

RELIGIAR - APLICATIVO DE REALIDADE AUMENTADA PARA O ENSINO RELIGIOSO EM ESCOLAS UTILIZANDO INTERFACE DE USUÁRIO TANGÍVEL

Rafael Sperandio, Dalton Solano dos Reis – Orientador

Curso de Bacharel em Ciência da Computação
Departamento de Sistemas e Computação
Universidade Regional de Blumenau (FURB) – Blumenau, SC – Brasil

rafsperandio@furb.br, dalton@furb.br

Resumo: Este artigo detalha o desenvolvimento de um aplicativo de realidade aumentada para auxiliar nas práticas educativas de ensino religioso não confessional. Esse trabalho almeja proporcionar uma forma alternativa de mostrar conteúdos relacionados ao ensino religioso, de forma a abordar símbolos e filosofias, quanto avalia o conhecimento dos usuários. Considerando a diversidade religiosa presente nas escolas, o aplicativo aborda três símbolos religiosos de cada uma das quatro religiões representando as matrizes religiosas e possui três atividades diferentes. A primeira atividade é um jogo da memória onde o usuário deve relacionar o símbolo religioso ao seu nome e pode obter mais informações que o ajudarão a responder o quiz. A segunda atividade o usuário deve descobrir qual a religião do símbolo e classificá-lo corretamente. A última atividade é um pequeno quiz que apresenta uma pergunta para cada símbolo. Estas perguntas mencionam qual a religião que o símbolo pertence, e assim o usuário pode entender quais símbolos classificou incorretamente na segunda atividade. Para validar a usabilidade do aplicativo foram realizados testes com usuários. A partir dos testes de usabilidade verificou-se que o aplicativo precisa de alguns ajustes, mas estes ajustes não atrapalham o fluxo das atividades, e é possível incentivar a diversidade religiosa e despertar o interesse dos usuários nas religiões apresentadas. O que se pode verificar nos testes de usabilidade em que 94% dos usuários afirmaram que o aplicativo é adequado para auxiliar no aprendizado de ensino religioso.

Palavras-chave: Realidade aumentada. Ensino religioso. Interface de usuário tangível. Vuforia. Unity.

1 INTRODUÇÃO

Desde os tempos imemoriais, a religião está presente no cotidiano dos seres humanos como forma de responder as perguntas sobre a existência humana. As civilizações antigas dedicavam grandes empreendimentos para o contato com seu mundo sagrado e a reverência a este. As várias religiões que inauguraram a humanidade atravessaram séculos e continuam a determinar o modo de ver e de tratar as relações na sociedade.

Devido à importância da religião, o ensino religioso está previsto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). No Currículo Base do Território Catarinense (CBTC) afirma-se que o ensino religioso aborda “a formação básica e integral do ser humano e o respeito à diversidade cultural e religiosa presente na sociedade brasileira” (SANTA CATARINA, 2019, p. 456). No ensino religioso devem ser abordadas diferentes crenças pois segundo a própria CBTC “Os conhecimentos religiosos são parte integrante da diversidade cultural e objeto da área do Ensino Religioso, sem privilégio de nenhuma crença ou convicção” (SANTA CATARINA, 2019, p. 454), ou seja, não deve existir favorecimento de uma crença em detrimento de outras. Essa afirmação da CBTC se deve ao direito da liberdade religiosa que deriva da liberdade de pensamento, uma vez que é mantida a liberdade manifestação de pensamento.

Envolver os estudantes na aprendizagem é essencial para a educação dos jovens, até mesmo no ensino religioso, e esse processo cada vez mais necessita de maneiras mais criativas para mantê-los interessados. Para despertar o interesse dos jovens estudantes, a realidade aumentada pode ser uma excelente ferramenta, pois nos últimos anos vários trabalhos utilizaram essa estratégia na educação para instigar o conhecimento. A Realidade Aumentada (RA) é caracterizada pelo enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, usando algum dispositivo tecnológico, funcionando em tempo real (WILLIAMS II, 2017). Segundo Tori, Hounsell e Kirner (2020), o principal objetivo da realidade aumentada é que o usuário possa interagir com o mundo e os elementos virtuais, de maneira mais natural e intuitiva sem necessidade de treinamento ou adaptação.

Para a entrada de dados em aplicações de RA, segundo Wang, Ong e Nee (2016), é possível usar recurso de processamento da imagem capturada para fazer o rastreamento dos objetos virtuais, e esse tipo de rastreamento é classificado como RA baseada em visão. Ainda segundo Wang, Ong e Nee (2016) RA baseada em visão é flexível e fácil de usar, mas possui problemas com a iluminação do ambiente e oclusão de informações. A RA baseada em visão é conhecida pelo uso dos marcadores que

[...] são cartões com uma moldura retangular e com um símbolo em seu interior, funcionando como um código de barras 2D, que permite o uso de técnicas de visão computacional para calcular a posição da câmera real e sua orientação em relação aos marcadores, de forma a fazer com que o sistema possa sobrepor objetos virtuais sobre os marcadores (TORI; HOUNSELL; KIRNER, 2020).

Outra forma de envolver os estudantes na aprendizagem é o uso de Interface de Usuário Tangível (do inglês Tangible User Interfaces - TUIs), pois a interação tátil pode aumentar o grau de imersão do usuário. A TUI é descrita por Ishii (2008) como forma de tornar a informação digital manipulável diretamente usando o tato e perceptível por meio dos sentidos periféricos, incorporando-a fisicamente.

Diante desse contexto, este trabalho desenvolveu um aplicativo para o ensino religioso envolvendo diferentes religiões através do uso de realidade aumentada para visualização de objetos 3D que representem símbolos e filosofias. Também propõe o uso da interface de usuário tangível para aumentar o grau de imersão do usuário e despertar sua curiosidade. O objetivo principal é disponibilizar um aplicativo para auxiliar no ensino da religioso utilizando realidade aumentada e interface de usuário tangível. Os objetivos específicos são: proporcionar uma forma alternativa de mostrar conteúdos relacionados ao ensino religioso, avaliar a viabilidade do material educacional produzido no ensino religioso e criar um material educacional para descrever símbolos e filosofias.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção destina-se a apresentar fundamentos e ideias dos assuntos que são necessários para sustentar o projeto desenvolvido. A subseção 2.1 é destinada a falar sobre realidade aumentada e Vuforia, enquanto a subseção 2.2 aborda Interfaces de Usuário Tangíveis. Já na subseção 2.3, é abordada a legislação quanto à liberdade de crença e a BNCC, e por fim, a subseção 2.4 mostra os trabalhos correlatos.

2.1 REALIDADE AUMENTADA

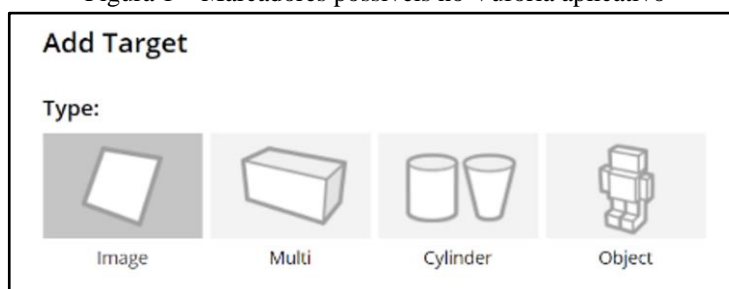
Diferentemente da realidade virtual que transporta o usuário para um outro ambiente virtual fazendo-o abstrair completamente o ambiente físico e local, a realidade aumentada mantém o espaço real e transporta elementos virtuais para o espaço do usuário (TORI; HOUNSELL; KIRNER, 2020). A principal diferença entre RA e RV é que “[...] o principal objetivo da RV é usar a tecnologia para substituir a realidade ao passo que o principal objetivo da RA é melhorar a realidade” (BILLINGHURST; WESTERFIELD; MITROVIC, 2015, p. 79). No desenvolvimento de realidade aumentada duas das SDK (do inglês Software Development Kit - SDK) comumente usadas no desenvolvimento de aplicativos de RA são o AR Foundation e Vuforia Engine.

O SDK AR Foundation, nativo da plataforma Unity, inclui recursos importantes da ARKit, ARCore, Magic Leap e HoloLens, embutindo recursos exclusivos do Unity para criar aplicativos robustos de RA (UNITY, 2022a). Dessa forma o AR Foundation permite aproveitar recursos em um fluxo de trabalho unificado de diferentes plataformas para desenvolvimento de RA (UNITY, 2022a). O AR Foundation utiliza a criação de âncoras virtuais como principal forma de integração de RA. Uma âncora é um ponto específico no espaço o qual se deseja que o dispositivo rastreie (UNITY, 2022b).

