

INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ

KRISTIANO PASINI DE OLIVEIRA

**O USO DE TECNOLOGIAS PARA O ENSINO DA ANATOMIA DE
ANIMAIS**

LONDRINA

2019

INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ

KRISTIANO PASINI DE OLIVEIRA

**O USO DE TECNOLOGIAS PARA O ENSINO DA ANATOMIA DE
ANIMAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso Técnico em Informática Integrado ao
Ensino Médio do Instituto Federal do Paraná.

Orientador: Reinaldo Benedito Nishikawa

LONDRINA

2019

FOLHA DE APROVAÇÃO

KRISTIANO PASINI DE OLIVEIRA

O USO DE TECNOLOGIAS PARA O ENSINO DA ANATOMIA DE ANIMAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Técnico em Informática.

Orientador: _____

Prof. Orientador

Prof. Componente de Banca 1

Prof. Componente de Banca 2

Londrina, ____ de _____ de ____

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Reinaldo Benedito Nishikawa pela ajuda e apoio durante a realização deste trabalho.

À minha turma pelo apoio durante os quatro anos de curso.

À minha família por estar sempre ao meu lado na vida escolar.

A todos os meus colegas de classe, em especial: João Victor Messias Romagnoli, Danilo Timóteo Calcanhoto, Guilherme Akira Demenech Mori e Jorge Victor dos Santos Ribeiro que contribuíram tanto para o desenvolvimento deste trabalho quanto para minha vida acadêmica.

Ao Instituto Federal do Paraná e todo seu corpo docente pelo ótimo desempenho como instituição pública de ensino, fornecendo diversas oportunidades como os cursos de jogos digitais em Unity e processamento de imagens, essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho busca desenvolver um aplicativo para smartphones, voltado principalmente aos estudantes de ensino fundamental, capaz de projetar um espécime de animal e permitir seu estudo anatômico por meio da Realidade Aumentada (RA). Neste âmbito, foram utilizados estudos que demonstram as capacidades desta tecnologia, a fim de relacioná-los aos requisitos impostos pelo ambiente do processo de ensino e aprendizagem. Fez-se necessária a análise socioeconômica dos componentes da educação brasileira para comprovar a possibilidade de aplicação deste tipo de tecnologia nas escolas. A criação do aplicativo foi embasada no paradigma de prototipação da Engenharia de Software. O motor de jogo Unity foi adotado como ambiente para o desenvolvimento do sistema, devido a sua integração com a plataforma de RA Vuforia. Para elaborar os componentes de design se consagraram como ferramentas os softwares Blender 3D e Adobe Illustrator. Obteve-se como resultados o protótipo inicial, formado apenas pelo modelo de um felino, e seu respectivo diagrama de atividades.

Palavras-chave: Realidade Aumentada. Tecnologias na educação. Anatomia animal.

ABSTRACT

This paper aims to develop an application to be used on smartphones, whose main public are middle school students, capable of projecting an animal and allowing its anatomy analysis by using the Augmented Reality (AR) technology. In this context, studies that showed the capacities of this technology were used to relate them to the requirements imposed by the environment of the teaching and learning process. Emerged the necessity of the socioeconomics analysis of the brazilian education in order to verify the possibility of an application of this type of technology in schools. The application's creation was based on the prototyping paradigm proposed by the Software Engineering area. The game engine Unity was adopted as an developing environment because of its integration with the AR platform Vuforia. Blender 3D and Adobe Illustrator were used to elaborate the design components. The following results were obtained: the initial prototype which was made with only a feline model and its respective activities diagram.

Key-words: *Augmented Reality. Technologies in education. Animal anatomy.*

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Exemplo de marcador utilizado em sistemas de visão por vídeo baseado em monitor	15
FIGURA 2 – Professores que acessaram a internet pelo telefone celular em atividade com os alunos em 2016 e 2017.	17
FIGURA 3 – Percentual de pessoas com 10 anos ou mais de idade, que tinham telefone móvel celular para uso pessoal, segundo a condição de estudante e a rede de ensino que frequentavam - 2015.	18
FIGURA 4 – Exemplo de modelo no software Biosphera 3D	20
FIGURA 5 – Parte dos modelos disponíveis no software Dissection Lab.	21
FIGURA 6 – Processo de dissecação de um sapo no Dissection Lab.	22
FIGURA 7 – Exemplo de diagrama elaborado no software Astah Community.	23
FIGURA 8 – Tela inicial da <i>game engine</i> Unity.	24
FIGURA 9 – Adição do componente vuforia durante a instalação do Unity.	26
FIGURA 10 – Adição da licença de desenvolvedor no site da plataforma Vuforia.	27
FIGURA 11 – Aba target manager no site Vuforia engine.	27
FIGURA 12 – Parâmetros para a criação de um target.	28
FIGURA 13 – Interface inicial do Blender.	29
FIGURA 14 – Interface do software Adobe Illustrator CC.	30
FIGURA 15 – Modelos coletados do site stlfinder.	31
FIGURA 16 – Tela do site QR Code Generator	31
FIGURA 17 – Diagrama de prototipação	34
FIGURA 18 – Diagrama de atividades do aplicativo	35
FIGURA 19 – Modelo de felino construído no software Blender 3D	36
FIGURA 20 – Tela inicial do sistema.	37
FIGURA 21 – Tela inicial do sistema após a seleção do animal.	37
FIGURA 22 – Marcador utilizado para o tratamento da RA	38
FIGURA 23 – Visão da parte externa do animal no aplicativo.	39
FIGURA 24 – Menu para exibição das estruturas e visão esquelética do animal.	39

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CETIC – Centro Regional de Estudos para Desenvolvimento da Sociedade da Informação

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

RA – Realidade Aumentada

RV – Realidade Virtual

TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação

UML – *Unified Modeling Language*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 DESENVOLVIMENTO	12
2.1 REALIDADE AUMENTADA	12
2.2 A PRÁTICA DA DISSECAÇÃO	13
2.3 VIRTUALIZAÇÃO DE PROCESSOS	14
2.4 USO DAS TICs NA EDUCAÇÃO	16
2.5 CONTEXTO SOCIOECONÔMICO DOS ALUNOS	18
2.6 TRABALHOS RELACIONADOS	19
2.6.1 4D ANATOMY	19
2.6.2 BIOSPHERA 3D	20
2.6.3 DISSECTION LAB	21
3 METODOLOGIA	23
3.1 MATERIAIS	23
3.1.1 ASTAH COMMUNITY	23
3.1.2 UNITY	24
3.1.3 VUFORIA ENGINE	25
3.1.4 BLENDER	28
3.1.5 ADOBE ILLUSTRATOR CC	29
3.1.6 COLETA DE MODELOS 3D	30
3.1.7 QR CODE GENERATOR	31
3.2 MÉTODOS	32
3.2.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	32
3.2.2 ENGENHARIA DE SOFTWARE - PROTOTIPAÇÃO DE SOFTWARE	33
4 RESULTADOS	35
4.1 MODELO 3D	35
4.2 APLICATIVO	36
5 CRONOGRAMA	40
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) podem ser entendidas como tecnologias capazes de oferecer maneiras eficientes de processar e trocar informações com diversos objetivos, permitindo a criação de sistemas computacionais embutidos nos mais diferentes dispositivos eletrônicos, que combinam poder computacional e meios de comunicação (telefonia, rádio, TV, Internet etc.) (BARBOSA e SILVA, 2010).

O ambiente escolar, por exemplo, é um dos locais nos quais essas novas tecnologias foram introduzidas. É coerente, na educação, o uso das TICS, visto as demandas decorrentes da nova ordem econômica mundial (BORGES e FLEITH, 2018). Tecnologias como os celulares, por exemplo, são popularizadas entre os estudantes e utilizadas cotidianamente. Porém, grande parte dos recursos ali presentes, não se concretizam como ferramentas úteis para o processo de ensino-aprendizagem. Pelo contrário, como apresenta Ramos (2012), muitos alunos utilizam os celulares, excessivamente, como forma de distração, tendo como consequência o próprio processo de aprendizagem prejudicado.

A possibilidade de instrumentalização das TICs trazidas pelos alunos, como ferramentas no processo de ensino-aprendizagem, se mostra como um ponto importante para a melhoria da qualidade da educação nas escolas. Uma das contribuições é o desenvolvimento da criatividade e da motivação dos alunos em relação às aulas.

“Estudos internacionais têm revelado significativas contribuições do uso de TIC para o desenvolvimento da criatividade e motivação (Antonenko & Thompson, 2011; Barak et al., 2011; Bertacchini, Bilotta, Pantano, & Tavernise, 2012; Jackson et al., 2012). Entretanto, não basta incorporar recursos tecnológicos à prática pedagógica. É necessário capacitar os professores para uso crítico e criativo das ferramentas disponíveis (Coll & Monereo, 2010; Silva, Joly, & Rueda, 2012; Kenski, 2011; Valente, 2005). “ (BORGES e FLEITH, 2018, p. 3)

Entretanto, além dos benefícios da utilização das TICs na educação, surge como consequência, a necessidade da capacitação dos professores frente a esse tipo de tecnologia. Levando em consideração a necessidade de apresentação da

TIC e sua forma adequada de utilização, ao alunos, é essencial o entendimento técnico dos docentes sobre a mesma. De forma que esta tecnologia seja capaz de auxiliar adequadamente o processo de ensino-aprendizagem, servindo como mais um instrumento para o ensino.

A Realidade Aumentada consiste em técnicas avançadas de interface computacional, que permitem a sobreposição de objetos virtuais no mundo real (KIRNER e SISCOOTTO, 2007). A utilização desse tipo de tecnologia no espaço escolar têm um potencial muito grande de desenvolvimento, que até agora foi pouco explorado. A criação de ferramentas para o ensino que desfrutem desta tecnologia visa facilitar a aprendizagem dos alunos, devido a sua maior capacidade de instigar a participação destes no processo (FERREIRA, 2014). Em muitos casos, os estudantes estão extremamente adaptados aos dispositivos eletrônicos, mas utilizam materiais educacionais pouco atrativos a sua realidade (ZORZAL *et al.*, 2008, p.10).

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um aplicativo capaz de simular, através da Realidade Aumentada, a realização de estudos anatômicos de animais, suficiente para garantir o interesse do aluno do ensino fundamental e da forma mais acessível possível em relação aos requisitos tecnológicos estruturais. Dessa maneira, certas aulas de anatomia tornar-se-iam mais fáceis de serem ministradas, devido a dispensa da necessidade de materiais biológicos físicos. Tendo como objetivos específicos: estudar as diferenças entre Realidade Virtual e Realidade Aumentada, analisar a efetividade das TICs na educação, compreender o processo de capacitação de professores em relação às tecnologias da informação, levantar dados sobre aplicativos relacionados ao estudo da anatomia de animais e desenvolver e coletar modelos 3D da anatomia de animais.

