



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA

HERICLES MELO LEBRÃO

A ZOOLOGIA EM REALIDADE AUMENTADA: GUIA ILUSTRADO

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

HERICLES MELO LEBRÃO

A ZOOLOGIA EM REALIDADE AUMENTADA: GUIA ILUSTRADO

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico da Vitória, como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Silvia Helena Lima Schwamborn.

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO
2021

Catálogo na Fonte
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecário Jonatan Cândido, CRB-4/2292

L451z Lebrão, Hericles Melo.
A zoologia em realidade aumentada: guia ilustrado / Hericles Melo
Lebrão - Vitória de Santo Antão, 2021.
42 f.

Orientadora: Sílvia Helena Lima Schwamborn.
TCC (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal
de Pernambuco, CAV, Licenciatura em Ciências Biológicas, 2021.
Inclui referências.

1. Materiais de ensino. 2. Realidade aumentada. 3. Zoologia.
Schwamborn, Sílvia Helena Lima (Orientadora). II. Título.

507.8 CDD (23. ed.)

BIBCAV/UFPE - 005/2022

HERICLES MELO LEBRÃO

A ZOOLOGIA EM REALIDADE AUMENTADA: GUIA ILUSTRADO

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico da Vitória, como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 21/12/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr. Silvia Helena Lima Schwamborn (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr. Paulo André da Silva (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr. Luiz Augustinho Menezes da Silva (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

RESUMO

O presente trabalho discute sobre como a Realidade Aumentada (RA) contribui de maneira significativa no processo de ensino – aprendizagem. Nesse sentido, o objetivo principal foi desenvolver um aplicativo de RA como recurso didático para o ensino de Zoologia. O processo descrito no trabalho envolveu a criação de modelos 3D de organismos chave do filo dos moluscos e a sua compilação em um aplicativo, que tem conexão direta com um guia em formato de livro que aborda conteúdos de zoologia, contendo os marcadores para a leitura da RA e informações que complementam o aplicativo. Conclui-se que a ferramenta produzida é capaz de sanar algumas lacunas do processo de ensino da Zoologia e pode ser usada como instrumento facilitador no processo de ensino – aprendizagem.

Palavras-chave: realidade aumentada; recurso didático; educação.

ABSTRACT

This work discusses how Augmented Reality (AR) significantly contributes to the teaching-learning process. Therefore, the main objective was to develop an AR application as a didactic resource for teaching Zoology. The process described in the paper involved the creation of 3D models of key organisms of the Mollusca phylum and their compilation in an application, which has a direct connection with a guide in book format covering zoology content, containing the markers for reading AR and information that complements the app. It is concluded that the teaching tool is capable of filling some gaps in the Zoology teaching process and can be used as a facilitating instrument in the teaching-learning process.

Keywords: augmented reality; didactic resource; education.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 Tecnologias digitais na educação	9
2.2 Realidade Aumentada	11
2.3 Realidade Aumentada no ensino de Zoologia.....	12
3 OBJETIVOS.....	15
3.1 Objetivo Geral.....	15
3.2 Objetivos Específicos	15
4 METODOLOGIA	16
4.1 Guia Ilustrado	16
4.2 Realidade Aumentada.....	17
5 RESULTADOS.....	19
5.1 Guia ilustrado	19
5.2 Modelagem 3D	20
5.3 Criação do aplicativo	21
5.4 Discussão	23
6 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS.....	28
APÊNDICE A – ORIENTAÇÕES DE USO DO APLICATIVO.....	32
APÊNDICE B – PRINCIPAIS PÁGINAS DO GUIA E MODELOS 3D RELACIONADOS A ELAS	33

1 INTRODUÇÃO

O estudo de Ciências está voltado a buscar respostas para perguntas e problemas, entendendo o mundo a sua volta, desde uma receita, até a mais complexa tecnologia dos materiais em escala nanométrica. Para isso, é necessário que estes saberes cheguem de forma clara e objetiva aos discentes, pois, o processo de ensino não se resume à transferência de conhecimento, mas sim apresentar possibilidades para que os alunos produzam/construam o seu próprio (FREIRE, 1999).

Neste sentido, Vygotsky (1998) defende que a mediação pode ser compreendida como a obtenção de novos conhecimentos a partir de um elo intermediário entre o ser humano e o ambiente, isto acontece através da interação social em que o indivíduo se desenvolve, caracterizando a cultura como ferramenta essencial nessas relações, através de elementos que estabelecem sentido e significado. Sendo assim, pode-se concluir, que com o auxílio de interações mediadas, a construção do conhecimento é de alguma forma facilitada.

Tendo em vista os investimentos voltados para o campo da informática, no que diz respeito ao cenário da educação, é notável a existência de incontáveis tecnologias digitais com grande potencial e que podem ser implementadas para auxiliar neste tipo de método de ensino, utilizando-as como mecanismos para despertar o interesse dos discentes, sabendo-se que estes podem se sentir desestimulados quando vivenciam apenas métodos tradicionais e passivos de ensino (FARDO, 2013).

Pois, de acordo com Barros (2009), a maneira como o processo de aprendizagem acontece não caracteriza métodos com instruções para o desenvolvimento de novos saberes, estes associam-se com as preferências particulares de cada indivíduo, alterando o modo como estes processam novos conhecimentos.

No cenário atual, mostra-se cada vez mais importante a aplicação de estratégias e métodos inovadores, aperfeiçoando o processo de ensino - aprendizagem e estimulando o discente a se interessar pelo conteúdo estudado. Desse modo, o docente como mediador é capaz de despertar conexões com os saberes conceituais estudados com os conhecimentos prévios dos alunos (BASTOS *et al.*, 2014).

É nessa lacuna que entra o tema de estudo do presente trabalho, o avanço da tecnologia e da busca por métodos inovadores fizeram pesquisadores desenvolverem e experimentarem um novo sistema de visualização, chamado de Realidade Aumentada (RA), sendo uma evolução da Realidade virtual (RV) (KIRNER; SISCOOTTO, 2007).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Tecnologias digitais na educação

Formas inovadoras de convivência e informação são desenvolvidas continuamente, especialmente nas áreas de telecomunicações e informática. Na contemporaneidade, relações entre o ser humano, trabalho e o avanço em si dependem da metamorfose e evolução contínua de dispositivos informacionais de todos os tipos, sendo continuamente dominados pela informática cada vez mais avançada (LÉVY, 2008).

Os primórdios da inserção de tecnologias da informação e comunicação (TIC) no Brasil datam do início da década de 1980, especialmente por advento da informática a partir de políticas públicas, muito influenciadas por países como Estados Unidos e França (VALENTE, 1999). Esse caminho, no entanto, foi pavimentado por acontecimentos anteriores, com medidas do governo federal que visavam informatizar o Brasil, em meados da década de 1970 (MORAES, 1997).

Mas foi nos anos de 1990 que começou a se popularizar os *Personal Computers* (PC), foi a partir daí que a educação começou a fazer uso desse tipo de recurso e de fato informatizar suas metodologias de ensino (FERRAZ, 2010).

Ainda segundo Moraes (1997), em 1997, para consolidar o apoio e a popularização das TICs, o MEC criou o Programa Nacional de Informática na Educação (ProInfo). O objetivo seria implantar Núcleos de Tecnologia Educacional (NTE) e formar professores, capacitando os mesmos para essa nova realidade. Mesmo assim, os professores não acompanharam esse ritmo de inovações trazidas pelas TICs, sendo, mesmo nos dias de hoje, uma porcentagem pequena de professores que fazem uso desses recursos recorrentemente em sua metodologia (SANTOS *et al.*, 2019).

Nesse sentido, a necessidade construída pelo advento da tecnologia traz consigo a demanda de saber como utilizar todo o seu potencial no contexto da educação, em particular o aprimoramento dos processos metodológicos do docente (HAMZE, 2010).

É necessário, nesse cenário, reimaginar a educação, diversificar cada vez mais os métodos de ensino e oferecer alternativas para aprimorar as formas de agir,

ensinar e aprender, levando em consideração os recursos que tem em sua disponibilidade (MARTINS, 2008).

A informática pode ser vista como recurso valioso para a educação, uma alternativa para o ensino convencional, proporcionando um desenvolvimento e um aprendizado mais prazeroso, espontâneo e criativo, explorando conhecimentos prévios, intrínseco ao aluno (MACHADO, 2016; SOUZA *et al.*, 2004).

Isso porque a principal crítica do ensino tradicional é a ação passiva do aluno, o qual frequentemente é considerado apenas um ouvinte que recebe o conteúdo provido pelo professor, culminando em aulas onde só expõe os conceitos sem questionamento. Assim, quanto mais o aluno é instigado a participar como integrante ativo do processo, mais motivado e interessado ele se torna (GUIMARÃES, 2009).

A eficácia das tecnologias digitais no âmbito da educação pode ser explicada através dos trabalhos de Gorra *et al.* (2010) e Lynch, White e Johnson (2010), os quais defendem que ao se explicar um conceito com o suporte de um sistema motivador e atrativo, desperta nos estudantes o interesse em explorar essas informações.

De acordo com Behrens (2009, p. 84), é papel da escola ser um ambiente transformador, onde as ferramentas tecnológicas não podem ser ignoradas no processo de ensino. Os docentes, assim, devem vencer os desafios impostos pela era digital, tendo em vista que ela é mais uma forma de lidar com o conhecimento, visando construir metodologias mais relevantes na aprendizagem.

Para Brandão (2016, p. 11), as condições de infraestrutura das escolas e a aquisição de equipamentos são fundamentais para que os aparatos tecnológicos possam ser instalados e mantidos. Assim, é perceptível a importância do investimento, não só para a capacitação dos professores, mas também na infraestrutura das escolas brasileiras. Esse fator pode trazer a inviabilidade do uso de certas tecnologias pelas limitações por falta de infraestrutura mínima, como internet, espaços adequados e equipamentos. Ainda tem o fator limitante relacionado ao panorama social dos alunos, levando em consideração que muitos podem não ter acesso a internet, smartphones, etc.