Já o SDK Vuforia Engine é a plataforma usada para desenvolvimento de RA, com suporte para telefones, tablets e óculos de realidade aumentada ou capacetes Realidade Virtual (VUFORIA, 2021a). O Vuforia permite que desenvolvedores adicionem funcionalidades de visão computacional a aplicativos Android, iOS e UWP para criar experiências RA que interagem de forma realista com objetos e o ambiente (VUFORIA, 2021d). O SDK da Vuforia Engine está disponível em ambientes de desenvolvimento como Xcode, Android Studio ou Unity (VUFORIA, 2021b). Na utilização dentro do Unity, o Vuforia Engine pode ser usado junto com o AR Foundation na mesma cena caso necessário (VUFORIA, 2021c).

O Vuforia utiliza principalmente marcadores para ancorar os objetos 3D e assim proporcionar realidade aumentada. A ferramenta Vuforia Target Manager é utilizada para gerenciar o banco de dado para guardar os marcadores. Existem quatro tipos de marcadores de RA que podem ser adicionadas ao Vuforia Target Manager para utilizar no Vuforia. Os quatro marcadores são (Figura 1): o *Single Image* (Image) que é uma imagem plana, o *Cuboid* (Multi) em que se pode utilizar a forma de um cubo para detecção de marcadores em cada uma das suas faces, *Cylinder* (Cylinder) no qual objetos cilíndricos podem ser detectados e, por último o *3D Object* (Object) que permite utilizar objetos reais mais complexos com várias faces (VUFORIA, 2021d).

Figura 1 – Marcadores possíveis no Vuforia aplicativo



Fonte: Vuforia (2021c).

2.2 INTERFACES DE USUÁRIO TANGÍVEIS

Uma Interface de Usuário Tangível (Tangible User Interface - TUI) deve ser diferenciada por uma Interface de Usuário Gráfica (Graphics User Interface - GUI). Nas GUIs normalmente existe uma clara distinção entre os dispositivos de entrada e os dispositivos de saída. Na GUI os dispositivos de entrada seriam mouse e teclado, enquanto dispositivos de saída seriam monitores ou telas de dispositivos móveis. Segundo Ullmer e Ishii (2001), as TUIs utilizam a eliminação da distinção entre dispositivos de entrada e dispositivos de saída, juntando os controles e representações em uma unidade apenas.

Segundo Ishii (2008), a TUI serve a um propósito especial para um aplicativo específico usando formas físicas explícitas, e deve trabalhar em conjunto com a interface gráfica afetando a contraparte digital gerada, enquanto a GUI seria utilizada de forma mais generalizada. A partir do que foi apresentado conclui-se que a eficácia da TUI irá depender do acoplamento perceptual entre a interface tangível e a interface gráfica, pois caso ambas não estejam bem acopladas haverá uma quebra na imersão do usuário.

2.3 LEGISLAÇÃO QUANTO AO DIREITO DE CRENÇA RELIGIOSA E BNCC

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, (BRASIL, 1988, Art.5) consagra como direito humano fundamental a liberdade de religião no artigo 5º, VI “[...] é inviolável a liberdade de consciência e de crença, sendo assegurado o livre exercício dos cultos religiosos e garantida, na forma da lei, a proteção aos locais de culto e a suas liturgias;”. Assim, segundo a Constituição Federal o Brasil é um país laico, logo sem uma religião oficial. Soriano (1990, p. 64) afirma que “[...] o Estado tem o dever de proteger o pluralismo religioso dentro de seu território, criar as condições materiais para um bom exercício sem problemas dos atos religiosos das distintas religiões, velar pela pureza do princípio de igualdade religiosa”. Com essa afirmação entende-se que, o Estado deve se preocupar em proporcionar a seus cidadãos um clima de compreensão religiosa, proscrevendo a intolerância e o fanatismo. A liberdade religiosa pode ser entendida como a liberdade de escolher e manifestar qualquer religião, consistindo no livre exercício de seus ritos, cultos, tradições e cerimônias. Segundo Soriano (2002, p. 9), a liberdade religiosa subdivide-se em três partes: a liberdade de crença, na qual o indivíduo possui o direito de crer ou não em algo podendo escolher uma crença, abrangendo também o direito de mudar de crença ou religião; a liberdade de culto, em que a pessoa tem o direito de expressar e manifestar a sua crença; e a liberdade de organização religiosa, que representa o direito de existência da religião e da sua organização, sendo uma consequência do Estado Laico.

Segundo a BNCC (BRASIL, 2018 p.8) “Ao longo da Educação Básica, as aprendizagens essenciais definidas na BNCC devem concorrer para assegurar aos estudantes o desenvolvimento de dez competências gerais, que consubstanciam, no âmbito pedagógico, os direitos de aprendizagem e desenvolvimento.” Dentre essas competências que asseguram o direito à aprendizagem este trabalho deseja contemplar a competência de

Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade. (BRASIL, 2018, p.9)

Na BNCC, o ensino religioso, assim como outras componentes curriculares, possui competências específicas que devem ser trabalhadas em sala de aula. Dentre elas esse projeto visa a abranger a segunda e quarta competências, sendo elas respectivamente “Compreender, valorizar e respeitar as manifestações religiosas e filosofias de vida, suas experiências e saberes, em diferentes tempos, espaços e territórios.” (BRASIL, 2018, p. 437) e “Conviver com a diversidade de crenças, pensamentos, convicções, modos de ser e viver.” (BRASIL, 2018, p.437).

O Ensino Religioso de acordo com a BNCC (BRASIL, 2017) está organizado a partir de três unidades temáticas desenvolvidas ao longo do Ensino Fundamental, são elas Identidades e Alteridades, Manifestações Religiosas, Crenças Religiosas e Filosofias de Vida. No sexto ano na unidade temática “crenças religiosas e filosofias de vida”, um dos objetos de conhecimento é “Símbolos, ritos e mitos religiosos” (BRASIL, 2017, p. 451), que será desenvolvido neste projeto. A partir dessa unidade temática e objeto de conhecimento a BNCC (BRASIL, 2017, p.453) apresenta as habilidades “(EF06ER06) Reconhecer a importância dos mitos, ritos, símbolos e textos na estruturação das diferentes crenças, tradições e movimentos religiosos” e “(EF06ER07) Exemplificar a relação entre mito, rito e símbolo nas práticas celebrativas de diferentes tradições religiosas”. Este projeto está pautado nestas duas habilidades.

2.4 TRABALHOS CORRELATOS

Nesta seção, são apresentados os trabalhos acadêmicos com características semelhantes ao objetivo de estudo proposto. O primeiro trabalho é uma ferramenta de realidade aumentada para o ensino do sistema solar (SCHMITZ, 2017) descrito no Quadro 1. O segundo trabalho desenvolveu um aplicativo em forma de livros interativos sobre introdução e estudo de templos em Mojokerto baseado em realidade aumentada (SETIWAN, 2019), que tem como objetivo tornar o ensino do contexto religioso e histórico dos templos em Mojokerto mais interessante (Quadro 2). O terceiro trabalho foi desenvolvido por Reiter (2018) descrito no Quadro 3. Esse terceiro estudo apresenta uma ferramenta para criação de cenas

com animações, utilizando os conceitos de realidade aumentada e interface de usuário tangível. Além disso, também fez testes com usuários para verificar a usabilidade da ferramenta.

Quadro 1 –FES

Referência	Schmitz (2017)
Objetivos	A ferramenta tem como objetivo utilizar realidade aumentada para auxiliar o ensino a respeito do sistema solar.
Principais funcionalidades	Simulações do sistema solar, informações dos planetas, mostra o interior dos planetas e compara as escalas dos planetas.
Ferramentas de desenvolvimento	Utilizou a engine gráfica Unity 3D versão 5.4.1f1 Personal junto com o SDK Vuforia versão 6.2.6. Como ambiente de desenvolvimento (IDE) usou o Visual Studio 2015 Community com a linguagem programação C#. Para a criação dos marcadores utilizou a ferramenta de desenho vetorial Inkscape versão 0.91. E para a modelagem de alguns planetas utilizou o software Blender versão 2.76.
Resultados e conclusões	Na fase de testes com usuários Schmitz (2017) afirma que o total de resposta do questionário foi 20, incluindo alunos da ETEVI e bolsistas do PIBID. Metade dos usuários era do público feminino e a outra metade do masculino, e a grande maioria já tinha algum conhecimento sobre o que era Realidade Aumentada. Ainda, segundo Schmitz (2017) “[...] 95% das pessoas acharam que esta abordagem para a apresentação de conteúdo ajuda na explicação e compreensão do mesmo e outros 95% falaram que tiveram despertado o interesse no assunto apresentado [...]”, dessa forma indicando que o aplicativo auxiliou na formação de conhecimento.