Tal necessidade surge, a partir da aprovação de regulamentações que inviabilizam ou dificultam os processos de dissecação e vivissecação para o aprendizado. Temos como exemplo a LEI N.º 11.794 (BRASIL, 2008) que proíbe o uso de animais em estabelecimentos de ensino fundamental e médio, sejam eles públicos ou privados, em todo o território brasileiro. Dessa forma, a tecnologia, por meio da RA, poderia suprir, em partes, essa carência.

Este trabalho de conclusão de curso está organizado e dividido nas seguintes seções: Introdução, Desenvolvimento, Metodologia, Resultados e Considerações Finais.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REALIDADE AUMENTADA

A tecnologia de Realidade Aumentada (RA), de forma mais detalhada, é uma tecnologia que permite ao utilizador transportar o ambiente virtual para o seu espaço em tempo real por meio de um dispositivo tecnológico, podendo este usar a interface do ambiente real para manusear os objetos reais e virtuais (SILVA; 2013 apud FERREIRA, 2014 p. 22). Teve seu surgimento datado durante o decorrer da II Guerra Mundial. Desenvolveu-se posteriormente devido aos simuladores de voo para a força aérea (DUARTE; 2006 apud FERREIRA, 2014, p. 23). Percebe-se como o desenvolvimento das TICs possuía traços de interesses voltados à belicosidade, sendo ou não explicados pelas demandas de períodos conflituosos. Só anos depois que esse tipo de tecnologia passou a ser utilizado em outras áreas como o entretenimento.

A RA teve maior evolução *a posteriori* ao desenvolvimento da Realidade Virtual (RV). Segundo Ferreira (2014, p. 27), durante décadas, as duas tecnologias permaneceram indistintas, sem definições específicas para cada uma. Os dois termos só foram entendidos como pertencentes a dois tipos diferentes de tecnologia, quando Tom Caudell utilizou em 1990 o termo Realidade Aumentada para se referir a um sistema de projeção da linha de montagem de equipamentos de aeronaves, um ano após Jaron Lanier apresentar o termo Realidade Aumentada à comunidade científica. Passa-se a compreender a RA como à sobreposição de objetos virtuais ao ambiente real (FERREIRA, 2014, p. 27), enquanto a RV é composta por uma interface avançada de usuário que permite

uma interação em tempo real com ambientes virtuais tridimensionais que usufruem de outros sentidos ademais da visão, como a audição e o tato (KIRNER e SISCOOTTO, 2007, p. 6 e 7).

Atualmente, encontramos a RA sendo utilizada para os mais diferentes fins e a encontramos em filtros fotográficos como os do Instagram e do Snapchat, ou em jogos como o Pokémon Go da empresa Niantic, que se propôs a utilizar desta tecnologia para estabelecer uma jogabilidade mais atraente para os usuários, transformando as relações que tínhamos com a interface digital em jogos para dispositivos móveis. Mais recentemente, a Microsoft anunciou o lançamento de um novo jogo baseado na mesma tecnologia, o Minecraft Earth. No jogo, através do celular, visualiza-se um mundo onde as construções virtuais estão presentes. Diante desse cenário, é consonante a sua aplicação também na educação, visto que os jovens e crianças estão em contato direto e possuem o conhecimento para lidar com a RA e que a mesma apresenta grande capacidade tecnológica.

2.2 A PRÁTICA DA DISSECAÇÃO

“Dissecação (ou dissecção) significa o ato de dissecar, de separar as partes de um corpo ou de um órgão. Emprega-se tanto em anatomia (dissecção de um cadáver ou parte deste) como em cirurgia (dissecção de uma artéria, de uma veia, de um tumor etc.)” (REZENDE, 2014).

A realização de atividades práticas em cursos laboratoriais, como é apresentado por Yasser e Tolba (2009, apud CURY, CENSONI e AMBRÓSIO 2013, p. 2), possui uma grande importância científica para a educação em geral, levando a uma evolução significativa tanto na parte acadêmica quanto na aprendizagem dos estudantes.

Para que atividades de estudo anatômicos, envolvendo essa prática, ocorram, são necessários diversos utensílios de laboratório e do próprio cadáver do animal a ser estudado. Isso faz com que haja o surgimento de pautas como a conservação dos materiais discutida por Cury, Censoni e Ambrósio (2013), e a

bioética, relacionada ao respeito ao meio ambiente e aos animais.

2.3 VIRTUALIZAÇÃO DE PROCESSOS

Um processo é definido como uma sequência de passos realizados para se atingir determinado objetivo. Existem dois tipos de processos: os físicos que necessitam de interação física entre pessoas e/ou objetos e pessoas, e os virtuais, no qual esta não se faz mais necessária (Overby, 2008 p. 278).

Em paralelo a essas duas vertentes diferentes de processos, surge o que se denomina virtualização de processos. Esse conceito é importante na análise da possibilidade de um processo físico ser realizado virtualmente. Como apresenta Noveli e Albertin.

[...] as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) têm permitido que processos antes dependentes da presença física de pessoas ou objetos em um mesmo local e momento ocorram agora sem esses limites, ao que se denomina virtualização de processos (2017, p. 3).

Neste contexto, é pertinente a análise da viabilidade de realizar a dissecação para estudo anatômicos, comumente feita de forma física, por procedimentos realizados virtualmente. Para que isso seja possível, as TICs devem possuir a capacidade de transformar as relações de interação desta tarefa. A capacidade da tecnologia de RA, apresentada anteriormente, deve ser analisada de acordo com o estudo dos requisitos para a virtualização do processo de dissecação animal. De acordo com a descrição dos conteúdos midiáticos como o Pokemon Go e o Minecraft Earth, vê-se como a RA é capaz de permitir interações notáveis com objetos projetados no mundo real através de uma interface computacional.

O processo de dissecação demanda majoritariamente uma forma de observação tridimensional e clara da anatomia do animal estudado, podendo ser realizada por meio de diferentes sistemas de RA. O utilizado para a produção do software deste trabalho é o “Sistema de visão por vídeo baseado em monitor

(Monitor-Based Augmented Reality)”. Neste sistema, por intermédio de uma câmera, capta-se a imagem do mundo real e em seguida esta é combinada, pelo computador, com objetos ou imagens virtuais, gerando um resultado que pode ser concebido em um monitor. Os objetos virtuais são concebidos por meio do reconhecimento de algum tipo de marcador, responsável por permitir a virtualidade ao ambiente real (FERREIRA, 2014, p. 37). Tem-se na FIGURA 1 um exemplo de marcador.



FIGURA 1: Exemplo de marcador utilizado em sistemas de visão por vídeo baseado em monitor (SILVEIRA, 2011 apud FERREIRA, 2014, p. 37).

A partir dessa tecnologia, é possível a visualização de determinado espécime, através da tela do celular, na bancada de um laboratório ou na própria sala de aula. Também é preciso alguma forma de se interagir diretamente com o mesmo, para que haja manipulação de quais órgãos ou estruturas deseja-se observar na tela em certo momento, podendo ser efetuada a partir da interação manual com elementos dispostos na tela do *smartphone*.

Portanto, conclui-se que há muito potencial para o uso da RA e outras tecnologias para a realização do processo de dissecação de diferentes exemplares dentro de um ambiente virtual. Entretanto, ainda faz-se necessária determinada presença física, ditada pela própria demanda do processo de ensino-aprendizagem.

2.4 USO DAS TICs NA EDUCAÇÃO

Após toda a análise referente à capacidade das TICs utilizadas neste trabalho, é preciso realizar uma investigação da situação educacional das escolas, com enfoque nas instituições públicas. Alunos, professores e servidores estão inclusos em um cotidiano pouco propício a grandes transformações. Contudo, isto é exatamente o que a modernização propõe; considerando que as TICs têm passado por um acelerado desenvolvimento nos últimos anos e, segundo Barbosa S.D.J & Silva, B.S: “[...] estão modificando não apenas o que se faz e como se faz, mas também quem as faz, quando, onde e até mesmo por quê (2010, p. 5).”.

Assim sendo, o uso destas tecnologias como ferramenta para o ensino, apesar de estar presente em alguns casos, sofre fortes resistências; dado que a escola se encontra à margem das transformações ocorridas durante o século XX. À vista disso, é importante que os métodos educacionais sejam modernizados, acompanhando a atualidade dos alunos e assim trazendo maior interesse destes no Processo de Ensino-Aprendizagem (PEA) (SEEGGER et al., 2012, p. 2).

“PEA pode ser considerado uma situação social complexa contendo múltiplos atores, cada um interagindo com intenções e interpretações próprias (Järvelä e Häkkinen, 2002), que envolve pessoas com diferentes habilidades, necessidades e expectativas (Campanella et al., 2008). Resumidamente, pode ser considerado um complexo sistema de interações entre professores e alunos (Kubo e Botomé, 2001) (NOVELI e ALBERTIN, 2017, p. 3).

Dentro do espaço das escolas, as tecnologias devem ser benéficas para os alunos, de forma a auxiliar o PEA. Devido a grande diversidade socioeconômica, cultural e psicológica entre os atores deste processo, torna-se um desafio a implementação de técnicas educacionais que usufruam das novas tecnologias. Entretanto, segundo o CETIC, “[...] para aqueles professores que se dispõem a utilizar as TICs de forma desafiadora para os alunos [...], os resultados são motivadores (PLOMP et al, 2007; CONDIE; MUNRO, 2007)” (2016, p. 21). Isto é, a participação e o esforço dos docentes para a utilização de diferentes

tecnologias, em geral, apresentam bons retornos no que se refere aos benefícios trazidos por estas relações educacionais.

As estatísticas quanto a absorção das TICs por parte dos professores são favoráveis a esse tipo de instrumento. Durante as aulas, como apresenta os dados da pesquisa TIC Educação 2017, realizada pelo CETIC, a realização de atividades com o acesso da internet através de dispositivos móveis cresceu de 49% em 2016 para 56% em 2017.

