destaca-se que (1) 92,3% assinalaram Concordo para: Gostei das cores e da aparência da interface. E 7,7% selecionaram Discordo. (2) 100% responderam Concordo para: Gostei de ouvir o som das cores e das formas. (3) 92,3% responderam Concordo

para: Entendi que a forma geométrica que vejo no marcador, é que irei ver na tela. E 7,7% Discordo. (4) 100% assinalaram Concordo para: Gostei de manipular o marcador e ver a imagem na tela. (5) 100% responderam Concordo para: Conseguir visualizar facilmente a forma geométrica, o espaço de visualização na interface é grande. (6) 100% assinalaram Concordo para: As crianças gostaram da experiência e da atividade. (7) 100% responderam Concordo para: As crianças aprenderam ou reforçaram os ensinamentos das cores e das formas a partir da atividade.

Os resultados demonstraram a aceitação das crianças e dos tutores pela atividade, e a consequente coerência das diretrizes propostas para o ambiente de RA. O interesse em aprender as cores e as formas geométricas, assim como a diversão das crianças durante o processo evidenciaram que a atividade foi positivamente elaborada, materializada e empregada de acordo com os objetivos. Esse desfecho concretiza os estudos de IHC, ergonomia, usabilidade e interface, para formar as diretrizes e propor uma interação lúdica, favorável e de aprendizado para as crianças.

CONCLUSÃO

Este trabalho propõe a criação de um software voltado para as crianças, de três a seis anos de idade, para um aprendizado lúdico e cognitivo através do reconhecimento das cores e das formas geométricas, utilizando a RA como tecnologia e estratégia de ensino, as diretrizes em busca de ambiente ideal fizeram-se necessárias, através dos conceitos de ergonomia e usabilidade, e o desenvolvimento de um software para que os preceitos de design de interação e design de interface tenham uma aplicação, e as crianças utilizem de fato o material, da melhor forma possível, atribuindo aprendizado e entendimento.

A atividade realizada para a educação infantil necessita de instruções corretas para que o ambiente total seja positivo: como aspectos ergonômicos, usuais de interface, para que de fato, a criança consiga absorver os ensinamentos propostos pela atividade. Por isso a importância das diretrizes, para nortear as interações com RA. A interface foi aceita e facilmente compreendida pelo tutor e pelas crianças, que a examinaram e testaram.

Os resultados obtidos através do questionário aplicado permitiram basear que a atividade proposta é relevante para a educação infantil, que o software é um produto satisfatório e que as diretrizes são essenciais para esse resultado. Portanto, pode-se analisar como a tecnologia proporciona diversão, como um software educacional bem planejado e utilizado promove engajamento ao aluno. Quão novas e interessantes são as formas quando vistas em duas ou três dimensões na tela do computador, especialmente para aqueles alunos que não têm contato contínuo com esse objeto. E, o quanto os alunos que já conhecem as cores e algumas formas geométricas tendem a mostrar os seus conhecimentos, respondendo com vigor às perguntas feitas a partir da interface. Diante do exposto, pode-se inferir que o uso do software educacional Cores e Formas, aliado à RA, contribuiu no processo de aprendizagem das crianças.

Quanto aos trabalhos futuros, sugerimos aprimorar o estudo do protótipo proposto neste trabalho, em questões de design, inovação e tecnologia, para ser aplicado às bancadas compartilhadas em laboratórios de informática. Além disso, a aplicação do software em dispositivos móveis, quando estes são utilizados em ambientes educacionais. Tratando-se das diretrizes, abordá-las em outras circunstâncias que utilizem RA, como meio de legitimar essa informação como eficiente para diversos cenários interativos.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Renato Oliveira; SOUZA, Paulo. Aplicação de uma sequência didática elaborada com base na tecnologia de realidade aumentada. In: **Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, Jataí, GO, 2016.
- AZUMA, R; BILLINGHURST, M; KLINKER, G. Special Section on Augmented Reality. **Proceedings of the IEEE**, v. 99, n. 2, p. 335-341, 2011.
- BARBOSA, Simone; SILVA, Bruno. **Interação Humano-Computador**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- BENYON, David. **Interação Humano-Computador**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- BILLINGHURST, M; CLARK, A; LEE, G. A Survey of Augmented Reality. **Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction**, v. 8, n. 2–3, p. 73–272, 2015.

BRAGA, Marta Cristina Goulart. **Diretrizes para o design de mídias em realidade aumentada:** situar a aprendizagem colaborativa online. Tese de Doutorado, Florianópolis, SC, 2012.

BROWN, A. **The Interactive Media Design Handbook**. Focal Press, 2017.

CARDOSO, Raul. G. S. et al. **Uso da Realidade Aumentada em auxílio à educação**. Computer on the Beach, 2014.

CHEN, Peng et al. **A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016**. Singapore: Springer, 2017.

CLARK, R. C; MAYER, R. E. **E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning (4th ed.)**. Wiley, 2016.

CORRÊA, Vanderlei Moraes; BOLETTI, Rosane Rosner. **Ergonomia: Fundamentos e aplicações**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

CYBIS, Walter; BETIOL, Adriana Holtz; FAUST, Richard **Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações**. São Paulo: Novatec Editora, 2017. Edição 3.