2.2 Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada (RA), de acordo com de acordo com (KIRNER; SISCOOTTO, 2007), pode ser definida como sendo uma interface computacional que permite, a partir de programação de fácil manipulação, a produção de marcadores. Estes últimos podendo ser reproduzidos em 3D, através do uso de uma câmera de vídeo, conectada a um computador, tablet ou celular. Os elementos que aparecem no marcador se transformam em objetos 3D, na tela do dispositivo, passando a fazer parte do mundo real, possibilitando a interação com o mesmo. Ao longo do tempo esta tecnologia vem obtendo espaço na área da educação, podendo ser usada em inúmeras disciplinas e saberes (TORI, 2010).

O ancestral da RA data da II Guerra Mundial com os simuladores de voo da força aérea (DUARTE; 2006). Nos de 1950, o cineasta Morton Heilig começou a desenvolver um simulador para idealizar sessões de cinema (Sensorama), onde envolvia todos os sentidos, utilizado para percorrer Manhattan, através da projeção de um filme, sendo essencialmente Realidade virtual, mas seria mais uma inspiração para o que viria depois (BERRYMAN; 2012).

Nos anos de 1960, através do pesquisador Ivan Sutherland, outro marco importante foi escrito nessa história, este desenvolveu dois artigos relevantes nessa linha. No primeiro, Sutherland (1963), aborda aspectos teóricos básicos da tecnologia que conhecemos hoje e como isso impactaria no mundo real, em sua tese de doutorado nomeada de “*Sketchpad, a Man-Machine Graphical Communication System*” Sutherland usou pela primeira vez a computação gráfica interativa, sendo considerado um marco para desenvolvimento da RA no futuro. No segundo, Sutherland (1965), projeta um dispositivo semelhante a um capacete de visão ótica direta, capaz de visualizar objetos 3D no ambiente. Mesmo com esse avanço, apenas na década de 1980 surgiu o primeiro projeto de RA como conhecemos hoje, sendo criado pela força aérea Americana, resumindo-se em um simulador de avião com visão ótica direta, misturando elementos virtuais com o ambiente físico do usuário (KIRNER, 2008). Esse avanço foi um marco para a história da aviação, pois os pilotos podiam aprender a voar sem de fato levantar voo.

Mais tarde surgem mais avanços, em 1992 foi desenvolvido o primeiro teste com RA móvel, com auxílio da internet, que também estava engatinhando nesse período, foram feitos teste com computadores carregados em mochilas com

capacete e óculos, possibilitando o utilizador ver imagens virtuais no ambiente real (ITO; AFFINI, 2011).

Nesse contexto, surgem dois conceitos diferentes que podem ser confusos em sua diferenciação teórica, o conceito de Realidade Aumentada e o de Realidade Virtual. Para diferir os dois, Milgran (1994) explica que existem três situações possíveis, o cenário onde o ambiente é composto apenas por objetos reais (realidade), o cenário onde o ambiente é composto apenas por objetos virtuais (virtualidade), referente a Realidade virtual e por fim o cenário onde objetos reais se misturam com objetos virtuais (realidade misturada). Assim, o autor sugere que a RA é parte da realidade misturada. Nesse sentido, a RA se relaciona a sobreposição de objetos virtuais no mundo real, em contrapartida, a outra parte da realidade misturada é composta pelo oposto, é a sobreposição de objetos reais no ambiente virtual (AZUMA *et al.*, 2001).

Com isso estabelecido é preciso entrar em detalhes quanto aos tipos de RA existentes para dar prosseguimento ao trabalho. Existem quatro sistemas de desenvolvimento da RA atualmente, o sistema de visão direta (*Optical seethrough Head Mounted Displays*), o sistema de visão direta por vídeo (*Video see through Head Mounted Display*), o sistema de visão por vídeo baseado em monitor (*Monitor-Based Augmented Reality*) e o sistema de visão ótica por projeção (*Projector-Based Augmented Reality*) (KREVELEN e POELMAN; 2010). No presente trabalho, foi utilizado o sistema por vídeo baseado em monitor, onde uma câmera é utilizada para captar uma imagem real pré-definida que funcionará como um código de barras para gerar os objetos virtuais a partir disso. Dentre todos os sistemas, esse foi o escolhido pelos fatores de praticidade e facilidade, tendo em vista que os outros se utilizam de ferramentas mais robustas e sofisticadas do ponto de vista tecnológico, o que dificulta de duas formas, a construção e a utilização por parte dos usuários. Portanto, quando se é preciso apenas de um smartphone, seu uso pode ser amplamente explorado.

2.3 Realidade Aumentada no ensino de Zoologia

O ensino de Zoologia, bem como o ensino brasileiro de modo geral, tem um histórico recente de evolução e aprimoramento, menos de um século. É importante, então, entenderentão entender como aconteceu essa estruturação, necessitando de

uma investigação que começa nas bases formadoras históricas, as quais influenciaram no ensino dessa disciplina hoje em dia. De maneira geral, os conteúdos de Zoologia começaram a ser abordados no início do século XX, surgindo a partir do ramo da história natural (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009).

Diante da ótica do ensino atual, percebe-se que a Zoologia da época apresentava primícias ideológicas técnicas e tradicionalistas. As aulas práticas sobre os diferentes grupos de organismos eram voltadas para a comprovação de teorias. Na década de 1950, esse campo de estudo começou a ser abordado no ensino médio anexada a disciplina de Biologia, que naturalmente abrangia também outras áreas, como Botânica (KRASILCHIK, 2011).

Nos currículos atuais nas escolas, a Zoologia se encontra vinculada às disciplinas de Ciências Naturais no Ensino Fundamental, e a Biologia no Ensino Médio, sendo nessa última onde se encontra de forma mais profunda, com assuntos englobando evolução, morfologia, fisiologia, ecologia, etc (OLIVEIRA, *et al.*, 2011).

Nesse contexto, a Zoologia tem como objetivo o estudo dos animais, relacionando-os aos ecossistemas e explorando o universo ecológico-evolutivo ligados a eles (SEIFFERT-SANTOS; FACHÍNTÉLAN, 2011).

Um dia considerado utopia, hoje já é realidade a infinidade de métodos alternativos para o ensino trazidos pela evolução da tecnologia, capazes de mudar o panorama escolar se bem utilizado (CANTILLO; ROURA; SÁNCHEZ, 2012).

Diversos estudos apontam a RA como pivô em evidenciar que esse cenário realidade é possível, uma educação cada vez mais atrativa e consistente se utilizando de ferramentas capazes de alcançar esse objetivo (LEMOS; CARVALHO, 2010; PEREIRA, 2014; SOUZA; SILVA, 2014; ALMEIDA; SANTOS, 2015; NUNES *et al.*, 2015).

A Realidade Aumentada está cada vez mais sendo utilizada como recurso didático em ambientes educacionais. Em constante evolução, diversos estudos validam a sua utilização e suas contribuições para a aprendizagem e a motivação dos discentes (MANRIQUE-JUAN *et al.*, 2017.)

A partir dessa linha, relacionando a RA no contexto da educação, Kato (2014) objetiva explorar e consolidar o emprego da RA como sendo um mecanismo facilitador no processo de ensino-aprendizagem, buscando para isso a realização de uma análise qualitativa a partir de trabalhos que abordam essa temática. Entre os

critérios para a escolha dos trabalhos estão: O desenvolvimento de protótipos de RA e a aplicação do recurso para testar sua eficácia. Assim, o autor entende que quando bem planejado, a utilização da RA é bastante vantajosa para o ensino.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Construir um aplicativo de Realidade Aumentada para apoio ao ensino de zoologia.

3.2 Objetivos Específicos

- Propor a inserção de tecnologias digitais no ensino da zoologia;
- Analisar o desenvolvimento de um aplicativo de Realidade Aumentada.

4 METODOLOGIA

Seguindo os objetivos já citados, os meios para desenvolver o presente trabalho serão demonstrados a seguir. Descrevendo como o produto final será produzido e para qual público-alvo ele será destinado. Nesse sentido, foi desenvolvido um aplicativo contendo essa tecnologia em combinação com um guia ilustrado de aulas práticas de zoologia. O guia em questão foi construído visando a sua utilização em aulas práticas do ensino no nível superior de Zoologia dos invertebrados, referentes aos Mollusca.,

4.1 Guia Ilustrado

O guia mencionado é um manuscrito elaborado por Silvia Helena Lima Schwamborn, Jonata de Arruda Francisco, Lidiane Araújo de Almeida e Robson Gomes de Freitas (**Figura 1**). Ele abrange a morfologia dos moluscos, através de textos descritivos, esquemas, ilustrações e fotos reais desses organismos. É dividido em cinco partes, de acordo com as principais classes e subclasses presentes no filo dos moluscos, que são elas: Parte 1: Polyplacophora. Parte 2: Gastropoda. Parte 3: Bivalvia. Parte 4: Nautiloidea. Parte 5: Coleoideia. Em cada uma dessas partes, exemplares representantes de espécies ocorrentes na fauna brasileira, sobretudo da região Nordeste, estão incluídos como imagens e ilustrações científicas para a apresentação de aspectos chave para o entendimento desses organismos.

O guia tem a estrutura de livro, segundo a Norma da ABNT NBR 6029 (2006) e foi elaborado em papel A4, formatado para paisagem, com encadernação em espiral para facilitar o manuseio por parte dos estudantes, na versão impressa.

O design gráfico do guia foi elaborado no programa CorelDraw GraphicsSuiteX, sendo o produto final, convertido para pdf editável.

Além disso, imagens necessárias para a leitura a partir do aplicativo foram inseridas e posicionadas ao longo do guia, essas imagens apresentam pré-requisitos para serem selecionadas, como boa nitidez, resolução e grande contraste, possibilitando que o aplicativo faça a leitura adequada. As imagens de leitura foram retiradas de sites de bancos de dados gratuitos, com o intuito de ser uma representação artística dos organismos que elas representarão, já que o guia apresenta imagens reais dos organismos e ilustrações científicas.