Fonte: elaborado pelo autor.

O trabalho desenvolvido por Schmitz (2017) apresenta uma ferramenta de realidade aumentada para auxiliar o ensino a respeito do sistema solar. Nele é abordada a história da astronomia dando enfoque a modelos usados para explicar a disposição de elementos no céu e como funciona a órbita dos planetas e do sol no sistema solar. Na Um componente que se deve dar destaque segundo Schmitz (2017) foi o *Collider* visto que: “Praticamente todos os *GameObjects* usados na tela principal tem um componente de *Collider*”, pois, segundo Schmitz (2017), “O uso do *Collider* com a opção *isTrigger* ativada permite a detecção de eventos relacionados a interação desse componente e que podem ser verificados com os métodos: *OnTriggerEnter*, *OnTriggerStay* e *OnTriggerExit*.”, Ou seja o *colider* é a principal forma de detecção de objetos virtuais utilizada. Por esses motivos, afirma-se que “O uso do Unity facilitou o desenvolvimento da ferramenta como um todo, especialmente com o uso do componente de *Collider* que foi em sua grande parte empregado para fazer as Interfaces Tangíveis.” (Schmitz, 2017, p. 79).

, observa-se a simulação do sistema solar utilizando realidade aumentada.

Figura 2- Sistema solar



Fonte: Schmitz (2017).

Após os testes com usuários que Schmitz (2017) realizou, foi percebido que os principais problemas do autor foram no uso de tablet. De modo que os usuários reclamaram que o tablet era muito pesado e por isso era difícil manuseá-lo ou segurá-lo. Ainda sobre o uso dos tablets, Schmitz (2017, p. 71) afirma que “Alguns tablets eram muito lentos e demoravam para reconhecer os marcadores, e quando os reconheciam o usuário poderia ter mudado a posição do mesmo

tentando acertar a posição para um reconhecimento”, ou seja, eles apresentavam um hardware limitado. Os testes que o autor fez demonstraram que os usuários tiveram um bom índice de aceitação do aplicativo, com exceção dos problemas abordados anteriormente.

Um componente que se deve dar destaque segundo Schmitz (2017) foi o *Collider* visto que: “Praticamente todos os *GameObjects* usados na tela principal tem um componente de *Collider*”, pois, segundo Schmitz (2017), “O uso do *Collider* com a opção *isTrigger* ativada permite a detecção de eventos relacionados a interação desse componente e que podem ser verificados com os métodos: *OnTriggerEnter*, *OnTriggerStay* e *OnTriggerExit*.”, Ou seja o *colider* é a principal forma de detecção de objetos virtuais utilizada. Por esses motivos, afirma-se que “O uso do Unity facilitou o desenvolvimento da ferramenta como um todo, especialmente com o uso do componente de *Collider* que foi em sua grande parte empregado para fazer as Interfaces Tangíveis.” (Schmitz, 2017, p. 79).

Quadro 2– Perancangan Buku Interaktif Pada Pengenalan dan Pembelajaran Candi di Mojokerto Berbasis Augmented Reality

Referência	Setiwan (2019)
Objetivos	No trabalho de Setiwan (2019) foi desenvolvido um aplicativo de livros interativos sobre introdução e estudo de templos em Mojokerto baseado em realidade aumentada.
Principais funcionalidades	As interações com os marcadores são uma combinação de imagens, texto, áudio e objetos 3D que se sobrepõem no livro, assim abordando os templos de uma maneira diversa e interessante. O aplicativo apresenta botões virtuais que mostram texto virtuais ou reproduzem áudio relacionado ao modelo 3D dependendo do botão apertado.
Ferramentas de desenvolvimento	No trabalho de Setiwan (2019) utilizou-se o SDK Vuforia. O fato de Unity poder processar várias formas de dados além de modelos 3D como texturas, som e outros componentes foi essencial para o desenvolvimento do aplicativo. Visto que Setiwan (2019) optou por uma abordagem multimídia utilizando vários tipos diferentes de mídia para o ensino a respeito dos templos. Na questão do desenvolvimento dos modelos 3D, Setiwan (2019) utilizou o Google SketchUp por ser um programa leve e de fácil aprendizado com interface intuitiva, em que mesmo usuários que não têm experiência na área conseguem produzir seus modelos 3D. O Adobe Audition que é editor e mixer de áudio digital foi utilizado para a edição e produção dos áudios presentes no trabalho de Setiwan (2019).
Resultados e conclusões	Segundo Setiwan (2019) a conclusões obtidas pelo trabalho foram :as ferramentas Unity3D, a biblioteca Vuforia, Google SketchUp e Adobe Audition foram suficientes para desenvolver seu aplicativo. “A existência deste livro interativo torna a interação mais interessante para que o usuário ou usuários se interessem pela leitura do conteúdo do livro.”, os resultados do teste Black Box comprovam uma porcentagem de 100% que afirma que não há erros no aplicativo. A respeito dos testes segundo Setiwan (2019), a satisfação dos entrevistados atendeu a critérios muito bons com uma porcentagem de 84,93%.

Fonte: elaborado pelo autor.

O aplicativo de Setiwan (2019) apresenta botões virtuais como forma de facilitar a interação dos usuários. Esses botões permitem que, ao pressionar o livro físico onde os botões estão localizados, novas informações surgem ou o aplicativo reproduz um áudio relacionado ao modelo 3D dependendo do botão apertado. A interação com um botão virtual pode ser vista na Na fase de teste do trabalho de Setiwan (2019), foi utilizado um questionário a que 10 usuários responderam 15 perguntas para verificar a usabilidade do aplicativo. O grau de satisfação com base nas perguntas foi de 84,93%, isso significa que a usabilidade do aplicativo de realidade aumentada para projetar livros interativos sobre a introdução e estudo de templos em Mojokerto, em termos gerais, foi boa atendendo às expectativas dos usuários.

Figura 3, ao pressioná-lo, novas informações aparecem.

Na fase de teste do trabalho de Setiwan (2019), foi utilizado um questionário a que 10 usuários responderam 15 perguntas para verificar a usabilidade do aplicativo. O grau de satisfação com base nas perguntas foi de 84,93%, isso significa que a usabilidade do aplicativo de realidade aumentada para projetar livros interativos sobre a introdução e estudo de templos em Mojokerto, em termos gerais, foi boa atendendo às expectativas dos usuários.

Figura 3 -Tela do aplicativo com informações a respeito do modelo 3D



Fonte: Setiwan (2019).