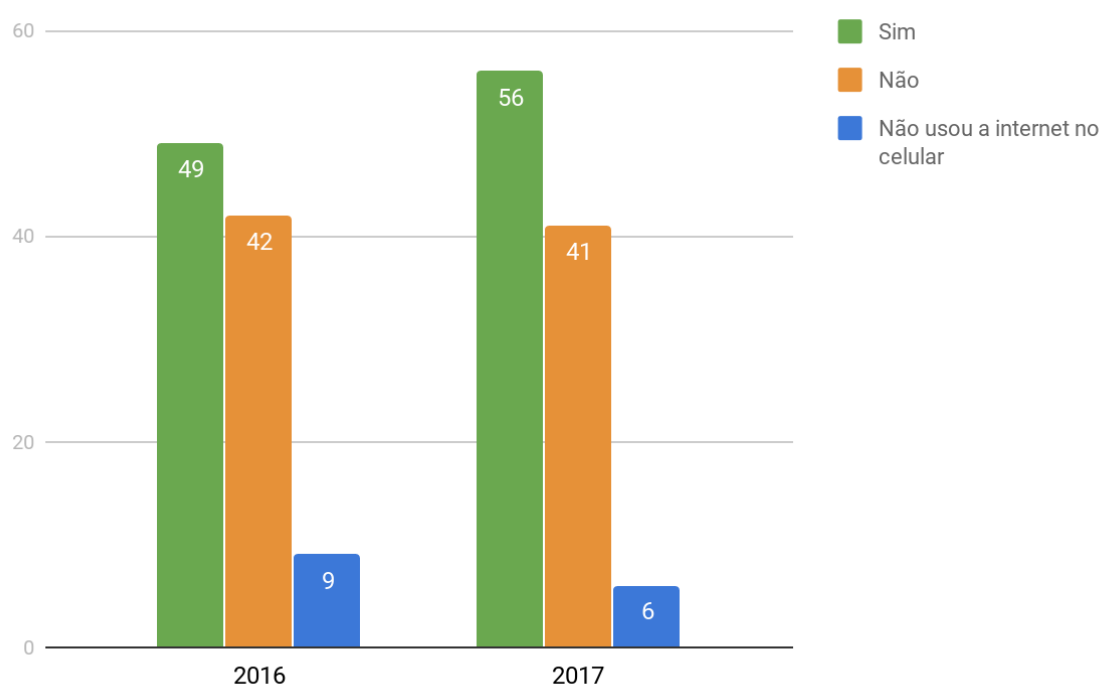


FIGURA 2: Professores que acessaram a internet pelo telefone celular em atividade com os alunos em 2016 e 2017. Fonte: Adaptado de CGI.br/NIC.br, Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br), Pesquisa sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas escolas brasileiras - TIC Educação 2016 e 2017. In: <<http://data.cetic.br/cetic/explore?idPesquisa>>.

Verificamos por meio da FIGURA 2 que a utilização das TICs em sala de aula é realizada por mais da metade dos professores de diferentes instituições de ensino. Ambos os lados, discentes e docentes, estão integrados nesse ambiente. O próprio Ministério da Educação (MEC), como é apresentado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de 1998, corrobora a ideia do uso de tecnologias

que auxiliem no ensino de matérias como as ciências naturais, de forma a evitar somente a aprendizagem livresca. Sendo assim, é viável a criação de ferramentas, levando em consideração esse cenário educacional, que vem se tornando cada vez mais favorável ao desenvolvimento tecnológico.

2.5 CONTEXTO SOCIOECONÔMICO DOS ALUNOS

A utilização da RA na prática pedagógica, apesar de apresentar diversos benefícios, carrega consigo requisitos tecnológicos essenciais para sua utilização. Analisando o contexto socioeconômico do Brasil segundo dados do IBGE de 2015, como mostra a Figura 3, temos que 79,4% dos estudantes com idade igual ou superior a 10 anos, possuíam telefone móvel celular para uso pessoal.

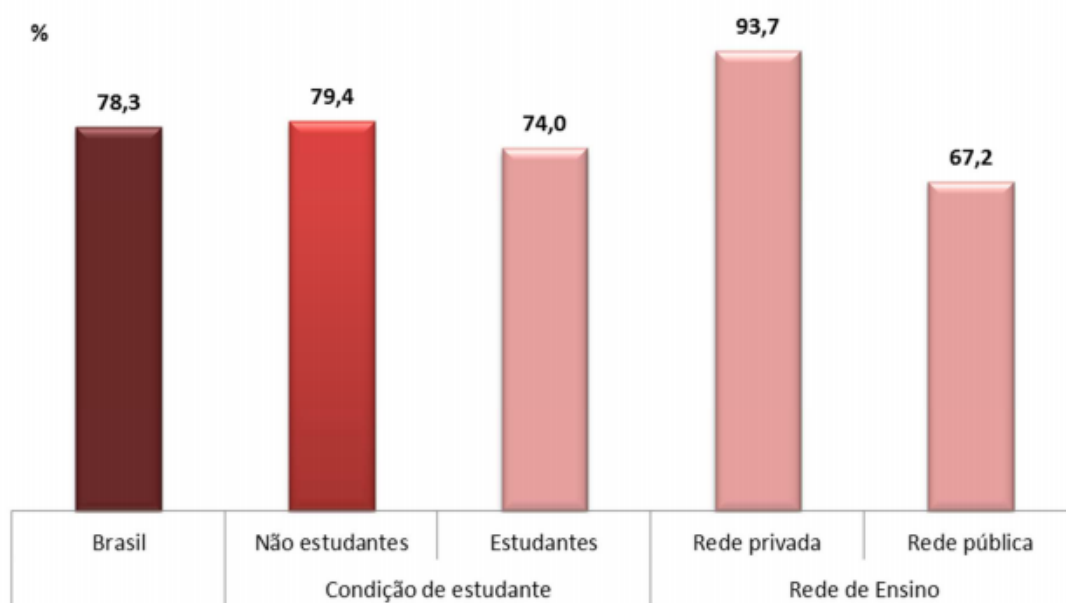


FIGURA 3: Percentual de pessoas com 10 anos ou mais de idade, que tinham telefone móvel celular para uso pessoal, segundo a condição de estudante e a rede de ensino que frequentavam - 2015. Fonte: IBGE (2015, in: <https://bit.ly/2Lwibdz>).

Temos, claramente, que a quantidade de pessoas que possuem telefone móvel celular para uso pessoal é significativo. Mais da metade dos alunos

matriculados em algum tipo de instituição educacional possuem essa tecnologia. Isto é extremamente importante, levando em consideração que as escolas não têm capacidade de proporcioná-la aos estudantes. Devido ao aproveitamento dos celulares para uso no ambiente escolar abranger uma parcela significativa dos envolvidos, é possível sua aplicação como ferramenta de ensino.

2.6 TRABALHOS RELACIONADOS

Já existem, atualmente, algumas plataformas que se apropriam da tecnologia de RA para o ensino de anatomia animal. Porém, possuem determinadas limitações: são voltados a um estudo específico ou não utilizam da tecnologia da RA.

2.6.1 SOFTWARE 4D ANATOMY

O software 4D Anatomy permite a interação dos usuários com um modelo 3D complexo, englobando mais de duas mil estruturas anatômicas.

[...] 4D Anatomia Interativa é também um recurso vital para quem não tem acesso a laboratórios de dissecação, mas reconhece a importância do aprendizado de anatomia através do uso de espécimes reais de seres humanos. [...] Usuários institucionais incluem faculdades de medicina, bibliotecas, e universidades por todo o mundo (Tradução do autor, 4D INTERACTIVE ANATOMY, 2018, in: <https://www.4danatomy.com/about>).

O trecho em questão demonstra a importância e os possíveis benefícios desse tipo de simulação. São utilizadas fotografias para a construção das estruturas virtuais. Assim sendo, os elementos gráficos não são submetidos a subjetividades artísticas de modelos 3D feitos a mão. Entretanto, além da anatomia humana ser representada de forma extremamente realista e complexa,

fazendo com que o público alvo seja uma população mais adulta, devido a maior dificuldade de compreensão, ela é a única disponibilizada no sistema.

2.6.2 BIOSPHERA 3D

Há também o software Biosphera 3D. Este não inclui somente um espécime humano. Existem no banco de dados diversos outros animais, como cachorros, gatos, pássaros, ratos etc. Os modelos também são formados através de fotos de seres reais. No entanto, o uso da realidade aumentada não se faz presente. Na Figura 4 está representado um exemplo da anatomia interna de um pombo presente no software.



FIGURA 4: Exemplo de modelo no software Biosphera 3D. Fonte: Biosphera.org (2019, in: <https://biosphera.org/br/produto/anatomia-das-aves-em-3d-beta/>).

O preço do software é pouco acessível. Cada espécie deve ser comprada separadamente por um valor de, em média, 40 dólares. Além disso, o software pode ser instalado em um computador apenas. Faz-se necessário a compra de grandes quantidades de licenças para a utilização em ambientes educacionais. O acesso pelos alunos em horários e dias não letivos, é, de fato, inviável, visto que a licença para dispositivos móveis deve ser adquirida separadamente.

2.6.3 DISSECTION LAB

O software Dissection Lab desenvolvido pela Navtek, apresenta sete modelos para serem utilizados pelo usuário (FIGURA 5). Entretanto, apenas o sapo é gratuito.

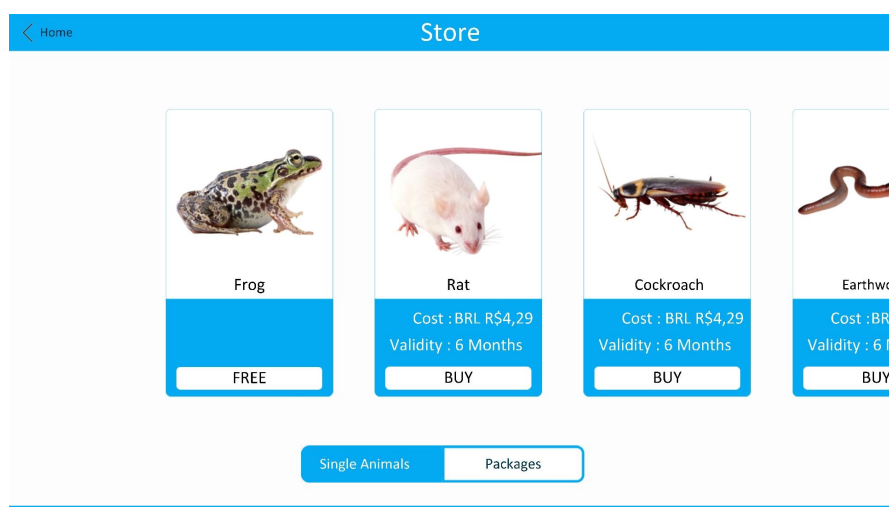


FIGURA 5: Parte dos modelos disponíveis no software Dissection Lab. Fonte: Dissection Lab.