Figura 1 – Capa do guia.



Fonte: O autor (2021).

4.2 Realidade Aumentada

A partir do guia ilustrado, foram desenvolvidos modelos 3D correspondentes aos organismos abordados, para essa etapa, o software *Blender* foi o utilizado, com ele é possível criar objetos 3D digitais e adicionar texturas aos mesmos, sendo possível representar com bastante fidelidade os organismos a serem estudados.

Após a criação dos modelos, foi necessário a compilação deles em outro software, responsável pela visualização em RA e criação do aplicativo, que é usado em smartphones. O software em questão é a plataforma da *Unity Engine*, nela é possível usar programação para projetar aplicativos e desenvolver jogos. Em conjunto com a *Unity* foi utilizada uma ferramenta para que a criação da RA seja possível, a plataforma da *Vuforia Engine*, a qual permite o download de uma extensão para a *Unity*.

A *Vuforia* é responsável por armazenar os dados das imagens, as quais foram usadas para a leitura da RA no aplicativo final. Além disso, a plataforma proporciona as ferramentas necessárias para compor o aplicativo, a partir da extensão citada.

Com tudo estabelecido, as orientações para download e utilização do aplicativo em conjunto com o guia estão elucidadas no **Apêndice A** deste trabalho.

5 RESULTADOS

5.1 Guia ilustrado

Para iniciar a discussão dos resultados, é importante aprofundar um pouco mais sobre a ferramenta que serviu como base para o desenvolvimento deste trabalho, o guia ilustrado. Nesse tópico, será descrito o que está contido no guia e como se deu a escolha dos organismos que entraram no aplicativo de RA.

Como já mencionado, o guia abrange as classes mais relevantes do filo dos moluscos, Polyplacophora, Gastropoda, Bivalvia, Nautiloidea e Coleoidea, essa última englobando as lulas e os polvos. Para o aplicativo, todas as classes foram incluídas, com exceção dos Polyplacophora. Dentro das classes escolhidas, dois gastrópodes, três bivalves, um Nautilus e dois Coleoidea (Um polvo e uma lula) foram desenvolvidos. A decisão para isso está ligada principalmente à complexidade estrutural que cada organismo escolhido apresenta, tornando assim válido o investimento de recursos para demonstrar melhor suas características. A escolha das espécies em cada classe não foi um fator tão importante para o processo de criação, já que o objetivo do aplicativo, nesse sentido, é ser um compilado de modelos didáticos, tendo o papel de diminuir a abstração do conteúdo estudado. Mesmo assim, seis organismos foram criados seguindo fielmente as características presentes em espécies pré-definidas, que são elas: *Cassis tuberosa* Linnaeus, 1758, *Strombus gallus* Linnaeus, 1758, *Tellina brasiliiana* Spengler, 1798, *Tivela mactroides* (BORN, 1778), *Anomalocardia brasiliiana* (GMELIN, 1791) e *Nautilus pompillus* Linnaeus, 1758. O polvo e a lula presentes no aplicativo não foram produzidos seguindo espécies identificadas, sendo então apenas um recurso didático para auxiliar na visualização dos organismos.

O guia foi organizado da seguinte forma, cada classe é separada em capítulos, cada capítulo apresenta a caracterização geral da classe, com descrição sobre aspectos morfológicos.. Apresenta também listas de imagens sobre diferentes espécies da classe em questão e, em conjunto a isso, ilustrações científicas. Características importantes para cada classe são exploradas em algumas imagens e ilustrações a partir de setas indicando estruturas chave para o entendimento do conteúdo. Além disso, cada capítulo possui uma lista de exercícios propostos sobre o conteúdo aprendido ao longo dele.

Originalmente o guia continha 61 páginas, contando desde a capa até a contracapa. Com a implementação da RA, 8 novas páginas foram adicionadas, cada página contendo uma imagem de leitura. As páginas contendo essas imagens foram posicionadas estrategicamente ao longo do guia, na página seguinte de onde se encontra o organismo que será explorado em RA.

5.2 Modelagem 3D

Assim como foi descrito anteriormente, o aplicativo necessita de modelos 3D dos organismos que são estudados no guia, para que seja possível desenvolver a RA, assim, com o auxílio do *Blender*, 8 animais foram criados seguindo as principais espécies das classes presentes no guia (Figura 3).

Figura 3 – Modelos 3D.



Fonte: O autor (2021).

O programa foi escolhido levando em consideração alguns fatores, os principais foram a possibilidade de realizar toda a etapa de modelagem e texturização em um mesmo software, facilidade de uso e pelo fato de ser gratuito.

Esclarecidos os pontos anteriores, é importante ter uma visão mais detalhada sobre o que foi discutido. Assim, imagens contendo páginas do guia e os modelos em realidade aumentada que as complementam estão expostos no **(Apêndice B)**.

Nele é possível conhecer melhor algumas páginas do guia e analisar como os modelos em RA estão relacionados a ele.

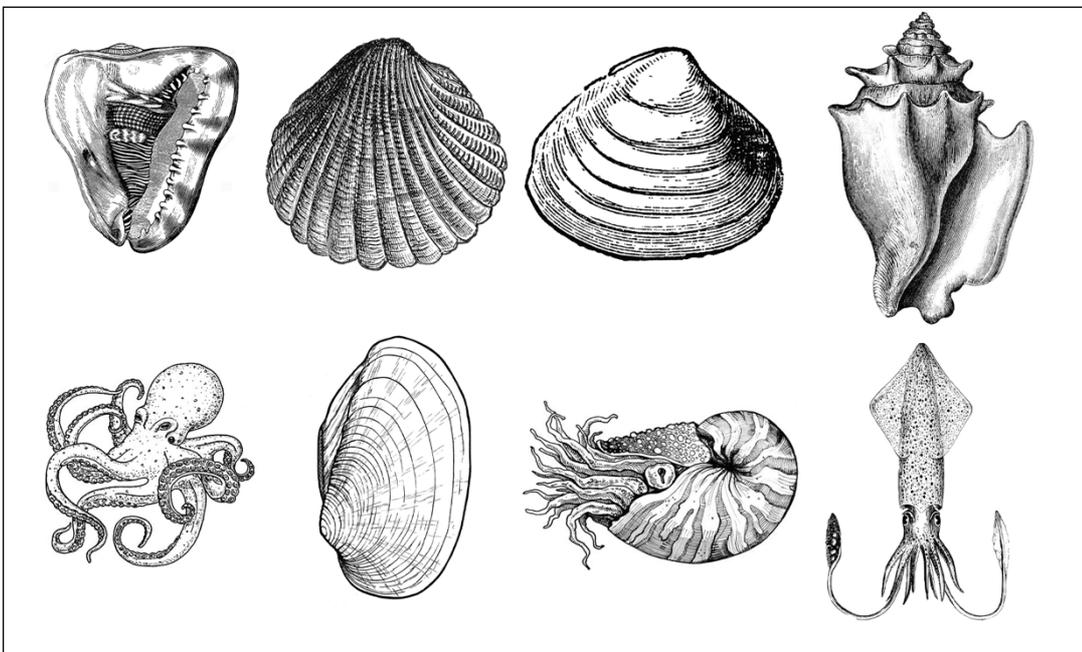
5.3 Criação do aplicativo

Com os modelos já criados, eles foram enviados para a *Unity Engine*, sendo preparados adequadamente para a visualização junto com todas as texturas. A *Unity* já havia recebido a extensão do *Vuforia*, que viabilizou todo o processo.

Como explicado anteriormente, para que o aplicativo faça uma leitura adequada, imagens de boa qualidade e com os requisitos já citados são necessárias (**Figura 4**).

A partir dessas imagens, um modelo correspondente foi vinculado a cada uma delas dentro da Unity, de modo que a leitura de cada uma mostrará apenas o modelo desejado, a partir de configurações específicas dentro do programa (**Figura 5**).

Figura 4 – Imagens de leitura.



Fonte: O autor (2021).

Figura 5 – Modelos vinculados as imagens de leitura.



Fonte: O autor (2021).

Essas imagens ficaram armazenadas no site da *Vuforia Engine*, para que seja possível todo o sistema de RA (**Figura 6**).

Figura 6 – Imagens anexadas ao site da *Vuforia Engine*.

<input type="checkbox"/> Target Name	Type	Rating	Status	Date Modified
<input type="checkbox"/> Cassis	Single Image	★★★★★	Active	Oct 17, 2021 15:43
<input type="checkbox"/> Nautilus	Single Image	★★★★★	Active	Oct 17, 2021 13:23
<input type="checkbox"/> Polvo	Single Image	★★★★★	Active	Oct 17, 2021 13:23
<input type="checkbox"/> Tivela	Single Image	★★★★★	Active	Oct 17, 2021 13:14
<input type="checkbox"/> Tellina	Single Image	★★★★★	Active	Oct 17, 2021 13:14
<input type="checkbox"/> Anomalocardia_cima	Single Image	★★★★★	Active	Oct 17, 2021 13:13
<input type="checkbox"/> Lula	Single Image	★★★★★	Active	Oct 17, 2021 13:13
<input type="checkbox"/> Anomalocardia_double	Single Image	★★★★★	Active	Oct 17, 2021 13:03
<input type="checkbox"/> Strombus	Single Image	★★★★★	Active	Oct 17, 2021 13:02

Last updated: Today 07:13 PM [Refresh](#)

Fonte: O autor (2021).

No site em questão, além da extensão já citada, é necessário baixar um arquivo com o compilado de todas as imagens, que também foi levado a *Unity*. Depois de tudo configurado, o último passo é ajustar a *Unity* para a exportação do

aplicativo. A interface do aplicativo é composta por uma câmera, a qual é responsável pela leitura das imagens e exibição do modelo (**Figura 7**).

Figura 7 – Interface do aplicativo na tela do celular.