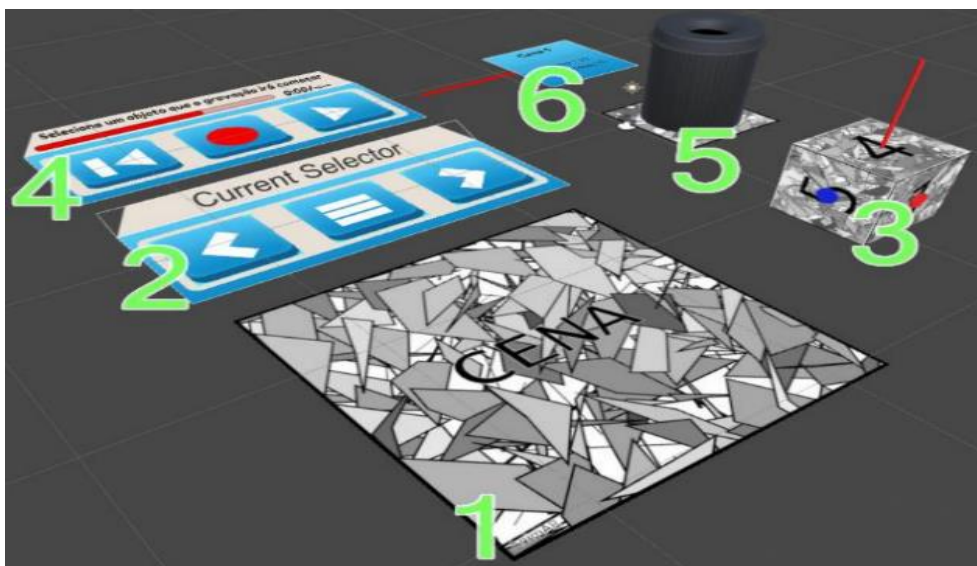
Quadro 3– ANIMAR

Referência	Reiter (2018)
Objetivos	O objetivo do trabalho segundo Reiter (2018, p. 13) foi “desenvolver uma ferramenta de criação de animações em 3D através de uma combinação de Interface de Usuário Tangível e Realidade Aumentada”. Seus objetivos específicos foram: disponibilizar uma ferramenta para criação de cenários; disponibilizar o uso pedagógico da ferramenta, para que possa auxiliar no desenvolvimento criativo das crianças; disponibilizar a utilização da ferramenta através de um Head-Mounted Display (HMD), como o Cardboard.
Principais funcionalidades	O aplicativo criado por Reiter (2018) permite manipular objetos virtuais dentre múltiplas cenas. A partir da manipulação dos objetos virtuais é possível criar animações para esses objetos. O objetivo é que múltiplas animações sejam usadas para criar uma história naquela cena.
Ferramentas de desenvolvimento	As ferramentas usadas por Reiter (2018) foram o motor de jogos Unity, comumente utilizado para aplicações gráficas, foi eficiente e fácil de aplicar, sendo o principal componente para parte de renderização da aplicação, além de auxiliar na detecção de interação entre os marcadores. O Vuforia fez toda a integração de RA com o Unity, visto que o Vuforia possui suporte nativo dentro da Unity facilitando a produção do Aplicativo. O Vuforia foi utilizado para reconhecimento dos marcadores, para utilizar a câmera do celular e ativar a renderização dos objetos gráficos envolvidos com os marcadores. A aplicação AR Marker Generator by Brosvision mostrou-se uma ferramenta eficiente e prática no auxílio da criação dos marcadores pois gerou padrões com certa aleatoriedade dessa forma obtendo um bom reconhecimento por parte do Vuforia.
Resultados e conclusões	Os testes do aplicativo foram realizados com um grupo pequeno de alunos de Pedagogia da FURB, mas, apesar disso, foi possível obter resultados satisfatórios. A maior dificuldade relatada por Reiter (2018) foi na interação dos usuários com a interface de usuário tangível, visto que, “em muitas vezes, os alunos passavam a mão ou braço sem querer por cima de um marcador com botões e acabavam ativando botões indesejados”. Mas, após certo tempo de uso, os usuários conseguiram se habituar à aplicação. Ao final, Reiter (2018, p74) afirma que “Os alunos se mostraram interessados no funcionamento da aplicação, conseguindo realizar os objetivos propostos pela ferramenta, ainda que com alguma dificuldade”. Ou seja, foi alcançado o resultado esperado do teste e, segundo Reiter (2018), a contribuição social foi trabalhar a criatividade em sala de aula, ajudando no desenvolvimento das crianças.

Fonte: elaborado pelo autor.

O trabalho desenvolvido por Reiter (2018) apresenta uma ferramenta para criação de cenas animadas, utilizando os conceitos de realidade aumentada e interface de usuário tangível. O aplicativo permite a criação e manipulação de cenários e objetos tridimensionais virtuais, para assim criar animações. O aplicativo utiliza o conceito de interfaces tangíveis como botões virtuais nos marcadores e um marcador em formato de cubo utilizado para mover, adicionar e remover objetos da cena, para a captura de movimentos no momento da gravação das animações (Figura 4). O aplicativo foi disponibilizado nas plataformas Android e iOS.

Figura 4 – Marcadores utilizados no aplicativo



Fonte: Reiter (2018).

3 DESCRIÇÃO

Esta seção apresenta os detalhes de especificação e implementação do aplicativo desenvolvido. A primeira subseção apresenta uma visão conceitual do aplicativo, explicando os principais conceitos, os objetivos das principais partes do aplicativo. A segunda subseção trará detalhes da implementação e de como a ferramenta foi construída, tal como as tecnologias utilizadas.

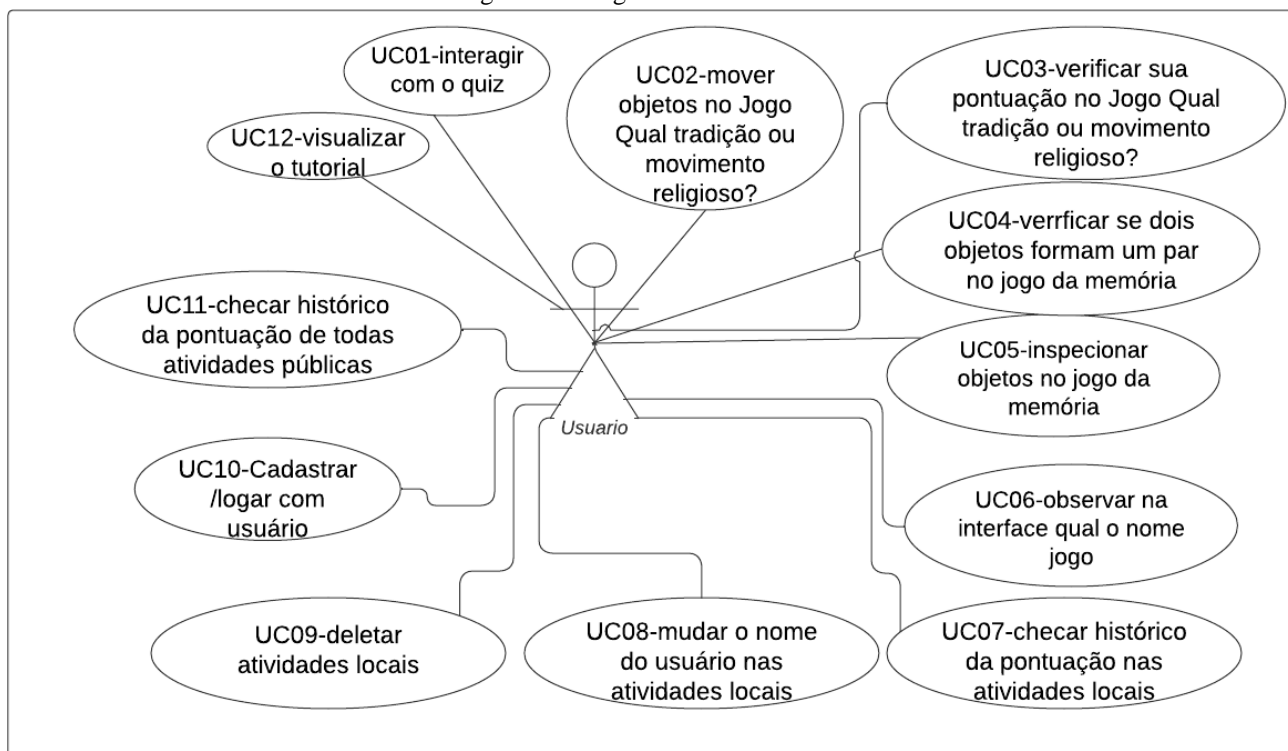
3.1 ESPECIFICAÇÃO

O aplicativo desenvolvido deverá atender aos seguintes Requisitos Funcionais (RFs) e Requisitos Não Funcionais (RNFs):

- a) possuir tutorial para auxiliar o uso da aplicação (RF);
- b) utilizar um marcador de realidade aumentada para disponibilizar informações dos objetos 3D (RF);
- c) disponibilizar o registro histórico das atividades (RF);
- d) armazenar o cadastro do usuário (*Create, Read, Update e Delete* - CRUD) (RF);
- e) disponibilizar e possibilitar o registro de uma atividade publicamente de forma que qualquer usuário cadastrado possa acessar (RF);
- f) apresentar uma atividade em que os usuários devem identificar corretamente a religião entre múltiplos objetos 3D (RF);
- g) apresentar uma atividade no qual o usuário pode jogar o Jogo da Memória com símbolos religiosos e seus nomes (RF);
- h) apresentar um quiz do objeto 3D quando aproximado ao marcador de realidade aumentada (RF);
- i) possuir uma interface visual para indicar qual a atividade o usuário está jogando (RF);
- j) utilizar a interface de usuário tangível para interagir com o quiz (RNF);
- k) desenvolver para a plataforma Android (RNF);
- l) utilizar o Vuforia como ferramenta de realidade aumentada (RNF);
- m) utilizar Unity e a linguagem C# para gerar o aplicativo (RNF).

Com base nos requisitos foi desenvolvido um diagrama de casos de uso (Figura 5) descrito a seguir.

Figura 5 – Diagrama de caso de uso



Fonte: elaborado pelo autor.

No diagrama apresentado o caso UC01 - interagir com o quiz representa todas as interações que o usuário terá com o marcador do Jogo Quiz, seja para responder uma pergunta ou trocar de pergunta. No caso para responder uma pergunta o usuário deve colocar seu dedo em cima do marcador da resposta. Já para trocar de pergunta o usuário deve aproximar um marcador com a descrição memo do marcador do Jogo Quiz.