Como diferencial, este aplicativo disponibiliza cinco formas diferentes de se estudar a anatomia do animal. São elas o processo de dissecação, a análise detalhada das estruturas internas e externas do animal, as características próprias do espécime, como a dieta, população, comportamento etc. E por fim um *quiz* para avaliar os conhecimentos adquiridos sobre anatomia.

O processo de dissecação segue uma ordem rigorosa. A liberdade em interagir da forma desejada não é possível. Através de marcações, o usuário, como única opção, deve seguir os passos para poder realizar a análise das partes interiores.

Em relação ao preço, cada animal deve ser adquirido separadamente. Entretanto o valor é ajustado e apresentado em reais e não em dólares, fazendo assim com que o preço seja mais acessível. As estruturas internas não são formadas através de câmeras e *scanners*, como nos outros dois softwares, mas

modeladas manualmente. Dessa forma estudos mais complexos e aprofundados requerem ferramentas mais sofisticadas.

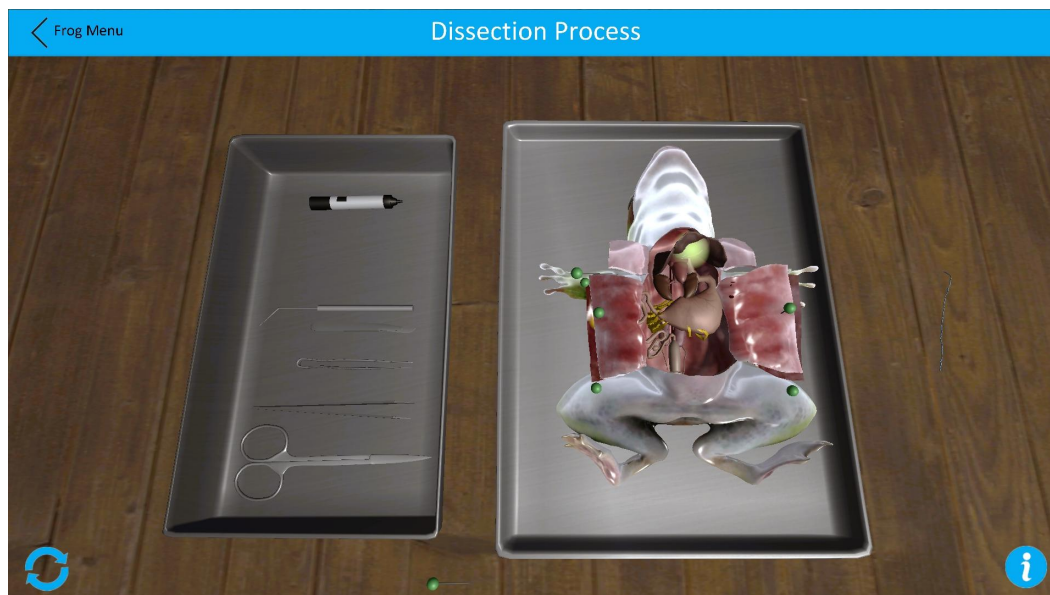


FIGURA 6: Processo de dissecção de um sapo no Dissection Lab. Fonte: Dissection lab.

TABELA 1 – Tabela de comparação dos softwares analisados.

Software	Realidade Aumentada	Variedade de Animais	Complexidade das estruturas	Custo
4D Anatomy	Sim	Não	Alta	Elevado
Biosphera	Não	Sim	Alta	Elevado
Dissection Lab	Não	Sim	Baixa	Baixo
Software proposto pelo autor	Sim	Sim	Baixa	Baixo

Fonte: o autor.

3 METODOLOGIA

Serão aqui apresentadas as ferramentas e os fundamentos da engenharia de software utilizados para o desenvolvimento do aplicativo. Através da análise da situação da educação brasileira e seus atores, realizada anteriormente, percebe-se a possibilidade da aplicação da ferramenta como forma de auxílio ao ensino dos conteúdos de ciências naturais no ensino fundamental, mas não se restringindo somente a estes.

3.1 MATERIAIS

3.1.1 ASTAH COMMUNITY

Com o objetivo de realizar a modelagem do projeto, foi utilizado neste trabalho o software Astah Community, retratado na FIGURA 7, da empresa *ChangeVision*. Conforme o site dos desenvolvedores, o software é uma ferramenta para auxiliar na criação de diagramas UML, como diagramas de casos de uso, classe, atividades, requisitos funcionais e não funcionais etc. (2019, in: <http://astah.net/tutorial>).

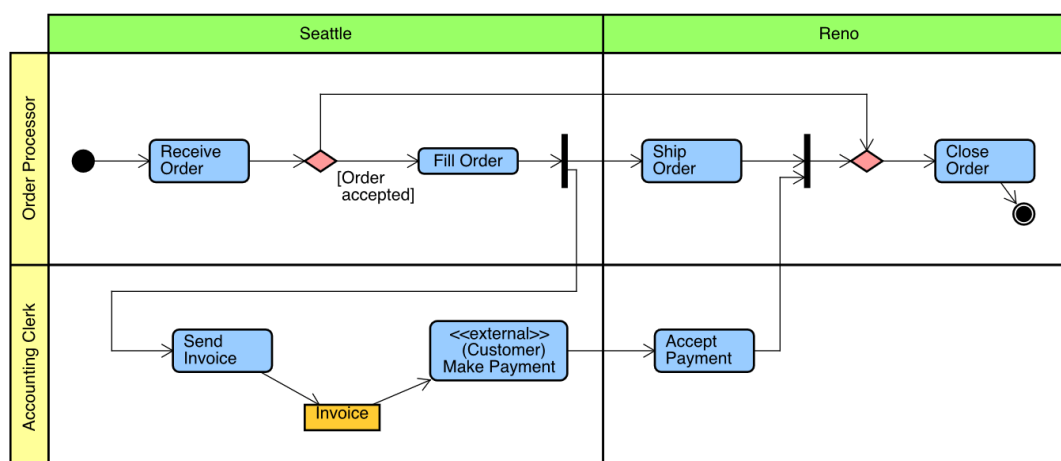


FIGURA 7: Exemplo de diagrama de atividades elaborado no software Astah. Fonte: Astah, in: <http://astah.net/tutorial>.

3.1.2 UNITY

Unity é uma *real-time engine*¹ multiplataforma comumente utilizada para a produção de jogos digitais. Possui em sua ferramenta um ambiente de desenvolvimento próprio, capaz de realizar operações em tempo real, como a iluminação e geração de ambientes, através do processo de renderização baseado em física (UNITY, 2019). A interface do software pode ser observada na FIGURA 8.

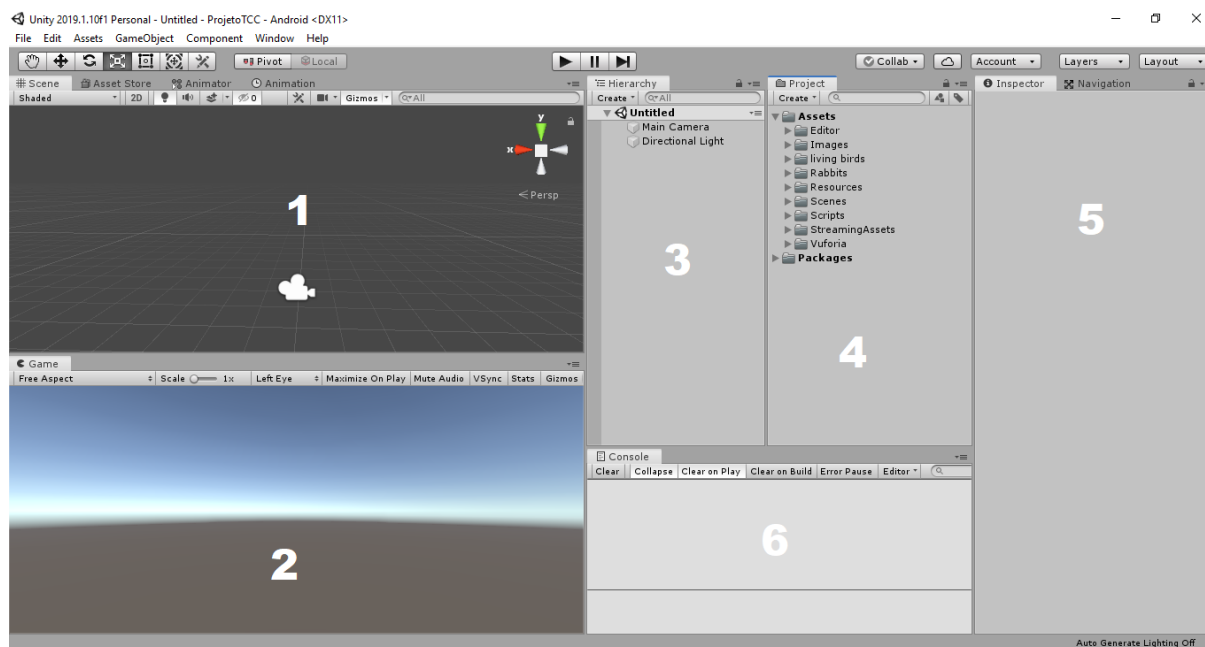


FIGURA 8: Tela inicial da *game engine* Unity. Fonte: Unity.

A plataforma unity possui determinadas abas em sua interface, cada qual destinada a determinada função.

- (1) Cena: ambiente virtual no qual estão presentes os objetos como câmera, formas geométricas, pontos de iluminação etc.
- (2) Jogo: local onde é apresentado uma prévia do funcionamento do jogo. Ao iniciar o teste através do botão de *play* na parte superior, mais ao centro, todos os elementos presentes na cena serão ativados e o desenvolvedor

¹ Motor de jogo que possibilita a renderização de efeitos gráficos em tempo real, a fim de gerar cenários realistas ou fotorrealistas (Unity, 2019).

poderá realizar testes e validar a experiência do jogo.

- (3) Hierarquia: quadro no qual são listados todos os objetos presentes na cena. Estes são dispostos de maneira a representar determinada dependência hierárquica entre os elementos.
- (4) Projeto: painel no qual estão armazenados os arquivos utilizados no jogo. Como imagens, texturas, materiais, modelos 3D, arquivos de áudio.
- (5) Inspetor: aba na qual são transcritas as informações referente ao objeto ou arquivo selecionado. Faz-se possível a modificação e manipulação de seus atributos.
- (6) Console: quadro onde é realizado o *debug*² do que está sendo executado. Mostra as advertências e/ou erros presentes no projeto.