Fonte: O autor (2021).

5.4 Discussão

Com base na literatura estudada (SOUZA *et al.*, 2004; GUIMARÃES, 2009; ARAUJO; SCHIMIGUEL, 2014; MACHADO, 2016; MANRIQUE-JUAN *et al.*, 2017), é notável a abundância de tecnologias digitais com possibilidades de aplicação em sala de aula, só que ainda são pouco exploradas quando se olha o contexto geral da educação no Brasil (BEHRENS, 2009)). Quando se trata especificamente de RA, o uso é ainda mais restrito, poucos estudos (AZUMA *et al.*, 2001; DUARTE, 2006; KIRNER; SISCOOTTO, 2007; LEMOS; CARVALHO, 2010; TORI, 2010; ; BERRYMAN, 2012; CANTILLO; ROURA; SÁNCHEZ, 2012; PEREIRA, 2014; SOUZA; SILVA, 2014; ALMEIDA E SANTOS, 2015; NUNES *et al.*, 2015)) abordam o tema. Outros abordam tecnologias digitais no geral (BARROS, 2009; FARDO, 2013; ARAÚJO; SCHIMIGUEL, 2014; BASTOS, 2014) e são muito ricos do ponto de vista da inovação.

Tendo em mente o enfrentamento de dificuldades no processo de ensino-aprendizagem, é importante o desenvolvimento de formas adequadas para a abordagem dos conteúdos. Com o auxílio das TIC, os discentes podem desenvolver melhor o aprendizado mais consistentemente (SOUZA; SOUZA, 2010).

Nesse sentido, alguns trabalhos comprovam a eficácia do uso de tecnologias digitais na educação, Araújo e Schimiguel (2014), tentando compreender as possibilidades de uso de dispositivos móveis (Smartphones e tablets), com alunos do 1º ano do ensino médio em uma escola pública federal de Belo Horizonte/MG, demonstrou a viabilidade do uso desses dispositivos para a aprendizagem. No seu trabalho, alunos envolvidos afirmaram que gostariam de realizar atividade educacional que envolvesse dispositivos móveis.

Olhando exclusivamente para a RA, diversos trabalhos estudam o uso da realidade aumentada na educação, como o de Nunes e Muhlbeier (2015) e Pereira (2014), onde ambos aplicam a RA no ensino de geometria espacial para alunos do ensino médio e obtém resultados satisfatórios com seu uso. Lemos e Carvalho (2010) estudaram o emprego da tecnologia para o entendimento da relação de Euler, que é uma expressão matemática que relaciona números e vértices, arestas e faces de poliedros convexo e não convexos, onde objetos 3D complexos podem ser vistos de forma mais fácil.

Esses estudos podem ser vistos com a ótica do trabalho de Godoi e Padovani (2005), onde são analisadas características que avaliam a aplicabilidade de um aplicativo para uso didático, como facilidade de acesso, interface, abordagem de conteúdos e imersão proporcionada.

Nesse contexto, assim como os trabalhos mencionados, o aplicativo desenvolvido nesse estudo propõe uma alternativa para o melhor entendimento dos conteúdos que apresentam objetos de estudo muito abstratos ou de difícil visualização, como é o caso de seres vivos, que muitas vezes são vistos apenas a partir de fotos e ilustrações. Isso, como visto em diversos trabalhos ao longo desse estudo, pode ser aprimorado e mais eficazmente estudado com o auxílio das TICs, com menção especial para a RA.

Tendo isso em mente, pode-se imaginar a RA proposta neste estudo como um compilado de modelos didáticos digitais e interativos, onde os modelos 3D expostos no aplicativo substituem possíveis modelos que pudessem ser utilizados para estudar os organismos em questão. Isso pode ser compreendido quando se analisa a complexidade dos organismos estudados no guia de aulas práticas, onde o aplicativo foi implementado, o filo dos moluscos apresenta animais com características únicas e de grande abstração em alguns de seus aspectos.

Para ensinar conteúdos que precisam de estímulos visuais, é possível a utilização de recursos como desenhos, fotos, vídeos, etc. Esses estímulos são essenciais para o aprendizado dos alunos. Nesse contexto, tecnologias atuais, incluindo a RA, além de trazerem novas formas de representação do conteúdo, oferecem também um alto nível de interação com o usuário, isso vai além do que fotografias e desenhos podem proporcionar. Seguindo essa linha, vários outros aspectos devem ser levados em conta ao analisar, o principal deles, especialmente no contexto da Zoologia, é a visualização de situações que dificilmente poderiam ser implementadas de outra forma, especialmente as que exigem mais interação prática e experimental, isso estabelece uma ponte entre o teórico e o físico. Assim, se queremos que os alunos sejam proativos, é necessário adotar metodologias nas quais os alunos se envolvam nas atividades propostas.

Assim, um guia como esse, que é projetado para ser usado em sala de aula, tem a limitação de usar projeções bidimensionais para explicar o que é 3D. Portanto, modelos 3D são excelentes alternativas, pois permitem ao estudante, enquanto analisa a realidade (imagens do organismo), pode consultar um modelo 3D desse animal e explorar suas características.

Para entender melhor isso, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, em suas Orientações Educacionais Complementares (2002), desaprova o modo como o ensino de Biologia foi ao longo do tempo organizado, de modo compartimentado e descontextualizado, isso porque a linguagem, metodologia e conceitos aplicados não favorece o entendimento pleno dos fenômenos biológicos e a abordagem prática desses conteúdos. Destacam, também, a carência na abordagem dos ambientes que os seres vivos estão inseridos e as interações entre eles quando estudam Zoologia, onde o enfoque quase total é a classificação, anatomia e fisiologia comparada.

O trabalho de Amorim (2008) confirma essa concepção, afirmando que uma considerável parcela do ensino de Zoologia baseia-se na memorização de características morfológicas, fisiológicas e comportamentais. Assim, o autor acredita que é possível aprimorar esse aspecto da Zoologia e gerar mais motivação e compreensão de conceitos trabalhando os conteúdos de outra forma.

Nessa perspectiva, Rocha *et al.* (2013) afirma que o ensino de Zoologia deve prover reflexões sobre a natureza e motivar ações visando questões

socioambientais, trazendo empatia através dos organismos estudados, construindo um saber sólido e menos embasado em questões antropocêntricas.

Essas visões mostram algumas lacunas presentes no ensino de Zoologia, a inserção de metodologias investigativas e demonstrativas são importantes para envolver o aluno aos organismos estudados, não excluindo os conteúdos da forma como são estudados, mas complementando-os. Como sugerido por Freire (1997), “para compreender a teoria é preciso experiênciá-la”.

É importante destacar que o professor não é o único responsável por desenvolver e/ou utilizar métodos inovadores e lúdicos em suas aulas, não importa de que natureza seja. Foge da alçada do docente questões que são de responsabilidade do ministério da educação, como por exemplo o objeto de estudo deste trabalho, a RA carece de alto investimento de tempo e de dinheiro para ser produzida e ser algo relevante na educação de modo geral. Para que tecnologias desse tipo sejam cada vez mais comuns, a educação necessita de atenção e investimento a longo prazo. Mesmo assim, o professor pode buscar alternativas para aprimorar seu processo de ensino, implementando recursos inovadores aos seus métodos, coletando o feedback dos discentes para aprimorá-los a cada aula.

Santos e Térán (2009) destacam diversos problemas no ensino de zoologia, como o uso exclusivo do livro didático, a falta de recursos alternativos e de laboratórios e espaços não-formais, etc. É nessa perspectiva que o aplicativo criado se encaixa, ser uma ferramenta auxiliadora ao processo de ensino-aprendizagem, proporcionando um aprendizado mais interessante e personalizado, permitindo mais flexibilidade e autonomia por parte dos alunos sem deixar de lado o apoio por parte dos professores, especialmente quando se diz respeito ao estudo de organismos complexos.

6 CONCLUSÃO

Foi possível atingir todos os objetivos colocados, desenvolvendo o recurso proposto e unindo-o com o guia como apoio didático, tendo em vista que diversos estudos expostos sugerem que tecnologias digitais são capazes de amplificar o aprendizado do discente.

É perceptível durante o trabalho que a RA é uma tecnologia crescente, permitindo grande imersão por parte dos alunos, sendo um recurso importante para uso em sala de aula, onde a educação *mobile* tem crescido bastante e o mercado para esse tipo de aplicação tem muito a crescer ao longo dos próximos anos.

Mesmo assim, considerando o histórico de uso desse tipo de ferramenta na literatura estudada, pode-se concluir que já existem formas de se trabalhar com ela em sala de aula, mas ainda é muito pouco utilizada nesses ambientes, tendo vários fatores para isso, sendo a falta de investimento a principal delas.

Alguns trabalhos apresentados também reforçam a satisfação dos usuários com o uso de tecnologias digitais no geral, tendo opiniões bastante positivas dos discentes e até mesmo dos docentes. E mesmo com grande aceitação sempre existe algo a melhor, sendo isso o mais importante para qualquer ferramenta.

Assim, é possível, por meio desse tipo de tecnologia, sanar algumas lacunas presentes no ensino, em especial no ensino de Zoologia. Essas lacunas, como já elucidado, se encontram alicerçadas no viés tradicional do ensino de Zoologia, esse fato pode limitar os discentes na busca pela autonomia e impedir um desenvolvimento adequado.