Já o caso UC02-mover objetos no Jogo Qual tradição ou movimento religioso? garante que o usuário possa trocar dois símbolos religiosos do marcador do Jogo tradição ou movimento religioso? colocando seu dedo sobre um dos botões azuis e posteriormente colocando seu dedo sobre outro botão. Enquanto o caso UC03-verificar sua pontuação no Jogo tradição ou movimento religioso? permite que ao se colocar o dedo sobre o botão com símbolo certo duas vezes seguidas, o usuário finalizará o Jogo Qual Religião e sua pontuação aparecerá.

No caso UC04- verificar se dois objetos formam um par no jogo da memória é especificado que o usuário deve interagir com os marcadores para verificar se dois símbolos formam um par. Essa verificação se fez necessária para evitar que o usuário apresente dois marcadores acidentalmente. O caso UC05-inspecionar objetos no jogo da memória permite que o usuário obtenha mais informações sobre o símbolo que deseja inspecionar. Essa função é importante, pois, mesmo que o usuário não saiba qual o nome do símbolo, poderá comparar as informações que aparecem a respeito do marcador com o símbolo e comparar com a informação que aparece a respeito do nome 3D de um objeto e, dessa forma, pode aprender enquanto joga. Já o caso UC06-observar na interface qual o nome do jogo atualiza a interface visual com informações do jogo.

Com o caso UC07-checar histórico da pontuação nas atividades locais nessa tela, é possível ver todas as atividades que o usuário realizou e suas pontuações em cada jogo. O caso UC08-mudar o nome usuário nas atividades locais permite mudar o nome do usuário em todas as atividades salvas localmente. Já no caso UC09-deletar atividades locais o usuário pode excluir suas atividades para que um novo usuário possa usar o mesmo dispositivo sem confundir sua pontuação com as do usuário anterior. O caso UC10-cadastrar/logar usuário permite que um usuário se cadastre no banco de dados on-line e se autentique como um usuário previamente cadastrado. O caso UC11-checar histórico da pontuação de todas as atividades públicas permite visualizar qualquer atividade cadastrada on-line. E, por fim, o caso UC12-visualizar tutorial disponibiliza ao usuário um tutorial formado por uma sequência de imagens e textos para explicar as funções básicas dos jogos.

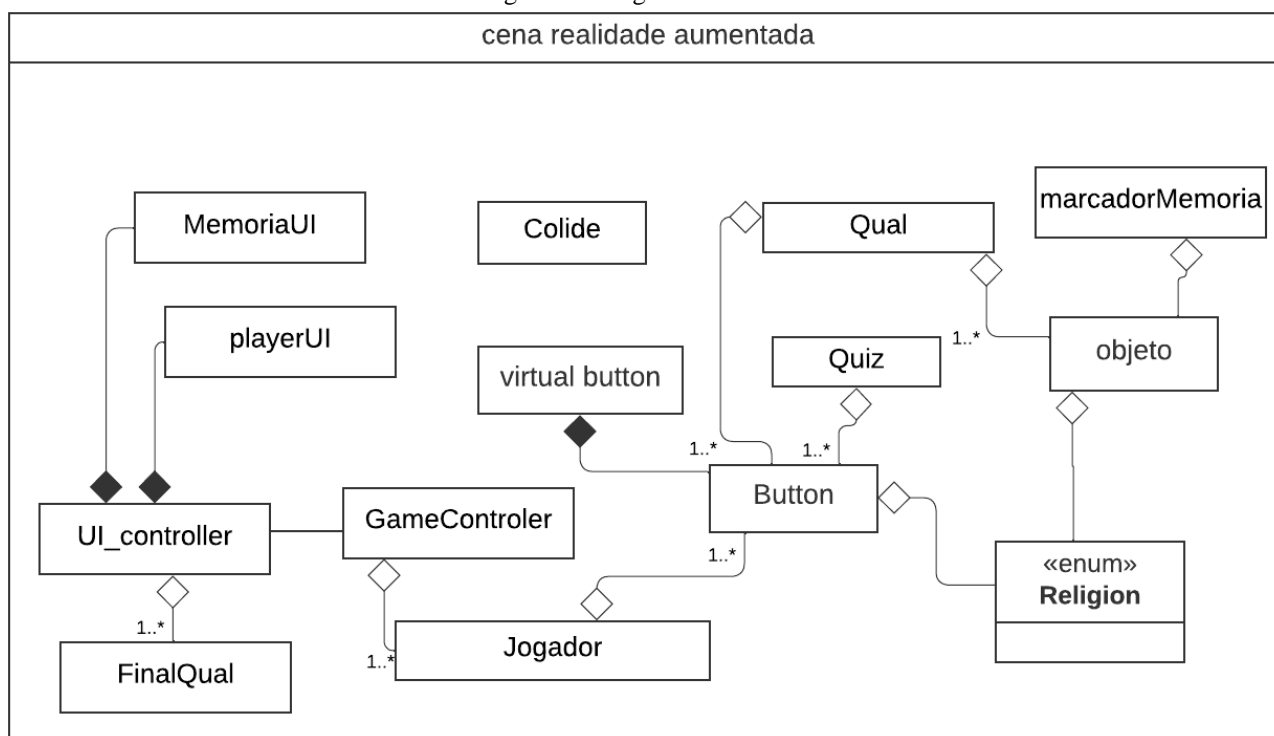
O aplicativo possui duas cenas aqui denominadas de Menus e Jogos. Também tem um tutorial que usa imagens e explicações passo a passo de como interagir com o aplicativo. Na cena Menus o aplicativo possui um banco de dados local no qual ficam salvas as atividades feitas apenas no dispositivo do usuário. Também possui uma opção para publicar as

Memória, Jogo Qual tradição ou movimento religioso? e um Quiz. O Jogo da Memória é dividido por rodadas, e a cada rodada um jogador deve apresentar dois marcadores que possuam símbolo religioso para a câmera. Caso o jogador apresente mais marcadores, os símbolos religiosos não aparecerão, mas ele ainda poderá ver os dois primeiros símbolos apresentados na rodada. Essa regra só se aplica no Jogo da Memória, já no Quiz qualquer objeto pode ser visto normalmente. No Quiz deve-se aproximar os marcadores do Jogo da Memória ao marcador do Quiz que apresentará uma pergunta a ser respondida pelo usuário. Após responder 8 perguntas a atividade será considerada encerrada, sendo salva a pontuação no banco de dados local. E, após encerrada a atividade o usuário poderá tentar responder as perguntas novamente. As perguntas do Quiz foram avaliadas por especialista da área de ciências da religião. E por fim, no Jogo tradição ou movimento religioso?, o usuário deverá organizar os símbolos por religião colocando-os na área de suas respectivas religiões. Ao encerrar o Jogo tradição ou movimento religioso? o usuário poderá verificar quantos símbolos classificou corretamente na interface na tela do aparelho, além de sua pontuação ser salva localmente. Como mostrado na Figura 6, o fluxo entre os jogos ocorre apenas mostrando um marcador diferente para a câmera o que muda a interface no aparelho para se adequar ao novo jogo.

3.2 IMPLEMENTAÇÃO

Para a construção do aplicativo foi utilizado o motor de jogos Unity versão 2021.3.14f1 Personal junto com o SDK Vuforia versão 9-8-13. Como ambiente de desenvolvimento (IDE) foi usado o Visual Studio 2019 com a linguagem programação C#. Para a criação dos marcadores foi utilizada a ferramenta AR Marker Generator by Brosvision, que gera imagens aleatórias e otimizadas para reconhecimento de marcadores RA, em conjunto com a ferramenta Adobe Photoshop cs6 v13.0 portable para edição dos marcadores gerados pela ferramenta para escrever os nomes nos marcadores. A maior parte dos modelos foram obtidos através do site Sketchfab gratuitamente. Já para a implementação do banco de dados local foi utilizado o `SQLITE`, e o `FIREBASE` para o cadastro de atividades on-line e autenticação do usuário. A seguir são descritos alguns *scripts* utilizados para o desenvolvimento do aplicativo no Unity. Já a relação entre as classes pode ser observada no diagrama da Figura 7.

Figura 7 - Diagrama de classes



Fonte: elaborado pelo autor.

O *script* Objeto está ligado aos prefabs dos modelos 3D dos símbolos religiosos, define a tag `objeto` para os modelos 3D e contém as principais informações dos seus respectivos modelos. As informações armazenadas pelo *script* são: `enum RELIGION` (indica a qual religião pertencente o objeto), `string nome` (nome do objeto), `string informacao` (informação para auxiliar no Jogo Quiz), `string pergunta` (pergunta que objeto apresentará no Jogo Quiz), `string resposta` (resposta correta do Jogo Quiz), e o vetor de strings `respostas` (possíveis respostas para o Jogo Quiz).