No que tange a programação na plataforma Unity, existem duas IDE's a disponibilidade do desenvolvedor: Monodevelop ou Visual Studio. A Linguagem utilizada nos scripts deste projeto é o C#. Esta é apresentada pela Microsoft (2019), como uma linguagem elegante, orientada a objeto e fortemente tipada, que permite que os desenvolvedores criem uma variedade de aplicativos robustos e seguros. Sua escolha está correlacionada principalmente com o fato da própria plataforma Unity oferecer suporte apenas a esta linguagem, visto que a opção de escolha de realizar a programação em Unity's javascript foi descontinuada.

3.1.3 VUFORIA ENGINE

Vuforia é uma plataforma para desenvolvimento da tecnologia de Realidade Aumentada. Possui suporte para celulares, tablets etc. Além disso, é possível o desenvolvimento de uma RA que desenvolva experiências realistas de interação com objetos e ambientes através da implementação de funções avançadas de visão computacional. (VUFORIA, 2019).

Como mostra a FIGURA 9, através da parceria da Unity com a Vuforia é

² Ato de encontrar e listar os erros e ou problemas presentes no projeto.

possível adicionar componentes que permitem a manipulação da RA dentro da plataforma Unity. Versões a partir da 2019.2 podem adicionar o suporte na própria instalação do software enquanto em *downloads* anteriores se faz necessário adicionar manualmente a engine (VUFORIA, 2019).

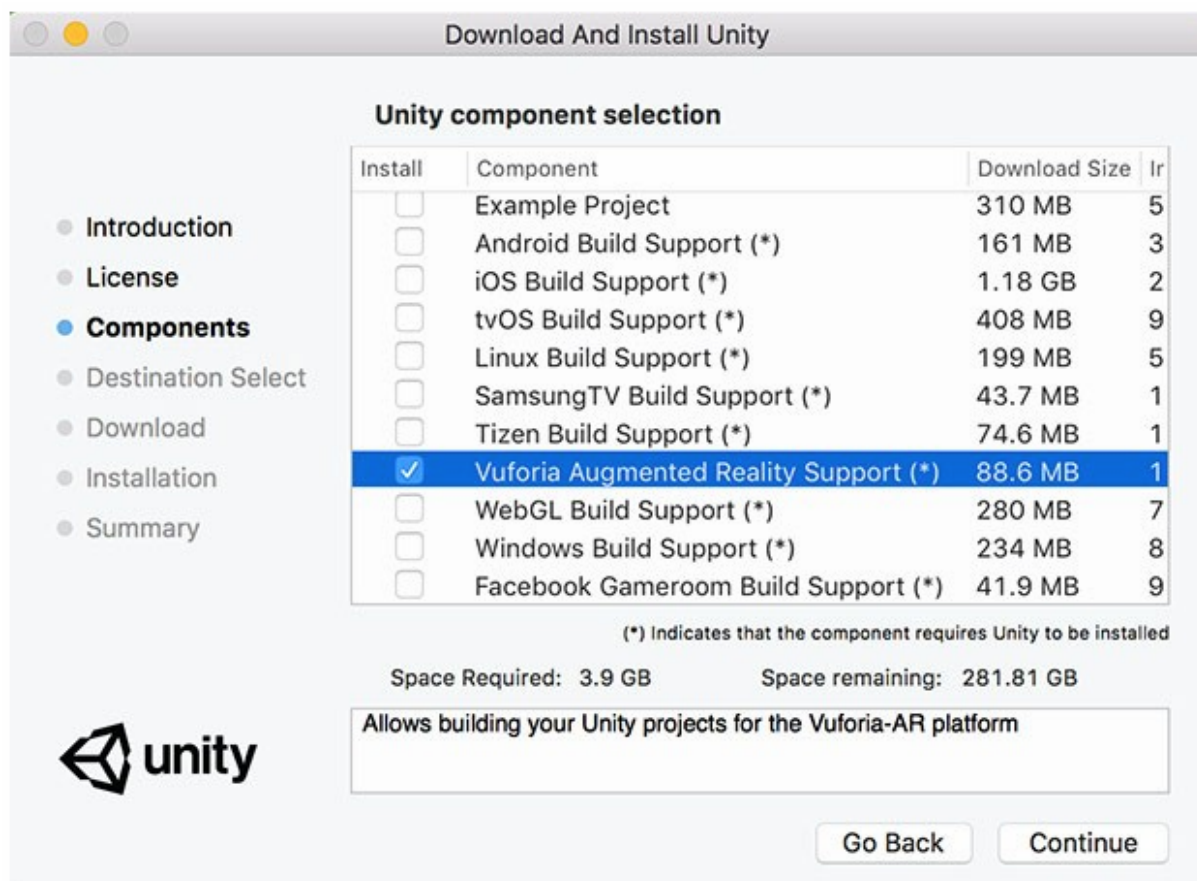


FIGURA 9: Adição do componente vuforia durante a instalação do Unity. Fonte: Vuforia.

Após este procedimento, diversos novos componentes estarão disponíveis para uso no ambiente do Unity. A *AR camera* é a responsável por transformar a visão do jogo em Realidade Aumentada. É preciso estabelecer um *target*, ou seja, a imagem que deve ser reconhecida pela câmera do dispositivo para que seja renderizado o modelo 3D na tela. Para isso, o portal para desenvolvedores do Vuforia disponibiliza a criação de um banco de dados que permite o registro da imagem a ser utilizada e sua opção de download para, então, enviá-la ao projeto Unity desejado. Primeiramente, é necessário efetuar o registro no site para ter acesso aos componentes e as funcionalidades de RA na plataforma. É preciso adquirir uma licença de desenvolvedor para dar início ao processo de utilização

do banco de dados ofertado pelo próprio Vuforia. Esta operação é retratada na FIGURA 10.

Add a free Development License Key

You can change this later

License Key
 Develop
 Price: No Charge
 Reco Usage: 1,000 per month
 Cloud Targets: 1,000
 VuMark Templates: 1 Active
 VuMarks: 100

☐ By checking this box, I acknowledge that this license key is subject to the terms and conditions of the [Vuforia Developer Agreement](#).

Cancel
Confirm

FIGURA 10: Adição da licença de desenvolvedor no site da plataforma Vuforia. Fonte: Vuforia.

No caso da versão gratuita, como é a utilizada neste projeto, a capacidade de registros é menor. Entretanto devido a pouca necessidade de sua aplicação, é suficiente a forma gratuita para suprir os requisitos necessários. Após registrar a licença o próximo passo é a criação do Banco de Dados onde ficará registrado a imagem *target*³. Para isso, na aba “*Target Manager*”, destacada na FIGURA 11, nos é dada a opção de adicionar o banco.

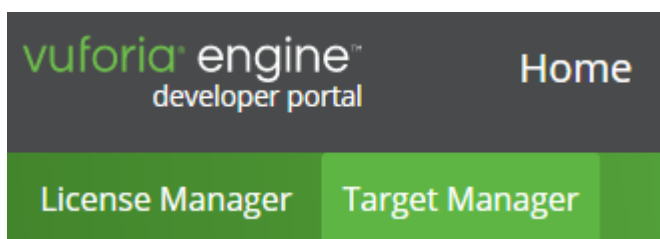


FIGURA 11: Aba target manager no site Vuforia engine. Fonte: Vuforia.



Ao selecionar o banco criado pode-se enviar os arquivos que serão utilizados no aplicativo. Como pode ser visualizado na FIGURA 12, os formatos aceitos não se restringem apenas a imagens simples. Podem ser usados cubóides, cilindros e até mesmo objetos 3D.

³ Imagem que será utilizada como marcador na plataforma Unity.

Add Target

Type:



Single Image
Cuboid
Cylinder
3D Object

File:

.jpg or .png (max file 2mb)

Width:

Enter the width of your target in scene units. The size of the target should be on the same scale as your augmented virtual content. Vuforia uses meters as the default unit scale. The target's height will be calculated when you upload your image.

Name:

Name must be unique to a database. When a target is detected in your application, this will be reported in the API.

FIGURA 12: Parâmetros para a criação de um target. Fonte: Vuforia.

3.1.4 BLENDER

O software Blender é uma ferramenta que oferece materiais para a criação de modelos e animações 3D. As interações são majoritariamente visuais, sem que haja a necessidade de usar programação. O sistema é gratuito e possui seu código aberto ao público. Segundo Brito (2007), o Blender funciona como uma ótima oportunidade para artistas interessados em expandir o seu potencial de criação e se envolver em mercados como o de jogos e animações interativas.

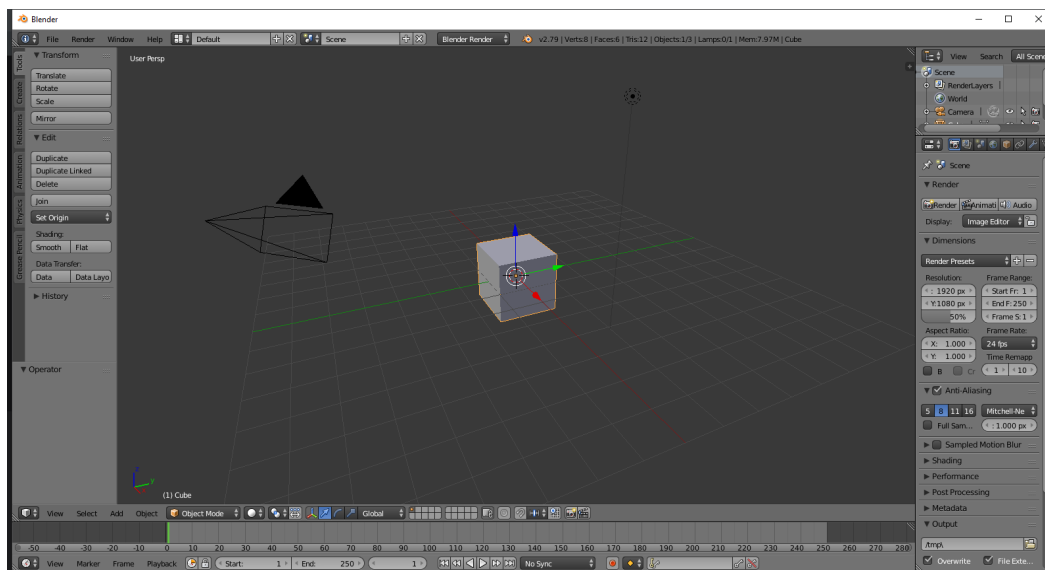


FIGURA 13: Interface inicial do Blender. Fonte: Blender.org.