Para finalizar, é importante propor aos gestores e responsáveis pelo progresso da educação nos próximos anos, pesquisar mais sobre RA, possibilidades envolvidas nesse contexto, valores para seu desenvolvimento, vantagens e limitações da ferramenta. Tendo isso tudo em mente, é preciso continuar estimulando e divulgando o maior número de recursos e metodologias possíveis, realizar pesquisas com esse objetivo, reunir, executar e avaliar ferramentas facilitadoras.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. L.; SANTOS, G. Realidade aumentada na educação. **Revista Tecnologias na Educação**, Belo Horizonte, MG, ano 7, v. 12, p. 15-30, jul. 2015. Disponível em: <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2015/07/Art2-vol12-julho2015.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2021.
- AMORIM, D. S. Paradigmas pré-evolucionistas, espécies ancestrais e o ensino de zoologia e botânica. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, RS, v. 36, p. 125-150, 2008.
- ARAUJO, S. M.; SCHIMIGUEL, J. Possibilidades do uso de Dispositivos Móveis para Atividades de Aprendizagem no Ensino Médio Integrado a Educação Profissional. *In: ENCONTRO DE PRODUÇÃO DISCENTE*, 2014, Cruzeiro do Sul. **Anais [...]** São Paulo: PUCSP, 2014. p. 1-11.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6029: **informação e documentação: livros e folhetos: apresentação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.
- AZUMA, Ronald. *et al.* Recent Advances in Augmented Reality. **IEEE Computer Graphics and Applications**, [s. l.], v. 21, n. 6, p. 34-47, Nov./Dec. 2001.
- BARROS, D. M. V. Estilos de uso do espaço virtual: como se aprende e se ensina no virtual? **Revista Inter-ação**, Goiânia, GO, p. 51-74, 2009.
- BASTOS, V. C. *et al.* Recursos didáticos para o ensino de Biologia: O que pensam as/os docents. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, São Carlos-SP, v.7, p. 7332-7343, out. 2014.
- BEHRENS, M. A. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. 4. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.
- BERRYMAN, D. R. Augmented Reality: A Review. **Medical Reference Service Quarterly**, New York, N.Y, v. 31, n. 2, p. 212-218, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+): Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.
- CANTILLO, C.; ROURA, M.; SÁNCHEZ, A. Tendencias actuales em el uso de dispositivos móviles em educación. **La Educ@cion Digital Magazine**, Madri, v.1, n.147, jun. 2012.
- DUARTE, V. A. R. **Ferramentas para a Modelagem de Ambientes Virtuais: Um estudo comparativo**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.
- FARDO, M. L. **A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem**. 2013. Dissertação

(Mestrado) – Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Educação, Caxias do Sul, 2013.

FERRAZ, R. C. **A utilização de ambientes virtuais em vrml para a informática na educação**. 2010. Monografia (Graduação) - Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia, Vitória da Conquista, 2010.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

GLADCHEFF A. P.; ZUFFI, E. M.; SILVA, M. Um Instrumento para Avaliação da Qualidade de Softwares Educacionais de Matemática para o Ensino Fundamental. *In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO*, 21., 2001, Fortaleza. **Anais [...]** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Computação, 2001.

GODOI, K. A.; PADOVANI, S. Avaliação de material didático digital centrada no usuário: uma investigação de instrumentos passíveis de utilização por professores. **Produção**. São Paulo, v. 19, n.3, p.445-457, 2009.

GORRA, A. *et al.* Learning with technology: what do students want? *In: EUROPEAN CONFERENCE OFE-LEARNING*, 2010, Penang, Malaysia. **Anais [...]** Penang: Universiti Sains Malaysia, 2010. p.1-10.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, ago. 2009.

HAMZE, A. Linguagem Audiovisual e a Educação. 2010. *In: BRASIL Escola*. [São Paulo]: Rede Omnia, [2021]. Disponível em: <http://www.educador.brasilecola.com/gestao-educacional/linguagem.html>. Acesso: 5 nov. 2021.

ITO, E.; AFFINI, L. T. Realidade Aumentada para Dispositivos Móveis e Portáteis. *In: CONGRESSO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO NA REGIÃO SUDESTE*, 16., 2011, São Paulo. **Anais [...]** São Paulo: Intecom, 2011.

KATO, H. *et al.* Augmented reality learning experiences: Survey of prototype design and evaluation. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 38–56, 2014.

KIRNER, C. Evolução da Realidade Virtual no Brasil. *In: SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY*, 10., 2008, João Pessoa, PB. **Anais [...]** João Pessoa, PB: SBC, 2008. p. 1-11.

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. (Ed.) **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações**. Petrópolis, RJ: Editora SBC, 2007.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4.ed. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 2011.

VAN KREVELEN, D. W. F.; POELMAN, R. A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations. **The International Journal of Virtual Reality**, Delft, The Netherlands, v. 9, n. 2, 2010.

LEMOS, B. M.; CARVALHO, C. V. A. Uso de realidade aumentada para apoio ao entendimento da relação de Euler. Renote - **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 2, jul. 2010. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/15219>. Acesso em: 22 nov. 2021.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência**: o futuro do pensamento na era da informática. São Paulo: Editora 34, 2008.

LYNCH, K.; WHITE, R.; JOHNSON, Z. **Pushing content to mobile phones**: what do students want? New York: Nr Reading AcademicConferences, 2010.

MACHADO, A. S. Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 38, n.2, p.104-111, maio 2016.

MANRIQUE-JUAN, A. C. *et al.* A Portable Augmented-Reality Anatomy Learning System Using a Depth Camera in Real Time. **BioOne**, Washington, DC, v. 79, n. 3, p. 176-183, 2017.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia**: Histórias e práticas em diferentes espaços educativos. São Paulo: Cortez, 2009.

MARTINSI, M. C. Situando o uso da mídia em contextos educacionais. In: **MÍDIAS na Educação**. [S. l.: s. n.], 2008. Programa de Formação Continuada em Mídias na Educação. Disponível em: <http://midiasnaeducacao-joanirse.blogspot.com/2008/12/situando-o-uso-da-mdia-emcontextos.html>. Acesso: nov/2021

MENEZES, N. C. A. P. **Motivação de alunos com e sem utilização das TIC em sala de aula**. 2012. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Portucalense, [Porto], 2012.

MILGRAM, P. *et al.* Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In: **PHOTONICS FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS**, 1994, Boston, MA, United States. **Proceedings** [...] [S. l.]: Telemanipulator and Telepresence Technologies, 1995.

NUNES, S.; MUHLBEIER, A. R. K.; COSTA, C. Uma beyblade em realidade aumentada: suas potencialidades pedagógicas no ensino de geometria espacial. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO-SBIE**, 2015, Maceió, AL. **Anais** [...] Maceió, AL: Universidade Federal de Alagoas, 2015.

OLIVEIRA, G. B. D. *et al.* **O Ensino de Zoologia numa perspectiva evolutiva**: análise de uma ação educativa desenvolvida com uma turma do Ensino

Fundamental. In: ENPEC, 8., 2011, Rio de Janeiro. **Resumos** [...] Rio de Janeiro: UFRJ, 2011. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0083-1.pdf>. Acesso em: nov. 2021.

PEREIRA, D. D. **Uso de realidade aumentada como ferramenta de apoio ao ensino da geometria espacial no 2º ano do ensino médio**: utilização das ferramentas Flaras e Google Sketchup. 2014. 51 p. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

ROCHA, A. L. F.; DUSO, L.; MAESTRELLI, S. R. P. Contribuições da Filogenética para um ensino crítico da Zoologia. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindoia. **Atas** [...] Águas de Lindoia: ABRAPEC, 2013.

SEIFFERT-SANTOS, S. C. S.; FACHÍN-TÉRAN, A. Perfis e concepções relacionadas à disciplina de ciências naturais sobre o ensino de zoologia dos profissionais do ensino fundamental em Manaus. AM., Brasil. In: ENCONTRO DE PESQUISA EDUCACIONAL NORTE NORDESTE, 20., 2011, Manaus, AM. **Anais** [...] Manaus, AM: UFAM, 2011.

SANTOS, S. C. S.; TERÁN, A. F. Possibilidades do uso de analogias e metáforas no processo de ensino-aprendizagem do ensino de Zoologia no 7º ano do ensino fundamental. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA, 8., 2009, Boa Vista. **Anais** [...] Boa Vista: Universidade Federal de Roraima, 2009.

SOUSA, I. M. A.; SOUSA, L. V. A. O Uso da Tecnologia como Facilitadora da Aprendizagem do aluno na escola. **Revista Fórum Identidades**, Itabaiana, Ano 4, v. 8, Jul./Dez. 2010.

SOUZA, D. S.; SILVA, S. A. da. Realidade aumentada na educação. In: ENCONTRO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2014, Dourados. **Anais** [...] Dourados: Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS); Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), 2014.

SUTHERLAND, I. E. **Sketchpad**: A Man-Machine Graphical Communication System. 1963. Thesis (Pós-Doutorado) - University of Cambridge, Cambridge, 1963.

SUTHERLAND, I. E. The Ultimate Display. In: IFIPS CONGRESS, 2., 1965, New York City, NY. **Proceedings** [...] New York City, NY: IFIPS, 1965. p. 506-508.

TORI, R. **Educação sem distância**: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem. São Paulo: Ed. SENAC, 2010.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

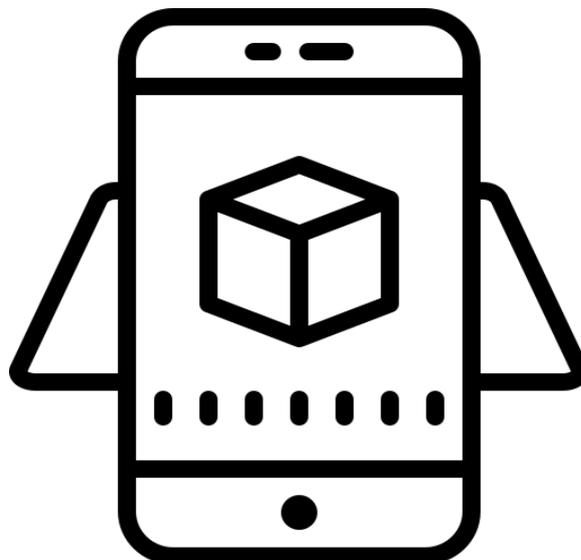
APÊNDICE A – ORIENTAÇÕES DE USO DO APLICATIVO

O aplicativo desenvolvido nesse trabalho e o guia de aulas práticas de moluscos estão disponíveis para download via link disposto abaixo. Caso seja mais cômodo, depois de baixar o guia através do link, um QR code será encontrado na página 6, que levará ao mesmo link, portanto, será mais fácil acessar o aplicativo diretamente pelo celular.

https://drive.google.com/drive/folders/1DUX3FbC7VHifXQDSdD_OMDJFfZTBGh5?usp=sharing

Depois do download, o arquivo .apk deve ser levado para um smartphone e executado para que a instalação seja realizada. Durante esse processo, é provável que o sistema de segurança do dispositivo alerte sobre a instalação de aplicativos desconhecidos e tente impedir a instalação, geralmente é só clicar na opção “permitir” que surgirá e a instalação será concluída, em último caso é necessário habilitar a permissão de instalação nas configurações do dispositivo.