O *script* `BUTTON` está relacionado aos botões virtuais do Vuforia e à parte visual desses componentes. As três variáveis que contêm as *sprites* do botão são: `sp1` (botão normal), `sp2` (botão está sendo apertado), `spritePadrao` (ponteiro do objeto no qual a *sprite* vai ser aplicada). O *script* `BUTTON` também contém as variáveis: `ALTERNATIVA`

(guarda o texto de uma alternativa no Jogo Quiz), `obj` (guardar um `obj` no Jogo Qual Religião), e `enum RELIGION` chamada `type` (guarda qual a religião na área que está o botão).

O *script* Quiz está ligado ao marcador `quiz` e controla as interações com o Jogo Quiz e seus botões virtuais. Quando o `gameobject` com esse *script* colidir com um `gameobject` com a tag `objeto` o método `OnTriggerEnter` irá atualizar as variáveis: `respostaCorreta`, o texto da questão, o texto de cada um dos botões virtuais e o símbolo religioso fica salvo na variável `atual`. Quando um dos botões virtuais é pressionado o método `OnButtonPressed` passa para o método `verifica` a resposta (variável `ALTERNATIVA`) do *script* `BUTTON` associado ao botão virtual. O método `verifica` então compara se `objeto` atual não está na lista de objetos respondidos. Caso não tenha sido respondido, ele é adicionado à lista dos objetos respondidos e é verificado se a resposta do botão corresponde a resposta correta. Caso a resposta esteja correta a pontuação é aumentada, e ao final caso oito objetos foram respondidos o Jogo Quiz é finalizado e a pontuação salva no banco de dados.

Um padrão comumente usado por *script* no código foi o uso de `Singleton`. Esse padrão assegura que uma instância da classe será única e pode ser acessada globalmente. As principais classe de controle deste trabalho utilizam esse padrão pois ele é fácil de aplicar e permite manter o controle das informações importantes com mais facilidade. Como apresentado no livro *Unity* (2022c, p.57) uma `Singleton` pode não ser destruída quando ocorre uma mudança de cena com o método `DontDestroyOnLoad`. Algumas das `Singleton` apresentarão esse padrão e outras serão destruídas quando mudam de cena, mas isso será abordado individualmente em cada *Script*.

O *script* `Qual` é responsável pelas interações com o marcador `QUAL?` e as suas doze `prefabs` com o *script* `Objeto`. O marcador `QUAL?` possui treze botões virtuais, sendo que um deles possui um sinal de certo que fica salvo na variável `verifica` enquanto os outros botões são armazenados na variável `buttons` e estão ligados aos `prefab` `objeto`. Os doze botões virtuais são salvos na variável `buttons`, e quando pressionados utilizam o método `OnButtonPressed` deixando o botão pressionado visualmente verde, se quando pressionado a variável `bt1` for nula ela passará a referenciar esse botão. Caso contrário o `Objeto` ligado ao `button` na variável `obj` trocará de lugar com o objeto do botão salvo na variável `bt1` e as suas variáveis `obj` serão atualizadas para receber os objetos trocados de posição. A troca de posição pode ser visualizada na Figura 8. O botão referenciado na variável `verifica`, quando pressionado chama o método `verificar`. Esse método conta quantos botões possuem as mesmas religiões que seus respectivos `Objetos` e envia o resultado para a `UI` em formato de texto juntamente com o número total de botões e, dessa forma, o usuário saberá quantos símbolos classificou corretamente (Figura 9).

Figura 8 - Troca de posição de dois símbolos no jogo Qual tradição ou movimento religioso?



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 9 – Pontuação no jogo Qual tradição ou movimento religioso?



Fonte: elaborado pelo autor.

O *script* `marcadorMemoria`, que é anexado aos `GameObjects` dos marcadores do jogo da memória utilizam um método para consultar o `GameController` que notifica ao *script* `marcadorMemoria` se objeto deve aparecer na cena. Quando um marcador do jogo da memória é detectado a pelo `DefaultTrackableEventHandler` o *script* `marcadorMemoria` chama o `whenFound()`. Esse método por sua vez solicita a instância do `Jogador` através do método `FOUND` que retorna verdadeiro ou falso, ativando ou desativando a visualização do símbolo religioso.

O *script* `GameController` é um singleton que possui sua instância pública e é destruído quando muda da cena da Câmera do Aparelho para a cena do Menu. O *script* `GameController` no método `FOUND` verifica se o jogo == 2 (ou seja, se é o jogo da memória) e, se não for o Jogo da Memória, ele retornará verdadeiro, mas, caso contrário, retornará o resultado do método `setPar`. Primeiro o método `setPar` verifica se o objeto já formou um par (pares já encontrados não podem ser vistos). Após esse processo, o método `setPar` verifica se a variável `par` é diferente de `null`, e se essa variável não possuir um valor, ela assume o valor do `marcadorMemoria`. Caso contrário, é verificado se o objeto `marcadorMemoria` possui o mesmo `id` de um das variáveis `par1` ou `par2` e, se nenhuma condição for atendida, é retornado falso.

O *script* `Jogador`, que é anexado ao `GameObject` dos marcadores de ambos os jogadores, é responsável pelas interações de cada jogador no Jogo da Memória com os botões virtuais do marcador. O marcador `jogadores` possui três botões virtuais. O primeiro botão serve para verificar se os marcadores do Jogo da Memória mostrados em cena formam um par, o qual é verificado pelo método `comparaPar` do *script* `GameController`. O segundo botão serve para habilitar a inspeção de objetos virtuais pelo marcador cubo. O terceiro botão encerra a rodada do jogador atual e inicia a roda do próximo jogador. Cada um dos botões virtuais notifica o *script* `GameController` que por sua vez comunica o *script* `UICONTROLLER` que muda a interface visual do aplicativo.

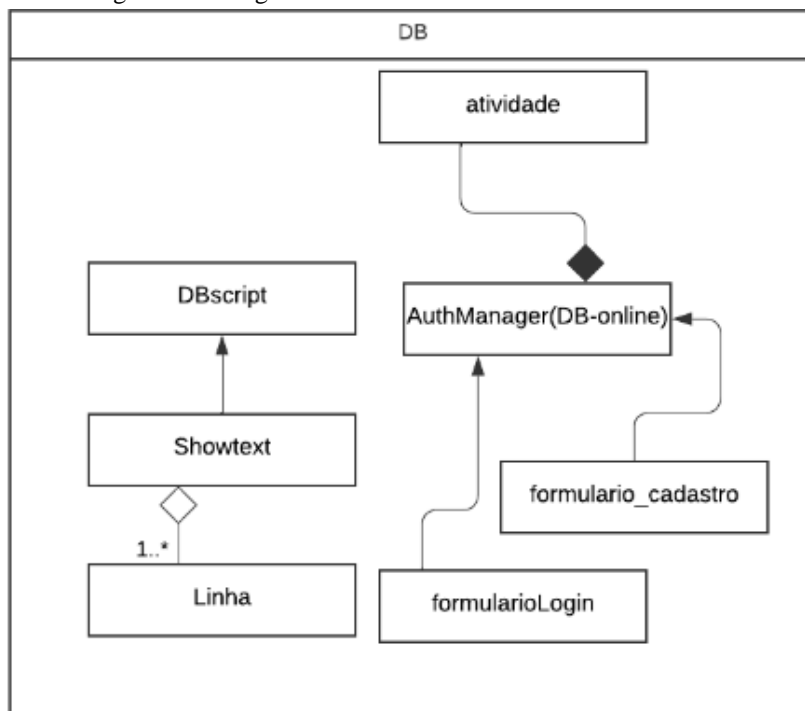
O *script* `GameController` é utilizado também para verificar se dois `marcadorMemoria` formam um par através do método `comparaPar`. Esse método compara se os `marcadorMemoria` armazenados em `par1` e `par2` possuem o `parN` com o mesmo valor numérico e retorna o resultado da comparação. Todo `marcador memoria` possui a variável `parN` para essa comparação.

O *script* `GameController` é utilizado também para controlar quem é o jogador da rodada no Jogo da Memória, e apenas este consegue utilizar a função dos três botões virtuais relacionados ao *script* `Jogador`. No método `limpar` as variáveis `par1` e `par2` são zeradas e o índice que indica qual é o jogador da rodada é atualizado (mudando para próximo jogador) internamente e na interface visual. Após esse processo, é verificado se o número de pares formados é igual ao número máximo de pares, caso seja igual, as pontuações dos jogadores são zeradas e a variável `coletados`, que contém todos os pares coletados será zerada e, dessa forma, reiniciando o jogo.