A FIGURA 13 constitui a visão inicial do usuário com o software. Este foi utilizado para realizar a integração do modelo externo com seus detalhes internos. O uso do Blender se deu, principalmente, devido a grande potência das funcionalidades disponibilizadas e o maior conhecimento do autor acerca de sua utilização.

3.1.5 ADOBE ILLUSTRATOR CC

Com o objetivo de criar algumas partes da interface gráfica do aplicativo, foi utilizado o software Adobe Illustrator CC. Os botões na tela e os menus de navegação foram desenvolvidos nesta ferramenta. De acordo com o site da Adobe, “O Adobe Illustrator é um software padrão para gráficos vetoriais que permite criar logotipos, ícones, desenhos, tipografia e ilustrações para impressão, Web, vídeo e dispositivos móveis.” (2019, in: <https://www.adobe.com/br/products/illustrator.html>). Sua interface pode ser vista na FIGURA 14.

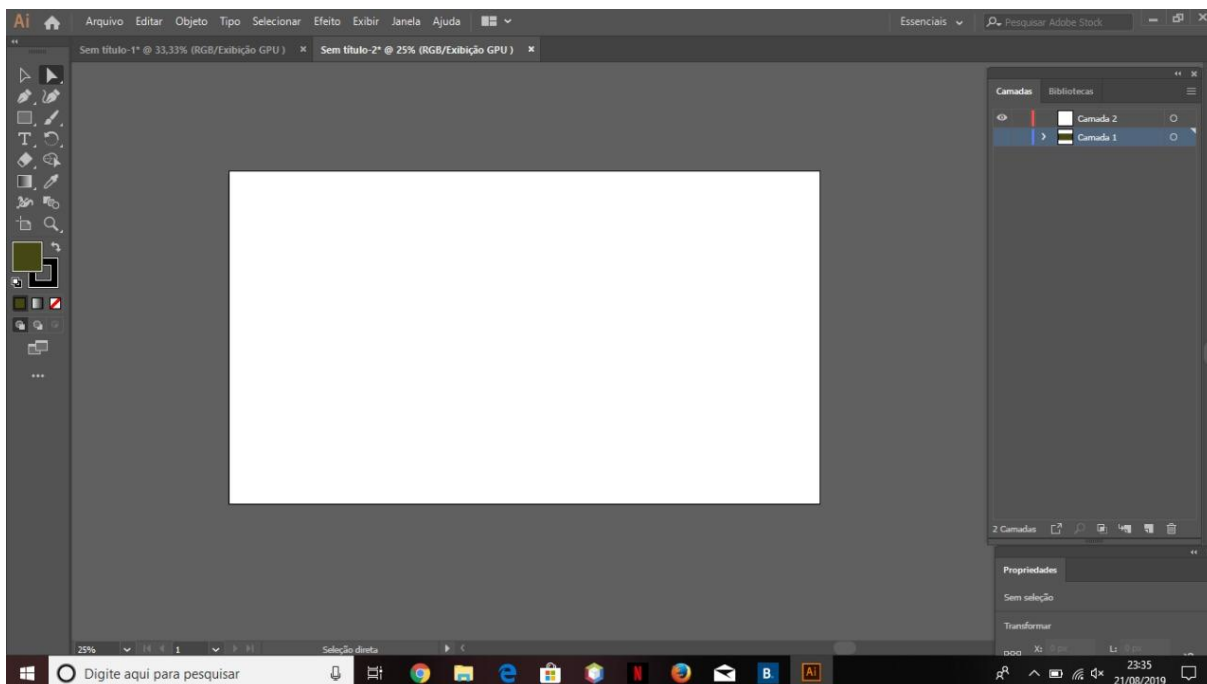


FIGURA 14: Interface do software Adobe Illustrator CC. Fonte: Adobe Illustrator CC.

3.1.6 COLETA DE MODELOS 3D

Para que se apresentasse possível o desenvolvimento do aplicativo se fez necessária a busca por modelos 3D, gratuitos, de animais para serem utilizados como demonstração. As palavras-chave “modelo 3D gato”, “esqueleto 3d gato”, “modelo 3D anatomia felino”, “estruturas 3D gato” serviram como ponto de partida para a busca destes materiais. Dessa forma, foram coletados tanto a estrutura externa quanto o esqueleto de um felino no site stlfinder. A FIGURA 15 apresenta os dois exemplares obtidos.

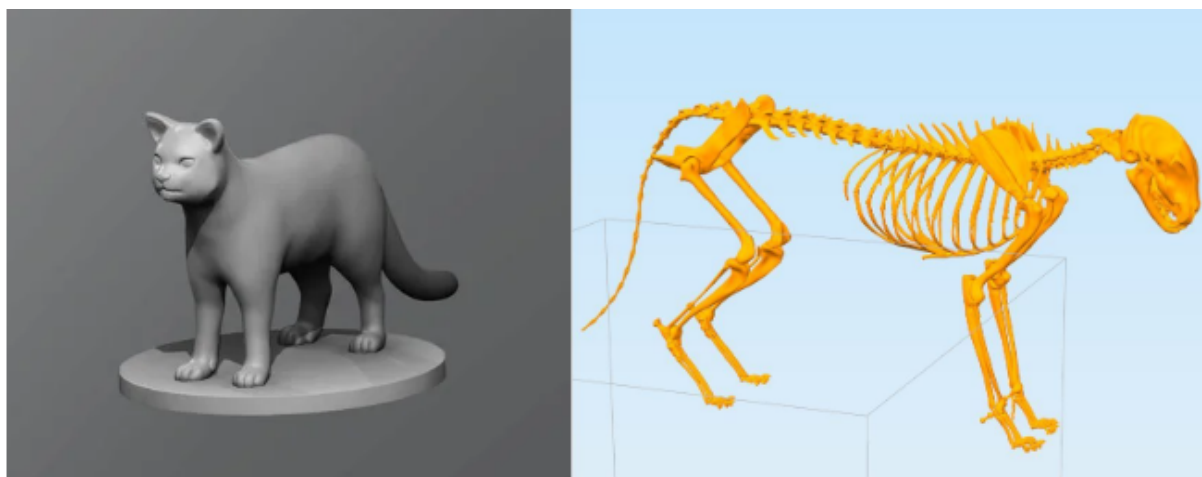


FIGURA 15: Modelos coletados do site stlfinder. Fonte: stlfinder, in: <https://bit.ly/32k48jc>, <https://bit.ly/32iBq2f>.

3.1.7 QR CODE GENERATOR

Para a criação do marcador foi utilizado o site QR Code Generator. Este processo é observado na FIGURA 16. A escolha do QR Code se dá devido a sua grande efetividade no que tange ao seu reconhecimento pela câmera dos dispositivos. O componente foi utilizado, visto que não houve a necessidade de divulgação de links ou arquivos, apenas como marcador para o uso da RA.



FIGURA 16: Tela do site QR Code Generator. Fonte: QR Code Generator (2019, in: <https://bit.ly/2VItiFK>).

3.2 MÉTODOS

3.2.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Anteriormente ao início do desenvolvimento do software foi necessária uma pesquisa referente a toda a esfera relacionada a prática da dissecação de animais e ao ensino através da tecnologia, para que, dessa forma, fosse possível compreender a possibilidade de implantação de uma ferramenta como a aqui proposta. Fez-se necessário o estudo quantitativo de fontes de pesquisa como o IBGE e o CETIC EDUCAÇÃO que comprovassem a existência tanto de materiais físicos quanto da integração dos atores da educação brasileira no contexto tecnológico.

Foram utilizadas diversas bibliotecas online para a aquisição de materiais que serviram de base para os estudos realizados na seção 2. São estas Scielo.org e Google acadêmico majoritariamente. Alguns dos termos que serviram de base para a busca de artigos, livros, trabalhos etc. foram: “tecnologia e educação”, “realidade aumentada para o ensino”, “dissecação através de ferramentas computacionais”, “*smartphones* nas escolas”. Um exemplo de trabalho utilizado foi a Dissertação de mestrado de Joana Rita Santos Ferreira, cujo título é “Realidade Aumentada - Conceito, Tecnologia e Aplicações”, publicado em outubro de 2014.

Em relação aos softwares e documentação base para a produção do aplicativo no Unity, as informações foram retiradas do site oficial dos respectivos desenvolvedores. Como a Microsoft, a Unity, a Adobe e a PTC (empresa que detém os direitos sobre a plataforma Vuforia).

3.2.2 ENGENHARIA DE SOFTWARE - PROTOTIPAÇÃO DE SOFTWARE

Segundo Pressman (2011), o paradigma de prototipação é importante para auxiliar o público alvo do software, para que estes possam compreender o produto final que será produzido, visto que, em alguns casos, os requisitos não são totalmente claros ou conhecidos.

De maneira geral, a prototipação consiste em quatro etapas; são elas: a comunicação, o projeto rápido e sua modelagem, a construção de um protótipo e o emprego, entrega e realimentação. No primeiro estágio, a comunicação, os envolvidos realizam uma reunião a fim de estabelecer os requisitos e o que deverá ser realizado de acordo com a preferência dos interessados (PRESSMAN, 2011). Passa-se então a fase do projeto em si, no qual se realiza todas as etapas para a produção do resultado, mesmo que este esteja em sua forma simplificada. Dessa forma, o protótipo atua como um mecanismo importante para a maior aproximação aos requisitos, pois o *feedback* recebido pelos desenvolvedores garante uma maior aproximação destes com o usuário final do sistema.

No entanto, Pressman (2011) afirma que, mesmo que os protótipos possam ser evolucionários, ou seja, aprimorados após seu entendimento inicial, em alguns casos a prototipação pode se apresentar como um desafio devido a relação usuário-desenvolvedor. Isto se dá porque os interessados, frente a essa versão simplificada, têm uma visão do software em seu estado operacional e acabam por descartar a necessidade de produtos posteriores, solicitando apenas pequenas modificações. Entretanto, no quesito da própria estrutura do programa, este se encontra em sua forma primitiva e não foi desenvolvido de maneira otimizada e organizada. Sob esta perspectiva, o surgimento da necessidade de alguma modificação e/ou atualização posterior do produto, acaba por se apresentar como um grande obstáculo. Portanto, para evitar esse tipo de problema, cabe a equipe de engenharia de software estabelecer ao início do projeto as regras do jogo, ou seja, deve haver concordância de ambas as partes de que o protótipo a ser apresentado não se consagrará como o produto, ainda que uma de suas partes ainda seja utilizada, pois o sistema final deverá ser produzido visando a

qualidade. A Figura 17 traz o esquema base deste paradigma.