Como descrito anteriormente, o aplicativo funciona em conjunto com o guia, depois de instalado é necessário apenas abrir o PDF do guia e apontar a câmera do aplicativo para as páginas que contêm a imagem abaixo, no canto superior esquerdo da página.



Dentro do aplicativo, depois da leitura da imagem o modelo vai aparecer e é possível movimentar o celular ao redor do mesmo para visualizar diferentes ângulos e perspectivas.

Alguns dispositivos podem apresentar alguma instabilidade e o aplicativo não ler corretamente as imagens, caso isso aconteça é necessário fechar e abrir novamente a aplicação e resolverá o problema.

Infelizmente não foi possível disponibilizar o aplicativo nas lojas de Apps, como a Play Store, por causa da taxa cobrada para ser colocado. Também não foi possível disponibilizar via download do arquivo .apk para dispositivos IOS, por causa da política rígida de instalação de aplicações externas que a Apple implementa em seus dispositivos.

APÊNDICE B – PRINCIPAIS PÁGINAS DO GUIA E MODELOS 3D RELACIONADOS A ELAS

Vistas

Plano geral do corpo

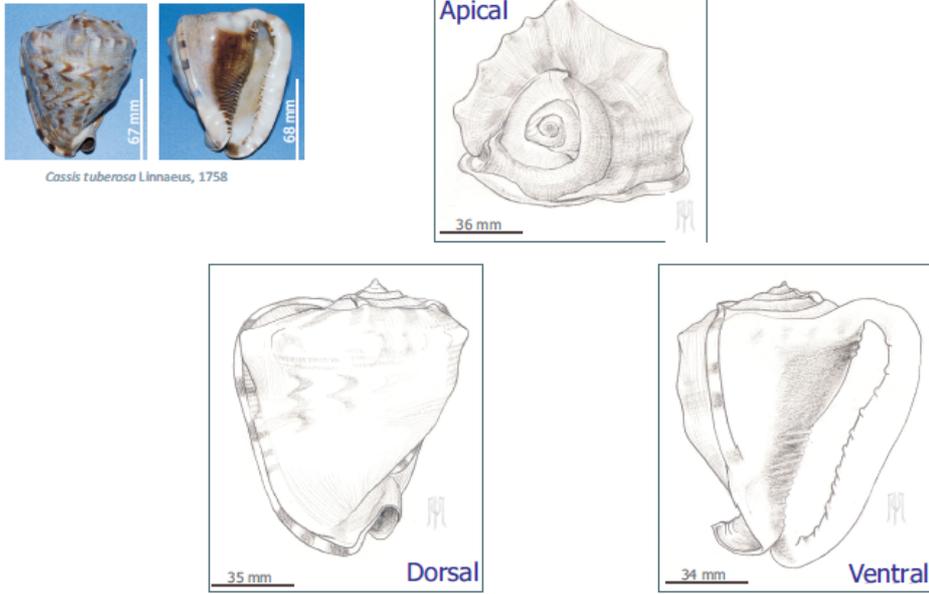


Figura 2: Principais vistas da morfologia externa de um Gastropoda, *Cassis tuberosa* (Linnaeus, 1758).



Partes principais

Plano geral do corpo

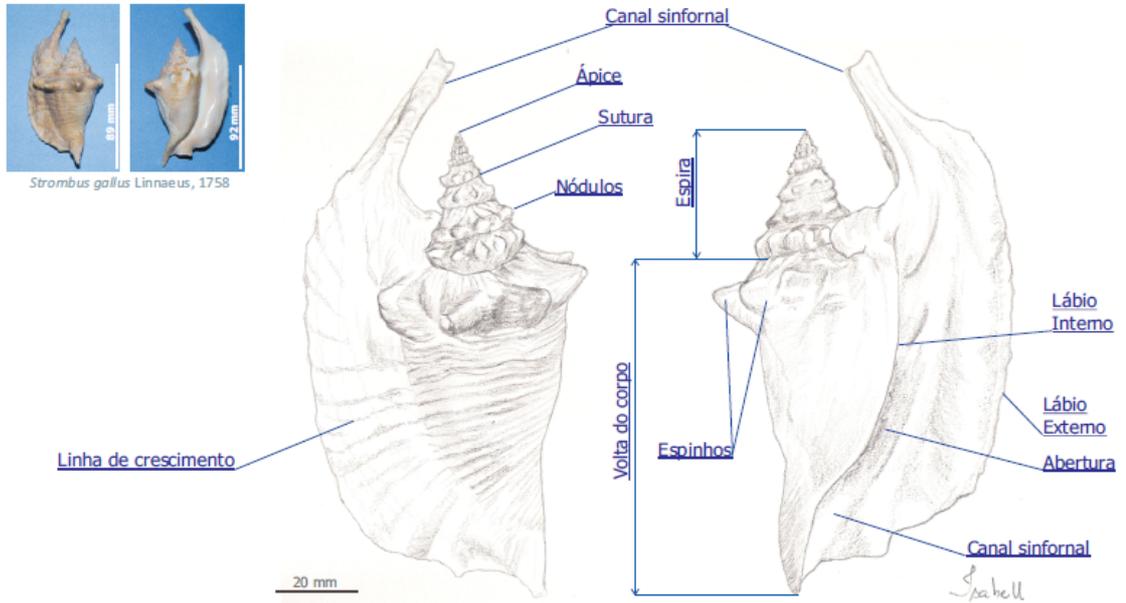


Figura 4: Partes principais da morfologia externa de um Gastropoda, *Strombus gallus* (Linnaeus, 1758).

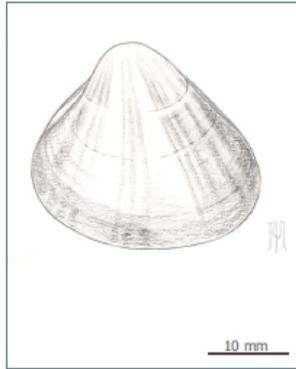


Vistas e Regiões

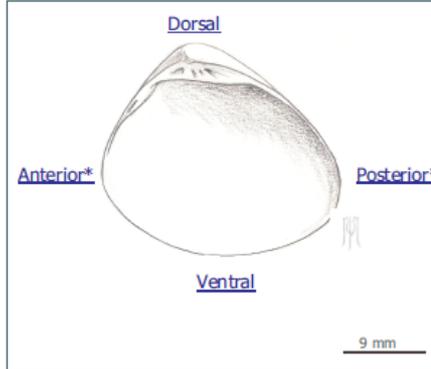
Plano geral do corpo



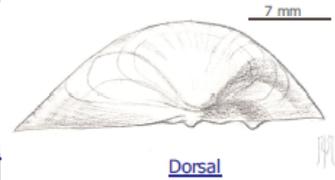
Tivela mactroides (Born, 1778)



Face externa



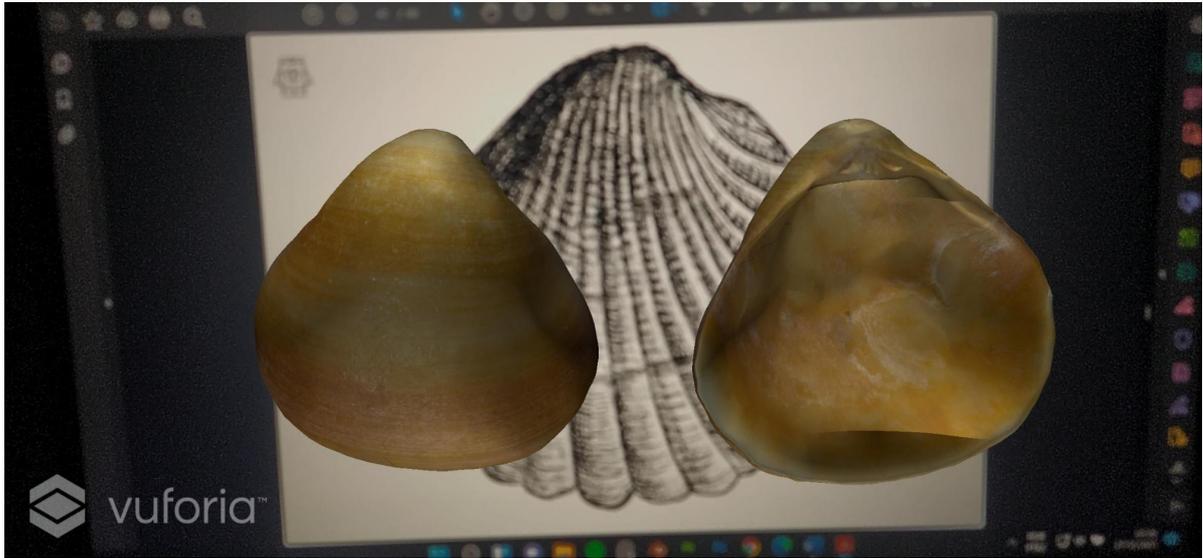
Face interna



Dorsal

* Regiões anterior e posterior somente podem ser definidas após a abertura da concha e localização da região cefálica, onde está localizada a boca do Bivalva.