O *script* `DBscript` controla o banco de dados local utilizando `SQLITE`. Este *script* é um singleton que possui sua instância pública e não é destruído quando muda da cena Menu para a cena da Câmera do Aparelho. Quando o *script* `DBscript` é iniciado o método `GenerateConnectionString` é chamado para obter o caminho relativo cujo banco de dados ficará salvo no aparelho. Esse caminho gerado pelo método poderá ser diferente dependendo do sistema operacional em que o aplicativo está sendo executado. O banco de dados local possui apenas uma tabela chamada

Atividades com quatro colunas: id, tipo da atividade, nome do usuário e pontos da atividade. Esse *script* também possui o método *changeAllnome* para mudar todos os nomes da coluna nome do usuário. O *script* *showtext* é usado para ligar a interface visual ao DBscript. Essa classe possui um *prefab linha* para salvar as informações de cada linha do banco de dados local. Os relacionamentos entre as classes podem ser vistos na Figura 10 do diagrama de classe referentes ao banco de dados.

Figura 10 - Diagrama de classe referentes ao banco de dados



Fonte: elaborado pelo autor.

O *script* *AuthManager* é responsável pela interação com Firebase (banco de dados on-line). Esse *script* é um singleton que possui sua instância pública e não é destruído quando muda da cena Menu para a cena da Câmera do Aparelho. O *script* *AuthManager* possibilita cadastrar um usuário, autenticar um usuário cadastrado e cadastrar uma das atividades cadastradas localmente. O usuário só poderá cadastrar uma atividade no Firebase se estiver autenticado. Para a autenticação do usuário, foi usado o serviço chamado de *firebase Authentication* que verifica a validade do e-mail quando é cadastrado, além de armazenar os e-mails cadastrados. Para cadastrar um usuário no *firebase Authentication*, utiliza-se a variável do tipo *FirebaseAuth*, que utiliza o método *CreateUserWithEmailAndPasswordAsync* que, a partir do e-mail e senha fornecidos pelo usuário, cria um usuário autenticado. As atividades ficarão estruturadas em formato *JSON()* de forma que a entidade principal é *users* seus filhos são as *USERID* para representar os usuários (são utilizadas a própria *USERID* de um usuário autenticado). Cada *USERID* possui um grupo de atividades e cada atividade é guardada por uma chave única, de forma que a atividade é filha da chave *KEY*. As regras para acessar o banco de dados no Firebase estão representadas no Quadro 4. Segundo as regras adotadas apenas um usuário autenticado pelo *firebase Authentication* pode visualizar as atividades dos usuários, e um usuário só pode alterar e criar atividades desde que o usuário tenha o mesmo *id* do que usuário que possui as atividades.

Quadro 4 - Regras de acesso ao Firebase

```

1 {
2   "rules": {
3
4     //".write": "auth != null",
5     "users": {
6       ".read": "auth!=null",
7       "$user_id": { ".write": "$user_id === auth.uid", }
8     }
9   }
10 }

```

Fonte: elaborado pelo autor.

4 RESULTADOS

Esta seção destina-se a apresentar os resultados obtidos com o aplicativo por meio de testes. A subseção 4.1 descreve as considerações do autor a respeito da implementação a partir dos testes de usabilidade com usuários. A subseção 4.2 apresenta uma comparação do resultado com os trabalhos correlatos.

4.1 CONSIDERAÇÕES DO AUTOR E TESTE DE USABILIDADE

O experimento foi realizado na Juventude Evangélica Pomerode Centro (JEPOC) no dia 02/06/2023 no período noturno. Antes de iniciar o questionário, Rafael Sperandio (autor deste artigo) explicou brevemente do que se tratava o aplicativo e o porquê de abordar quatro religiões tão distintas. Após isso, os participantes da pesquisa responderam a primeira parte do questionário que consiste no perfil deles, cujas respostas podem ser vistas na Quadro 5 O total de resposta do questionário foi de 17 participantes, 14 do JEPOC e 3 estudantes dos semestres finais do curso de Ciência da Computação da Universidade Regional de Blumenau (FURB).

Quadro 5 - perfil dos usuários tabela

Idade:	12% Tenho entre 11 e 15 anos 30% Tenho entre 16 e 20 anos 47% Tenho entre 21 e 25 anos 5,5% Tenho entre 26 e 30 anos 5,5% Tenho mais de 30 anos
Nível de Escolaridade:	23,5% Ensino médio incompleto 17,5% Ensino médio completo – 2º grau 53% Ensino superior incompleto 6% Ensino superior completo
Você utiliza dispositivos móveis com qual frequência?	100% Frequentemente
Em qual aparelho você irá utilizar o aplicativo para a realização das tarefas?	95% Celular 5% Tablet
Indique seu grau de familiaridade com Realidade Aumentada:	6% Nunca ouvi falar 53% Conheço, mas nunca utilizei 41% Já utilizei
Indique quantas religiões você conhece bem entre as religiões a seguir Cristianismo, Hinduísmo, Umbanda e Lankão-Xokleng:	76% Conheço bem 1 12% Conhece bem 2 das 4 12% Conheço bem 3 das 4

Fonte: elaborado pelo autor.

Como é possível observar na Quadro 5, a maior parte dos usuários (77%) possuía entre 16 e 26 anos. Apesar das diferentes idades, houve pouca diferença no entendimento das atividades. Mesmo que mais de 50% dos respondentes já tenham iniciado o ensino superior, tendo um considerável grau de instrução, apenas 3 usuários estudam computação e afins. A maior parte dos usuários que disse que já utilizou ou conhece realidade aumentada mencionou seu conhecimento relacionado ao jogo pokémon GO, e é claro com a exceção dos 3 usuários que cursam Ciências da Computação cujo conhecimento estava atrelado à disciplina de realidade aumentada. A grande maioria dos usuários conhece apenas a religião cristã tendo alguns que conheciam um pouco da Umbanda e outros que conheciam também O povo indígena Lankão-Xokleng devido a ter estudado na escola.

A respeito da usabilidade do aplicativo, os usuários conseguiram executar as atividades, mas, em algumas tarefas, foi necessário auxílio, mesmo que algumas vezes o auxílio fosse pedir para o usuário ler novamente uma tarefa. A tarefa que mais gerou confusão nos usuários foi a parte de passar a vez para outro jogador, muitas vezes, os usuários passavam a vez para o jogador 2, mas tentavam usar o marcador do jogador 1. Nesse quesito, faltou uma interface visual melhor para mostrar a qual jogador o marcador está atrelado. A maior parte dos usuários achou o aplicativo intuitivo e fácil de usar, apesar de que, em alguns casos, a falta de experiência com realidade aumentada fez com que alguns usuários tentassem clicar na tela, ao invés de colocar seus dedos entre o botão virtual e a câmera do aparelho. Quanto a ajudar a compreender o conteúdo, muitos usuários disseram que aprenderam algo novo, mas que gostariam de compreender melhor os motivos dos erros cometidos. A maior parte dos usuários teve curiosidade de conhecer um pouco mais de pelo menos uma das religiões apresentadas que desconhecia. Quase todos os usuários disseram que a aplicação pode ajudar na explicação e compreensão de assuntos relacionados à diversidade religiosa e a respeito das religiões apresentadas. Boa parte dos usuários gostou da aplicação, mas alguns disseram que poderia haver algumas melhorias, sendo que 94% dos usuários classificaram a aplicação como boa ou muito boa. A opinião dos usuários quanto à usabilidade pode ser visualizada no Quadro 6

Quadro 6– usabilidade do aplicativo

Das atividades solicitadas, quantas atividades você conseguiu executar sem auxílio?	41% A maior parte 35% Metade das tarefas 24% Menos da metade das tarefas
De modo geral, você achou o protótipo intuitivo e fácil de usar?	94% Sim 6% Não

Se você se considerava com "Muito Conhecimento" sobre as religiões abordadas, a ferramenta conseguiu de algum modo lhe trazer informações novas ou mostrar algo que você não sabia?	83% Sim 16% Não
Se você se considerava com "Pouco Conhecimento" ou "Nenhum Conhecimento" em relação às religiões abordadas, a ferramenta lhe proporcionou uma nova forma de ver este conteúdo e lhe ajudar a compreendê-lo?	92% Sim 7% Não
A ferramenta conseguiu despertar em você interesse em conteúdo ou assuntos relacionados à diversidade religiosa ou em alguma das religiões apresentadas?	82% Sim 18% Não
Você acha que com esta abordagem para a demonstração de conteúdos relacionados ao ensino religioso, possa ajudar na explicação e compreensão de assuntos relacionados a este tema?	94% Sim 6% Não
Qual é a sua avaliação da aplicação?	47% Muito bom 47% Bom 6% Regular

Fonte: elaborado pelo autor.