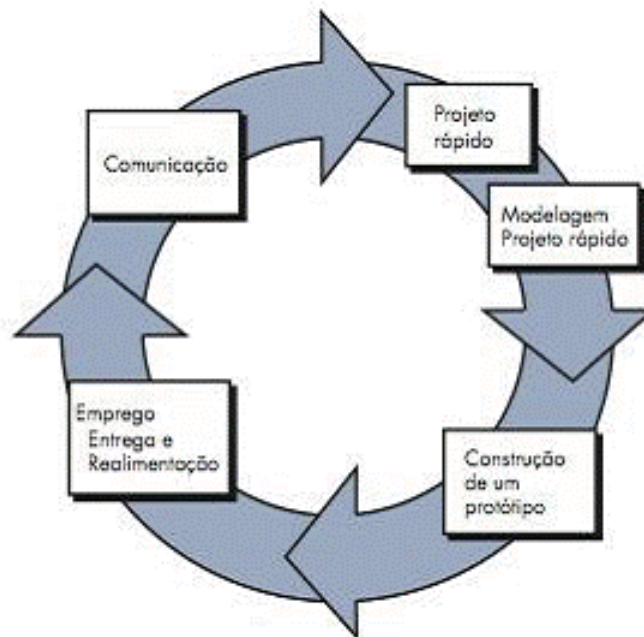


FIGURA 17: Diagrama de prototipação. Fonte: Engenharia de Software (Pressman, 2011)

4 RESULTADOS

Para ilustrar o funcionamento e a interação do usuário com o sistema, foi produzido um diagrama de atividades (FIGURA 18) no software Astah Community. Através dele é possível esquematizar cada atividade realizada dentro do aplicativo e os caminhos que devem ser percorridos para sua utilização.

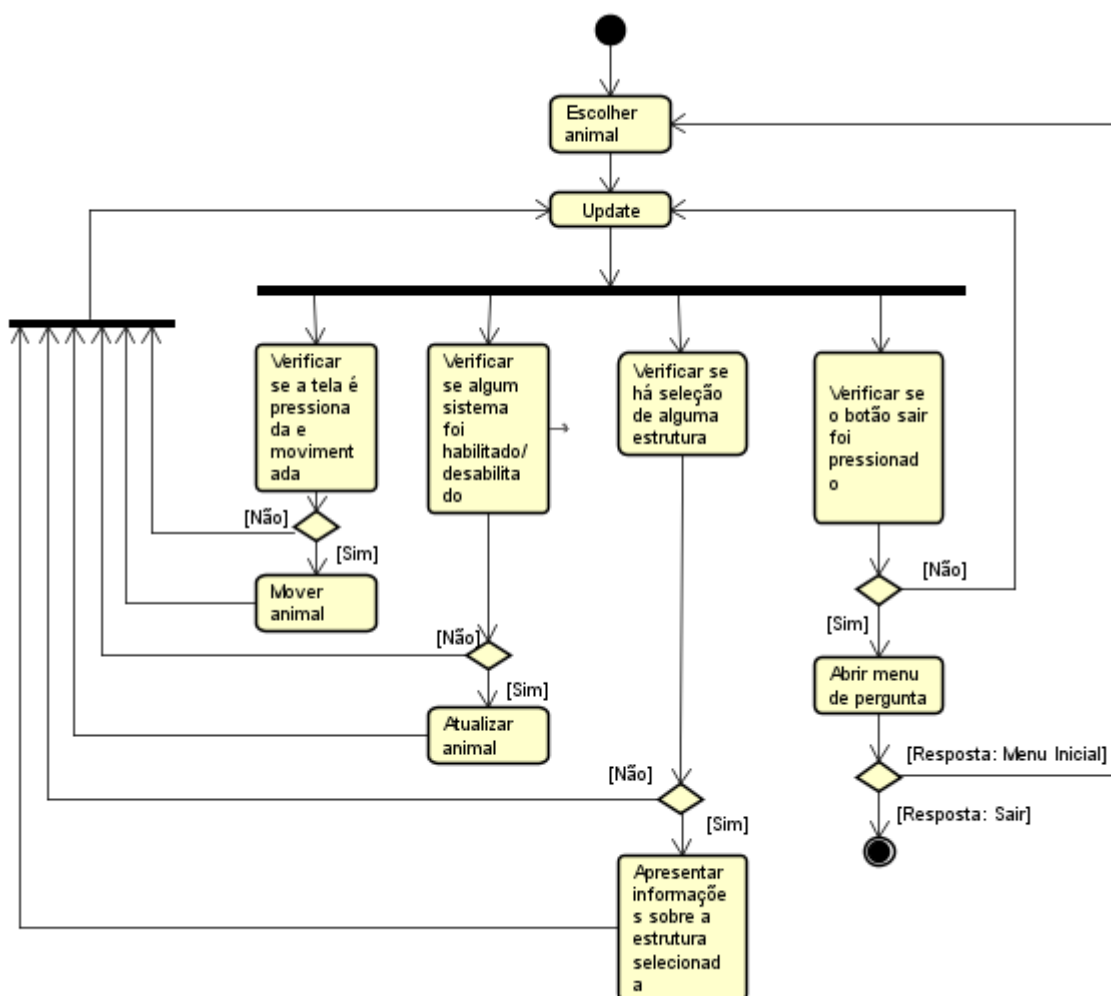


FIGURA 18: Diagrama de atividades do aplicativo. Fonte: Autoria própria.

4.1 MODELO 3D

Obteve-se como resultado da integração das duas estruturas coletadas e suas respectivas adaptações um modelo unificado concebido por meio da plataforma Blender. Está presente na FIGURA 19 o espécime obtido. Nela estão

contidas as duas estruturas utilizadas no protótipo inicial: a parte externa e o esqueleto. Deve-se levar em consideração que as proporções não correspondem de maneira fiel a realidade e que sua morfologia esquelética é meramente ilustrativa, visto que os materiais adquiridos não passaram por quaisquer análises anatômicas antes de sua utilização.

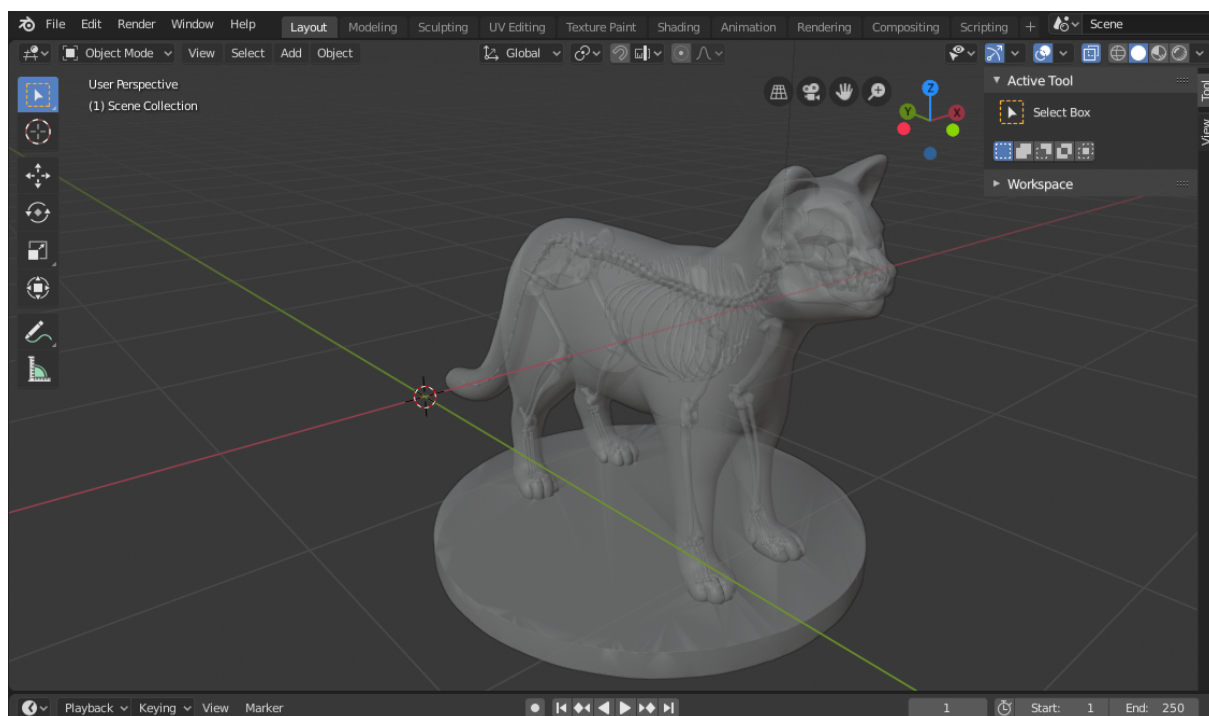


FIGURA 19: Modelo de felino construído no software Blender 3D. Fonte: Autoria própria.

4.2 APLICATIVO

A tela inicial do aplicativo foi prototipadas por meio do software *Adobe Illustrator CC*. Nesta tela são apresentados os animais disponíveis para estudo que, por se tratar de uma versão simplificada, apenas o primeiro da lista é possível de ser estudado. É Constituída por dois elementos principais: os botões e a imagem *preview*. Seu design pode ser visualizado na FIGURA 20 e na FIGURA 21 (visão após a seleção da opção gato).

- a. Botões: permitem a escolha de qual modelo o usuário deseja visualizar, assim como a opção de avançar para a próxima tela.
- b. *Preview*: Ao selecionar uma das opções dos botões uma imagem de

pré-visualização do modelo é carregada. Dessa forma, o usuário é capaz de construir uma ideia inicial de como será a experiência de navegação.



FIGURA 20: Tela inicial do sistema. Os três botões enumerados constituem uma exemplificação da possibilidade de adição de outros animais. Fonte: Autoria própria.



FIGURA 21: Tela inicial do sistema após a seleção do animal. Fonte: Autoria própria.

Para realizar a projeção do modelo do animal, de acordo com o método de sistema de visão por vídeo baseado em monitor, escolhido para o tratamento da RA, foi criado o seguinte marcador (FIGURA 22).