Figura 8: Principais vistas e regiões em Bivalvia, *Tivela Mactroides* (Born, 1778)



Partes principais

Plano geral do corpo

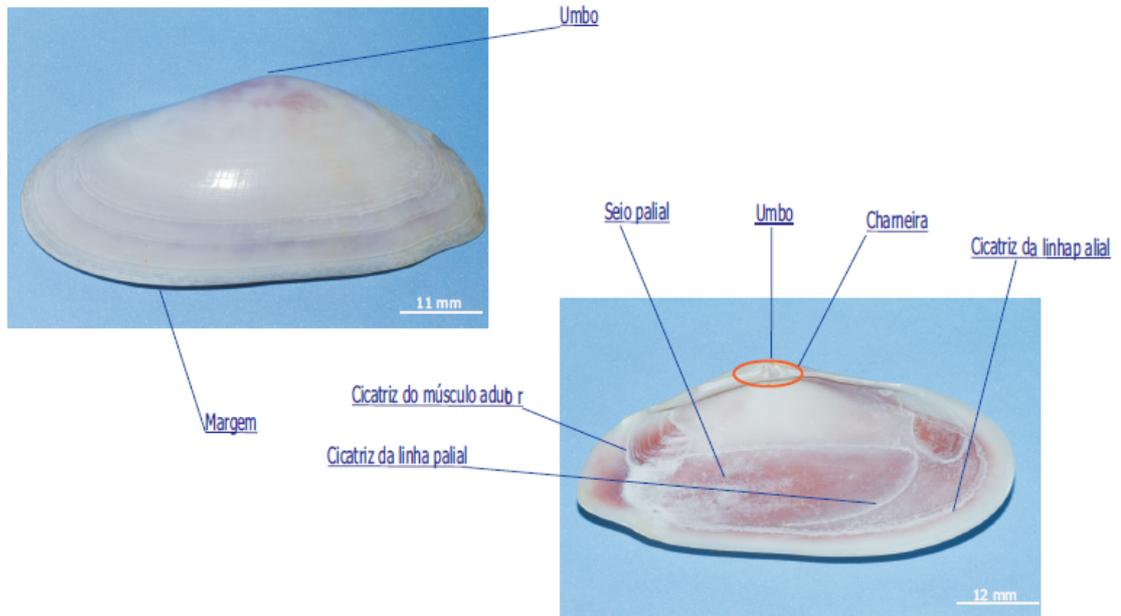
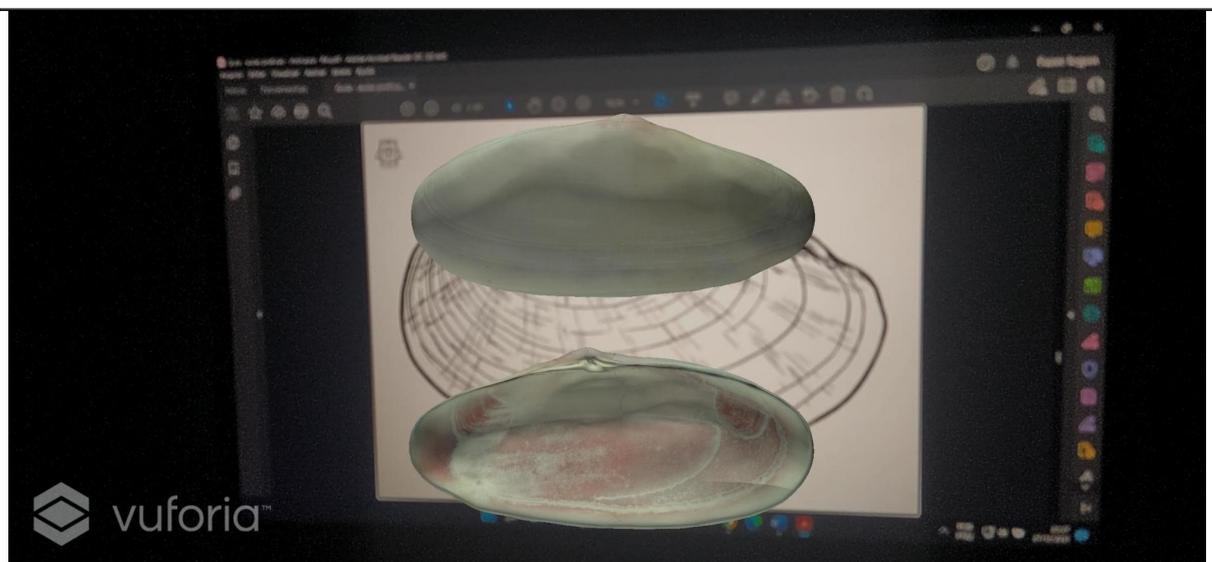


Figura 9: Principais partes e regiões em Bivalvia, *Tellina brasiliensis* Spengler, 1798



Partes principais

Plano geral do corpo

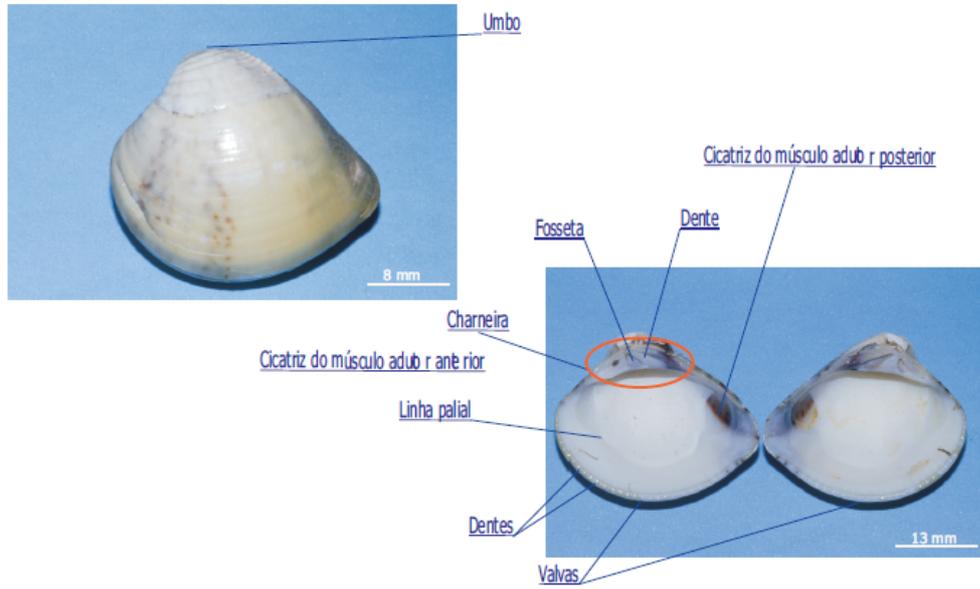
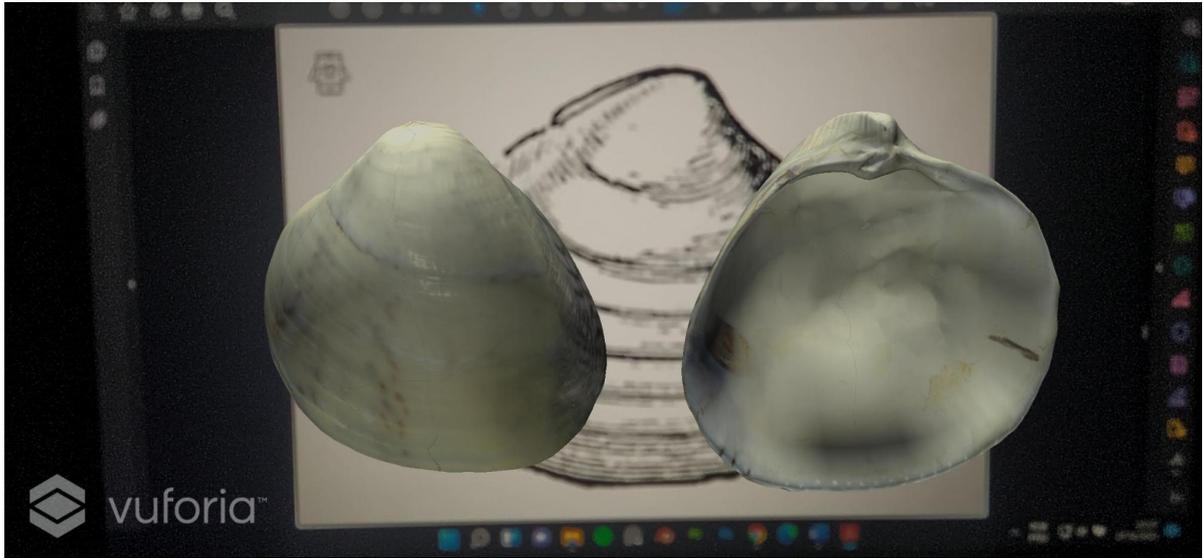


Figura 10: Principais partes em Bivalvia, *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791).