Ao final de cada atividade, o questionário apresentava uma pergunta sobre como foi a experiência do usuário. Dentre elas, as maiores dificuldades apresentadas foram: o botão virtual não funcionar corretamente em alguns momentos, acostumar-se com as interações da realidade aumentada, falta de conhecimento para responder perguntas e classificar objetos, o jogo da memória foi considerado muito longo pelos usuários, ter muita informação para ler nas perguntas do quiz, às vezes um marcador *memo* duplicava outro marcador *memo*, às vezes os marcadores demoravam em ser reconhecidos (esse efeito está ligado à má iluminação no espaço), e o marcador poderia ser maior para facilitar o jogo. No geral, as dificuldades relatadas foram fáceis de transpor, apenas melhorando a iluminação ou tirando os marcadores e os colocando na frente da câmera novamente. Alguns jogos realmente exigiam mais empenho dos usuários por terem muitas informações a apresentar, como foi o caso do Jogo Quiz e Jogo da Memória. Dessa forma, mesmo com pequenos problemas, os usuários conseguiram utilizar o aplicativo e ter uma boa experiência.

4.2 Comparativo com os trabalhos correlatos

Esta subseção faz uma comparação do aplicativo desenvolvido com os trabalhos correlatos apresentados na seção 2.4. O Quadro 7 apresenta a comparação entre as principais características.

Quadro 7 - Comparativo dos trabalhos correlatos

Trabalhos Correlatos Características	Schmitz (2017)	Setiwan (2019)	Reiter (2018)	Aplicativo desenvolvido
realidade aumentada	sim	sim	sim	sim
interface de usuário tangível	sim	sim	sim	sim
manipulação de objetos virtuais	sim	não	sim	sim
Ferramenta de realidade aumentada	Vuforia	Vuforia	Vuforia	Vuforia
motor gráfico	Unity	Unity	Unity	Unity
plataforma	Android	Android	Android/iOS	Android
ensino religioso	não	sim	não	sim
possui avaliação do ensino	sim	sim	sim	sim
Banco de dados local e online	não	não	não	sim

Fonte: elaborado pelo autor.

A grande diferença entre os correlatos e aplicativo desenvolvido (ReligiAR) foi o tema abordado. O trabalho de Setiwan (2019) até aborda conteúdo a respeito do ensino religioso, mas, diferente do aplicativo aqui desenvolvido, Setiwan (2019) se limita a uma religião. Assim como os outros trabalhos, este aplicativo foi desenvolvido para Android. Outro diferencial deste aplicativo foi utilizar um banco de dados local e um banco de dados on-line para permitir que os usuários vejam suas pontuações e as pontuações de outros usuários. Assim como os outros trabalhos analisados, este artigo apresenta bons resultados nos testes de usabilidade com os usuários.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho mostrou o desenvolvimento de um aplicativo para auxiliar no ensino da diversidade religiosa em escolas. O objetivo de proporcionar uma forma alternativa de mostrar conteúdos relacionados ao ensino religioso foi atendido. O material desenvolvido foi avaliado com usuários e se mostrou uma opção viável para o ensino religioso visto

que grande parte dos usuários o considerou uma boa opção para o ensino religioso. Esse material a partir do Jogo da Memória, do Jogo Qual tradição ou movimento religioso? e do Jogo Quiz, respectivamente, incentiva os usuários a aprender os nomes de símbolos religiosos, a qual religião esses símbolos pertencem e ainda parte dos significados desses símbolos. Embora os testes tenham sido realizados com um grupo pequeno, composto por 17 usuários, teve grande envolvimento e gerou várias discussões sobre qual a possível resposta nas atividades. Além disso, apesar de terem um pouco de dificuldade no início das atividades, os usuários conseguiram se adaptar ao uso do aplicativo com tranquilidade, o que demonstrou uma boa usabilidade.

Por fim, este trabalho deixa uma contribuição social, já que o aplicativo pode ser utilizado como um método alternativo para o desenvolvimento de práticas pedagógicas e educativas de Ensino Religioso, uma vez que esta área carece de materiais na perspectiva não confessional, e que abranja diversidade religiosa. Trazendo assim uma contribuição significativa para a formação docente e o fazer pedagógico de Ensino Religioso. Os kits com os marcadores ficarão disponíveis no Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores (LIFE) da Universidade Regional de Blumenau (FURB) com intuito de ser possível utilizá-lo posteriormente. Vale apontar que o no laboratório LIFE é acessado pelos acadêmicos do curso de Ciências da Religião por isso a escolha desse local. Como contribuição científica, esta pesquisa deixa as soluções encontradas para construir Interface Tangível utilizando Unity e Vuforia. Possui, no entanto, algumas limitações e precisa de aparelhos com um melhor desempenho de hardware e um espaço com uma iluminação forte para que possua uma boa usabilidade com os marcadores.

Para possíveis extensões desse trabalho ressalta-se principalmente a inclusão de outros movimentos e tradições religiosas, novas perguntas para os objetos que já estão presentes, procurar alternativas para melhorar o desempenho no uso da realidade aumentada e propor novos jogos que abordem espaços religiosos ou outras unidades temáticas presentes na BNCC.

REFERÊNCIAS

- BILLINGHURST, M; WESTERFIELD, G.; MITROVIC, A. Intelligent augmented reality training for motherboard assembly. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, Springer, v. 25, n. 1, p. 157–172, 2015.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 435 p
- BRASIL. Ministério da Educação. secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018
- ISHII, Hiroshi. Tangible bits: beyond pixels. In: **CONFERENCE ON TANGIBLE AND EMBEDDED INTERACTION**, 2., 2008, Bonn, Alemanha. Anais. New York: Association for Computing Machinery, 2008. p. xv–xxv.
- REITER, Ricardo Filipe. **AnimAR: Desenvolvimento de uma ferramenta para criação de animações com Realidade Aumentada e Interface Tangível**. 2018. 80 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) -Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Educação. **Currículo base da educação infantil e do ensino fundamental do território catarinense**. Florianópolis: Secretaria de Estado da Educação, 2019. 492 p
- SCHMITZ, Evandro M. **Desenvolvimento de uma ferramenta para auxiliar no Ensino do Sistema Solar utilizando Realidade Aumentada**. 2017. 94f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciência da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.
- SETIWAN, Andri Bayu. **Perancangan buku interaktif pada pengenalan dan pembelajaran candi di mojokerto berbasis augmented reality**. 2019. 10 f. Tese de bacharelado (bacharelado em Computação e tecnologia da informação). Universitas Islam Majapahit Mojokerto, Mojokerto.
- SORIANO, Aldir Guedes. **Liberdade Religiosa no Direito Constitucional e Internacional**. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2002.
- SORIANO, Ramón. **Las libertades públicas**. Madri: Tecnos, 1990.
- TORI, Romero; HOUNSELL, Marcelo da Silva; KIRNER, Claudio. Realidade Virtual. **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**. 3. ed. Porto Alegre: Editora SBC, 2020. 496p.
- ULLMER, Brygg.; ISHII, Hiroshi. Emerging frameworks for tangible user interfaces. In: CARROL, John M. (Ed.). **Human-Computer Interaction in the New Millenium**. Ann Arbor, MI, U.S.A: University of Michigan. Ann Arbor, 2001. p. 579-601.

Unity. **FUNDAMENTOS DA RA** [2022?a]. Disponível em: <https://unity.com/pt/unity/features/arfoundation> Acesso em: 27 nov.2022.

Unity. **AR anchor manager** [2022?b]. Disponível em: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.arfoundation@4.1/manual/anchor-manager.html> Acesso em: 27 nov.2022.

Unity. **Level up your code with game programming patterns**. [2022?c] Disponível em: <https://resources.unity.com/ebooks/level-up-your-code-with-game-programming-patterns>. Acesso em: 01 jul. 2023.

VUFORIA. **Getting Started** [2021?a]. Disponível em: <https://library.vuforia.com/> Acesso em: 27 nov.2022.

VUFORIA. **Using Vuforia Engine with Unity as a Library (UaaL)** [2021?b]. Disponível em: <https://library.vuforia.com/unity-extension/using-vuforia-engine-unity-library-uaal/> Acesso em: 27 nov.2022

VUFORIA. **Vuforia Engine and AR Foundation** [2021?c]. Disponível em: <https://library.vuforia.com/unity-extension/vuforia-engine-and-ar-foundation> Acesso em: 27 nov.2022.

VUFORIA. **Vuforia Target Manager** [2021?d]. Disponível em: <https://library.vuforia.com/getting-started/vuforia-target-manager> Acesso em: 27 nov.2022.

WANG, X.; ONG, S. K.; NEE, A. Y. C. A comprehensive survey of augmented reality assembly research. **Advances in Manufacturing**, v. 4, n. 1, p. 1-22, 2016.

WILLIAMS II, D. **Foundations and Future of Augmented Reality and eCommerce How augmented reality will impact online retail**. Scotts Valley: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017.