DANCE, Jeff. **UI/UX Principle #47: Chunking**. 2016. Disponível em: <<https://www.freshconsulting.com/insights/blog/uiux-principle-47-chunk-information-to-make-it-digestible/#:~:text=Chunking%20provides%20more%20focus,and%20more%20absorption%20and%20comprehension.>>. Acesso em: 2024.

DENARDIN, Luciano; MANZANO Ramón Cid. Desenvolvimento, utilização e avaliação da realidade aumentada em aulas de física. In: **RENOTE** v. 15, n. 2, 2017.

FERREIRA, Paulo Henrique da Silva S; ZORZAL, Ezequiel Roberto. PlanetARio – Uso da Realidade Aumentada para Apoiar o Ensino do Sistema Solar. In: **RENOTE**, v. 16, n. 2, 2018.

GIRAFFA, Lucia Maria Martins. **Recursos digitais na escola**. Volume 1. Joaçaba: Editora Unoesc, 2021.

GOMES, Neades Afonso. **Possibilidades do Uso da Realidade Aumentada na Visualização de Elementos Matemáticos**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, Jataí, Programa de Pós-Graduação em Matemática (PROFMAT - Profissional), Jataí, 2015.

HERPICH, Fabrício et al. Realidade Aumentada em Geografia: uma atividade de orientação no ensino fundamental. In: **RENOTE**, v. 15, n. 2, 2017.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgar Blücher, 2006.

KIRNER, Claudio; KIRNER, Tereza Gonçalves; REIS, Fernanda Maria Villela. Development of an Interactive Book with Augmented Reality for Teaching and Learning Geometric Shapes. In: **Anais da 7ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação (CISTI 2012)**, Madrid, 2012.

KRAUSE, João Carlos et al. O uso dos jogos digitais como ferramenta de auxílio para o ensino de Física. **Revista Insignare Scientia (RIS)**. v. 1, n. 2, p. 1-25, 2018.

KROEMER, Karl; GRANDJEAN, Etienne. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

KRUG, S. **Don't Make Me Think: A Common Sense Approach to Web Usability (3rd ed.)**. New Riders, 2014.

KULPA, Cintia Costa et al. A influência das cores na usabilidade de interfaces através do design centrado no comportamento cultural do usuário. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v. 1, n. Especial, p. 119-136, 2011.

NR-17. **Norma Regulamentador sobre ergonomia**. Portaria nº 3.751, de 23 de novembro de 1990, do Ministério do Trabalho e Previdência Social.

OLIVEIRA, Fabiane de et al. Dominó Geométrico e Realidade Aumentada: Explorando Sólidos Geométricos. **Revista Educacional Interdisciplinar (REDIN)**, v. 8, n. 1, 2019.

PINHEIRO, Allan Petterson da Silva. **UX design introduzido no desenvolvimento de interfaces gráficas**. Brasília – DF, 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em design gráfico) – Centro Universitário de Brasília, Brasília – DF, 2016.

QUEIROZ, Altamira de Souza; OLIVEIRA, Cícero Marcelo; REZENDE, Flávio Silva. Realidade Aumentada no Ensino da Química: Elaboração e Avaliação de um Novo Recurso Didático. **Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação**, v. 1, n. 2, 2015.

REIS, Manuel. **Ansiedade infantil: sintomas e como ajudar a criança a controlar**. 2021. Disponível em: <https://www.tuasaude.com/ansiedade-na-crianca/>. Acesso em 2024.

ROSA, José Guilherme da Silva Santa. **Design Participativo: técnicas de inclusão de usuários no processo ergodesign de interfaces**. Rio de Janeiro, 2012.

SANTOS, Helen de Freitas; SOUZA, Wanderley Lopes de. Abordagem em Realidade Aumentada para Momentos de Aprendizagem Autodirigida. In: **Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, 2016.

DOI: 10.36661/2595-4520.2025v8n1.13955

SCHMALSTIEG, Dieter; HÖLLERER, Tobias. **Augmented Reality: principles and practice**. Boston: Addison-Wesley, 2016.

SILVEIRA, Maria Eduarda de Aguiar. **Realidade aumentada: design de um provador virtual de armação de óculos**. Monografia (Iniciação Científica em *Design*) - Centro Universitário Sagrado Coração - UNISAGRADO - Bauru - SP, 2021.

SILVEIRA, Liandra Ramos; SILVA, Fabiane Ferreira da. Utilização de jogo didático no estágio supervisionado como estratégia para o ensino de ciências: um relato de experiência. **Revista Insignare Scientia (RIS)**, v. 6, n. 4, p. 1-14, 2023.

TORI, Romero; HOUNSELL, Marcelo da Silva (org.). **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre: Editora SBC, 2018.

TORI, Romero. A presença das tecnologias interativas na educação. **Revista de Computação e Tecnologia (ReCeT)**, v. 2, n. 1, p. 4-16, 2010.

WACHOWICZ, Marta Cristina. **Ergonomia**. Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2013.

WEBER, Wibke. Text Design: Design principles for texts. In: **The design of material, organism, and minds**. New York: Springer, 2010.

LIDWELL, W; HOLDEN, K; BUTLER, J. **Universal Principles of Design**. Rockport Publishers. 2010.