Partes principais

Plano geral do corpo

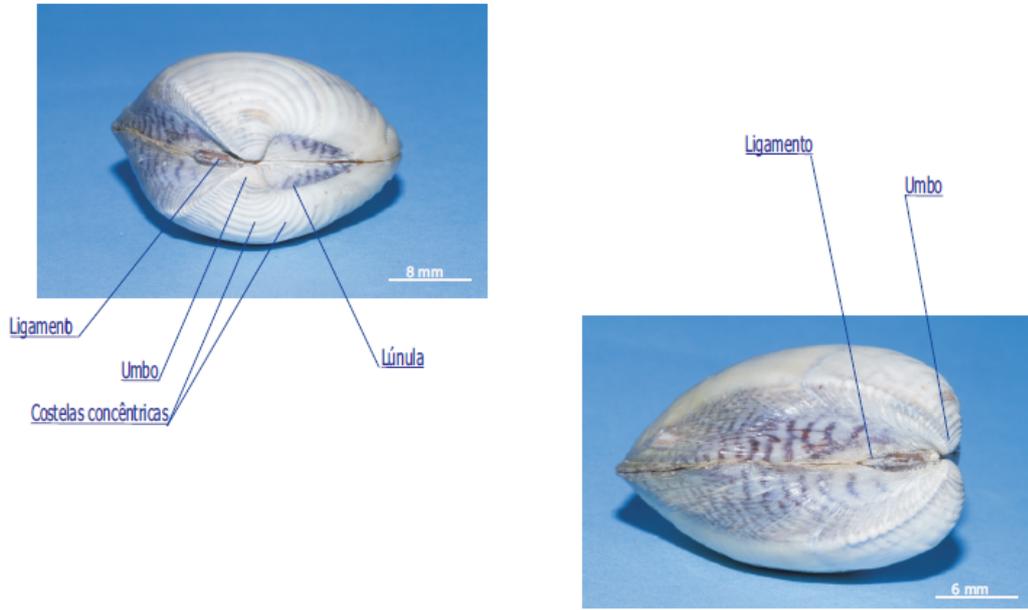
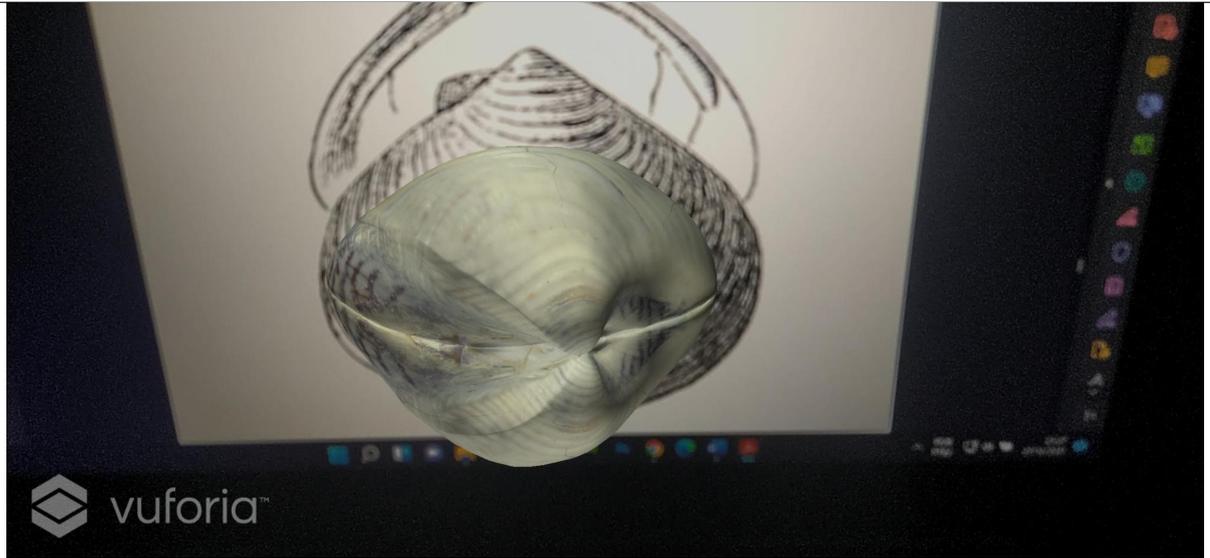


Figura 11: Principais partes em Bivalvia, *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791).



Principais partes

Plano geral do corpo



Nautilus pompillus Linnaeus, 1758

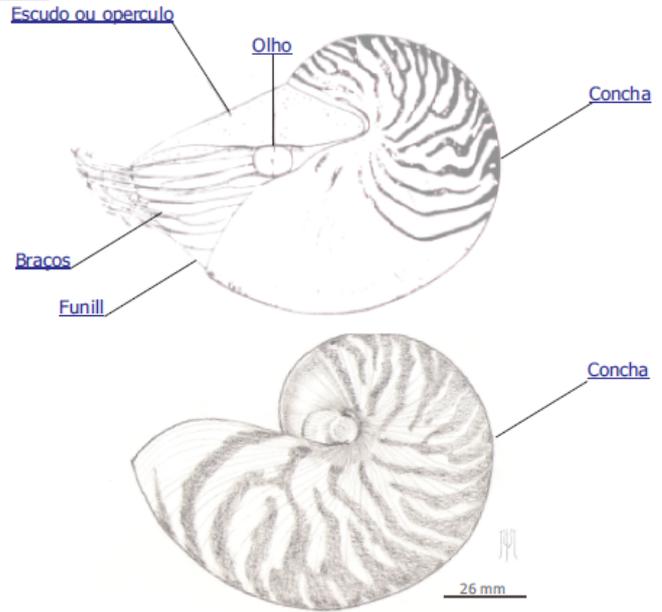


Figura 16: Principais partes em Nautiloidea, *Nautilus pompillus* Linnaeus, 1758.



Partes principais

Plano geral do corpo

Ordem Decapoda (polvos)



Octopus vulgaris Cuvier, 1797

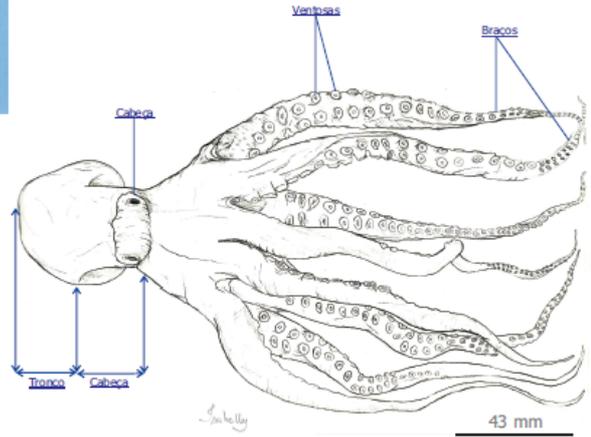
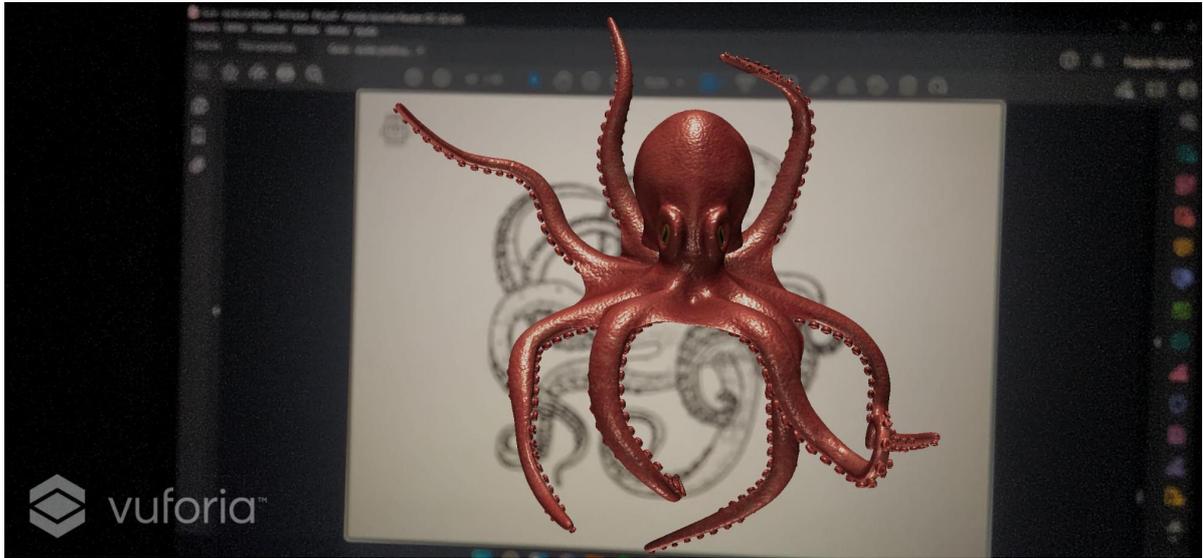


Figura 17: Principais partes da morfologia do polvo *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797.



Vistas e regiões

Plano geral do corpo

Ordem Decapoda (lulas)

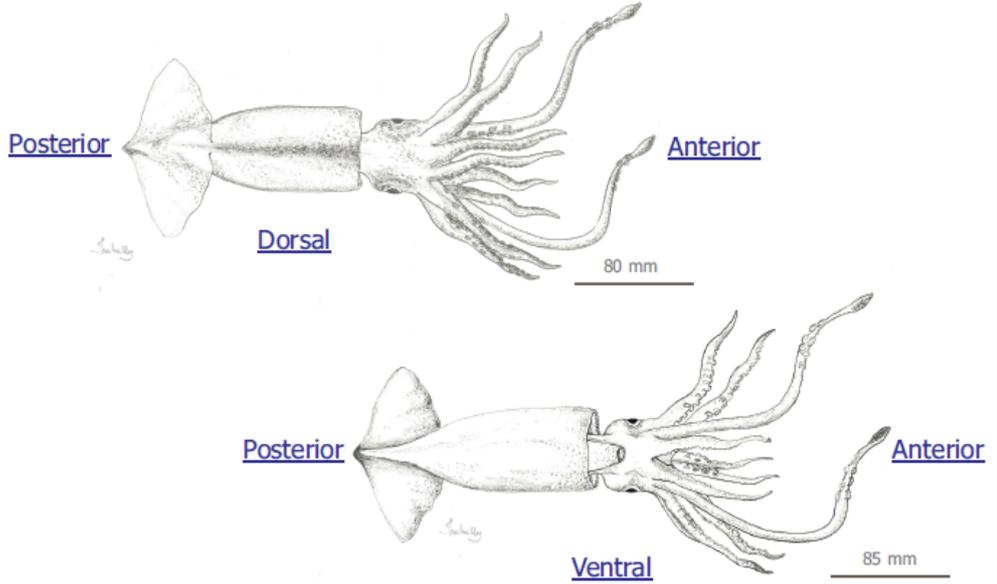


Figura 18: Principais vistas de uma espécie de lula.