FIGURA 22: Marcador utilizado para o tratamento da RA. Fonte: Autoria própria.

O software compreende um total de oito especificações das estruturas anatômicas do animal. Através do botão menu o usuário é capaz de manipular a movimentação do modelo, além de poder ativar e desativar tanto os sistemas quanto caixas de texto que permitem o entendimento sobre determinada estrutura. Como forma de ilustração foram listadas a cabeça, o tórax, a cauda e as patas do felino em relação às partes externas. Já para o esqueleto foram nomeados os ossos tíbia, cúbito, rádio e vértebras caudais. O produto final obtido se encontra nas Figuras 23 e 24.



FIGURA 23: Visão da parte externa do animal no aplicativo. Fonte: Autoria própria.

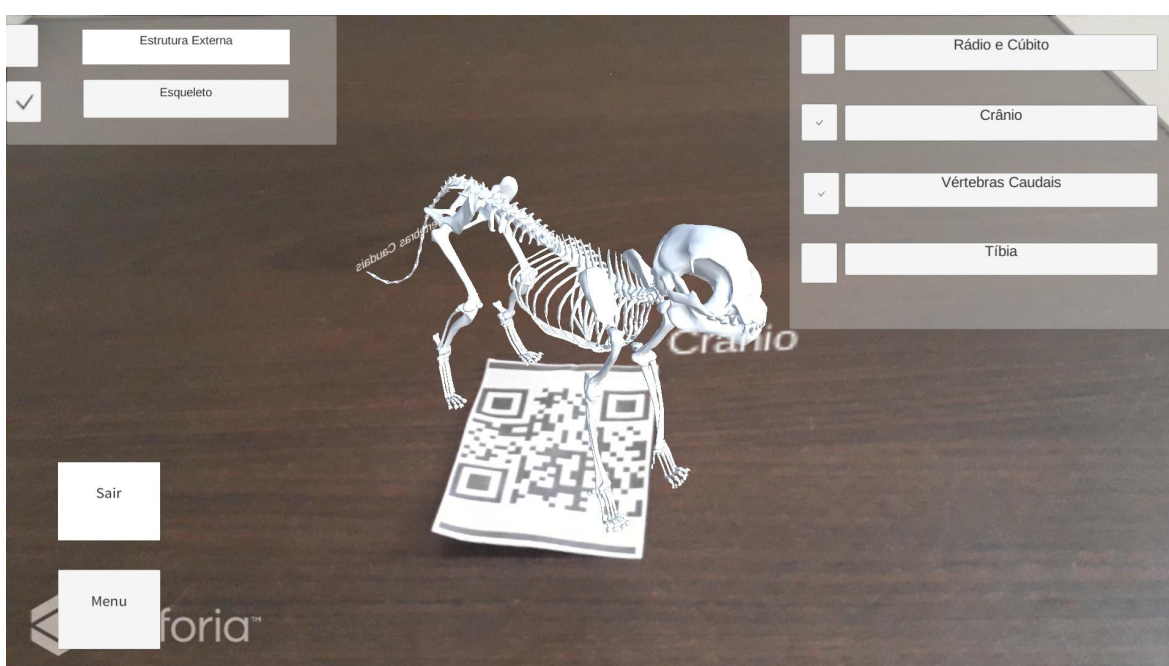


FIGURA 24: Menu para exibição das estruturas e visão esquelética do animal. Fonte: Autoria própria.

5 CRONOGRAMA

O seguinte cronograma apresenta as atividades desenvolvidas ao longo da elaboração deste trabalho de conclusão de curso.

TABELA 2 – Cronograma das atividades do TCC.

Atividade	1º Bimestre	2º Bimestre	3º Bimestr e	4º Bimestr e
Redação do TCC				
Revisão Bibliográfica				
Estudo das ferramentas utilizadas				
Modelagem do Software				
Implementação				
Teste de Software				
Entrega do Volume Final do TCC				

Fonte: Autoria própria.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração, no ambiente escolar, de tecnologias voltadas ao ensino se apresenta como um grande desafio na atualidade. No entanto, o desenvolvimento dessas ferramentas pode garantir uma nova gama de possibilidades aos professores e alunos inserido no processo de ensino-aprendizagem.

O principal objetivo do aplicativo é tornar a vivência acadêmica do aluno se torna mais atrativa ao passo que os professores se aproximam cada vez mais da realidade do estudante e adquirem novas ferramentas para serem utilizadas nas aulas. Além disso, todo o processo, desde a modelagem do sistema até o seu desenvolvimento, trouxe diversos novos conhecimentos ao autor sobre a realidade aumentada e sua manipulação na plataforma Unity.

Tanto o produto final obtido quanto seu respectivo projeto serão disponibilizados no GitHub⁴. Dessa forma, aqueles que se interessarem pela proposta poderão alterar e adicionar novas funcionalidades ao software, além de serem capazes de analisar o protótipo produzido.

Os trabalhos futuros devem visar um estudo detalhado da anatomia animal com o objetivo de mapear as estruturas no aplicativo de forma embasada a fim de que este possa ser aplicado e validado em experiências didáticas reais. Há também a necessidade de alteração ou adição de componentes de design que estabeleçam uma interação mais adequada. O principal objeto a ser desenvolvido posteriormente constituiria um modelo 3D fiel a realidade e que compreenda um leque maior de estruturas. No entanto, o produto aqui obtido se consagra como a ideia inicial e a inspiração para o desenvolvimento ainda maior do uso da Realidade Aumentada nessa área.

⁴ <https://github.com/kristianok/ProjetoTCC>

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Simone; SILVA, Bruno. **Interação humano-computador**. Elsevier Brasil, 2010.

BORGES, Clarissa Nogueira; FLEITH, Denise de Souza. Uso da Tecnologia na Prática Pedagógica: Influência na Criatividade e Motivação de Alunos do Ensino Fundamental; **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ptp/v34/1806-3446-ptp-34-e3435.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.

BRASIL, **LEI N.º 11.794, DE 2008**. Brasília, DF:, Congresso Nacional. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11794.htm> Acesso em: 03 dez. 2019.

BRASIL, **Base Nacional Curricular**, 1998. Brasília, DF: MEC. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>> Acesso em: 10 mar. 2019.

BRITO, Allan. Blender 3D. **Novatec**, 2007. Disponível em: <<http://www.martinsfontespaulista.com.br/anexos/produtos/capitulos/662685.pdf>>. Acesso em 15 ago. 2019.

CETIC, **EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS NO BRASIL: um estudo de caso longitudinal sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação em 12 escolas públicas**. Núcleo de Informação e coordenação do Ponto BR. -- 1. ed. -- São Paulo : Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2016. Disponível em: <<https://nic.br/media/docs/publicacoes/7/EstudoSetorialNICbrTICEducacao.pdf>> Acesso em: 12 jun. 2019.

CURY, Fabio Sergio; CENSONI, Julia Barrionuevo; AMBRÓSIO, Carlos Eduardo. Técnicas anatômicas no ensino da prática de anatomia animal. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n. 5, p. 688-696, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pvb/v33n5/22.pdf>>. Acesso em: 30 de jul. 2019.

FERREIRA, Joana Rita Santos. **Realidade Aumentada-Conceito, Tecnologia e Aplicações**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial) - Faculdade Engenharias, Universidade da Beira Interior. Disponível em: <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/5907/1/3930_7645.pdf> Acesso em: 10 de mar. 2019.

KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações. In: **Livro do IX Symposium on Virtual and Augmented Reality**, Petrópolis (RJ), Porto Alegre: SBC. 2007. p. 28. Disponível em: <<http://www.ckirner.com/download/livros/Livro-RVA2007-1-28.pdf>> Acesso em: 22 de maio. 2019.

MICROSOFT. **Introdução à linguagem C# e ao .NET Framework**. Disponível

em:<<https://docs.microsoft.com/pt-br/dotnet/csharp/getting-started/introduction-to-the-csharp-language-and-the-net-framework> > Acesso em: 20 abril 2019.

NOVELI, Márcio; ALBERTIN, Alberto Luiz. Um estudo da virtualização de processos: o uso de mundos virtuais com foco em ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, n. 71, p. 1-26, 2017. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/275/27553035008.pdf>> Acesso em: 15 abril. 2019.

OVERBY, Eric. Process virtualization theory and the impact of information technology. **Organization science**, v. 19, n. 2, p. 277-291, 2008. Disponível em: <<https://bit.ly/2ZtwUvN>> Acesso em: 19 de abril. 2019.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de software**: uma abordagem profissional. 7a edição. Porto Alegre: AMGH, 2011.

RAMOS, Márcio Roberto Vieira. O uso de tecnologias em sala de aula. **V Seminário de Estágio do Curso de Ciências Sociais do Departamento de Ciências Sociais-UEL**, 1-16, 2012. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/lenpes-pibid/pages/arquivos/2%20Edicao/MARCIO%20RAMOS%20-%20ORIENT%20PROF%20ANGELA.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2019

REZENDE, Joffre Marcondes de. DISSECÇÃO, DISSECAÇÃO. **Rev Patol Trop Vol**, 43: 516-517, 2014. Disponível em:<<https://www.revistas.ufg.br/iptsp/article/download/33620/17798>>. Acesso em: 11 de maio. 2019.

RIBEIRO, Antonia; CASTRO, Jane Margareth de; REGATTIERI, Marilza Machado Gomes. **Tecnologias na sala de aula: uma experiência em escolas públicas de ensino médio**. Brasília: edição publicada pela Representação da UNESCO no Brasil, 2007. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000151096_por>. Acesso em: 25 jul. 2019.

SEEGGER, Vania; CANES, Suzy Elisabeth; GARCIA, Carlos Alberto Xavier. **Estratégias tecnológicas na prática pedagógica. Revista Monografias Ambientais**, v. 8, n. 8, p. 1887-1899, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/6196/3695>> Acesso em: 30 de abril. 2019.

UNITY. **Real-time rendering in 3D**. Disponível em: <<https://unity3d.com/real-time-rendering-3d>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

VUFORIA. **Getting Started with Vuforia Engine in Unity**. Disponível em: <<https://library.vuforia.com/articles/Training/getting-started-with-vuforia-in-unity.html>>. Acesso em: 21 jul. 2019.

ZORZAL, Ezequiel Roberto et al. Aplicação de jogos educacionais com realidade

aumentada. **RENOTE**, v. 6, n. 2, 2008. Disponível em:
<<https://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/14575/8482>> Acesso em: 10 de jun.
2019.