

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

Marcos Emanuel de Barros Silva

**REALIDADE AUMENTADA COMO POSSIBILIDADE PARA A
APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS**

Maceió - AL
2020

MARCOS EMANUEL DE BARROS SILVA

**REALIDADE AUMENTADA COMO POSSIBILIDADE PARA A
APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Silvio Cavalcante Pimentel.

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Biblioteca Central Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

- S586r Silva, Marcos Emanuel de Barros.
Realidade aumentada como possibilidade para a aprendizagem de ciências
/ Marcos Emanuel de Barros Silva. – 2020.
142 f. : il.
- Orientador: Fernando Sílvio Cavalcante Pimentel.
Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Alagoas.
Centro de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. Maceió, 2020.
- Bibliografia: f. 105-117.
Apêndices: f. 119-142.
1. Educação - Ensino e aprendizagem. 2. Realidade aumentada. 3.
Ciências (Ensino fundamental). 4. Informática e educação. I. Título.

CDU: 37:004.358



Universidade Federal de Alagoas
Centro de Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação

REALIDADE AUMENTADA COMO POSSIBILIDADE PARA A
APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS

MARCOS EMANUEL DE BARROS SILVA

Dissertação de Mestrado submetida à banca examinadora, já referendada pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 1º de junho de 2020.

Banca Examinadora:

Prof(a). Dr(a). FERNANDO SILVIO CAVALCANTE PIMENTEL (UFAL)
Orientador

Prof(a). Dr(a). LUÍS PAULO LEOPOLDO MERCADO (UFAL)
Examinador(a) Interno(a)

Prof(a). Dr(a). ALEXANDRE CARDOSO (UFU)
Examinador(a) Externo(a)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, Senhor do meu viver, por ter me dado forças para superar todas as dificuldades em minha vida. Agradeço aos meus pais; Isaque Ferreira pela dedicação e incentivo em todos os momentos e a minha mãe Maria Rosângela, mulher virtuosa que sempre fez questão de me mostrar os caminhos certos, contribuindo significativamente para minha formação, não só profissional, mas como cidadão de bem.

À minha esposa Mickaelle Peixoto, pelo amor, incentivo, carinho, apoio incondicional em todos os momentos.

Aos meus irmãos Kátia e Tiago pelo apoio e incentivo.

À Profa. Dra. Maria Danielle Araújo Mota, que enquanto minha orientadora na época da graduação, inspirou meu interesse pela área da Educação.

Ao meu amigo Alexandre Rodrigues, por compartilhar comigo desde a graduação todas as dificuldades, sonhos e realizações nessas etapas de crescimento acadêmico, pessoal e profissional.

Aos meus amigos mestrandos, Wellington, Kelly, Ithayse, Lilian e Marseille, por todos os momentos, dificuldades, ansiedades, angústias e pelas alegrias compartilhadas tanto nas aulas quanto nas orientações.

Ao meu orientador, professor Dr. Fernando Silvio Cavalcante Pimentel, pelo exemplo de profissional e pessoa, pelas orientações, pelas correções, por sua disponibilidade e paciência em todos os momentos que precisei e por seu compromisso com minha aprendizagem.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL), pela ajuda financeira que muito contribuiu para o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos que de alguma maneira contribuíram com esta pesquisa, os meus mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

As finalidades expressas nas competências específicas das Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, visam garantir aos estudantes a compreensão de fenômenos por meio de diferentes Tecnologias Digitais (TD). Neste sentido, partimos do pressuposto que tecnologias como a Realidade Aumentada (RA), quando incorporadas as práticas pedagógicas podem possibilitar a aprendizagem dos estudantes, ampliando sua realidade, permitindo a observação e compreensão dos fenômenos a sua volta. A presente pesquisa foi expressa pela seguinte questão norteadora: como a RA, no contexto do Ensino de Ciências, pode possibilitar a aprendizagem dos estudantes? O objetivo geral desta pesquisa foi investigar como a RA, no contexto do Ensino de Ciências, possibilita a aprendizagem dos estudantes nos anos finais do Ensino Fundamental. Para atender esse objetivo, traçamos os seguintes objetivos específicos: integrar os recursos de RA aos recursos físicos existentes nas aulas de Ciências; compreender como a RA pode contribuir com a aprendizagem de Ciências; e identificar as possibilidades de aprendizagens por meio de recursos em RA durante as aulas de Ciências. A investigação foi fundamentada a partir do estudo histórico-social de Vygotsky (2008) e das direções indicadas por Yuen, Yaoyuneyong e Johnson (2011), para a apropriação da tecnologia em contextos de educação. Nesta investigação empírica, estudou-se a RA como instrumento de mediação pedagógica e suas contribuições para a aprendizagem de Ciências a partir de uma pesquisa qualitativa de delineamento experiencial, configurada como exploratória e explicativa. Os dados foram coletados por meio de observações, anotações em diários de campo, registros fotográficos e questionários. Foram estabelecidas quatro categorias de análise a partir dos pressupostos teóricos que serviram de base para a pesquisa, sendo estas: motivação, interação, mediação, e Letramento Científico. Conforme a análise, evidenciou-se que, tanto a questão norteadora da pesquisa foi respondida, quanto o seu objetivo geral foi atendido. Conforme os indicativos desta pesquisa, percebeu-se que os estudantes estiveram motivados a aprender os conteúdos e suas possíveis relações com seu cotidiano a partir de experiências vivenciadas e troca de experiências. Dessa forma, esta pesquisa apresenta resultados significativos tanto para a incorporação da RA no contexto da educação básica, quanto para a área das Ciências da Natureza, uma vez que as atividades desenvolvidas por meio da RA contribuíram para o desenvolvimento de competências e habilidades, formulação de hipótese, resolução de problemas e tomada de decisão, conforme as propostas de aprendizagem na perspectiva de um Letramento Científico.

Palavras-chave: Educação, Realidade Aumentada, Aprendizagem, Ciências.

ABSTRACT

The purposes expressed in the specific competences of Natural Sciences for Elementary Education, aim to guarantee students the understanding of phenomena through different Digital Technologies (TD). In this sense, we start from the assumption that technologies such as Augmented Reality (AR), when incorporated into pedagogical practices, can enable students to learn, expanding their reality, allowing the observation and understanding of the phenomena around them. The present research was expressed by the following guiding question: how can AR, in the context of Science Teaching, enable student learning? The general objective of this research was to investigate how AR, in the context of Science Teaching, enables students to learn in the final years of Elementary School. To meet this objective, we have outlined the following specific objectives: to integrate AR resources with the physical resources existing in Science classes; understand how AR can contribute to science learning; and to identify the possibilities of learning through resources in AR during Science classes. The investigation was based on the historical-social study of Vygotsky (2008) and the directions indicated by Yuen, Yaoyuneyong and Johnson (2011), for the appropriation of technology in educational contexts. In this empirical investigation, AR was studied as an instrument of pedagogical mediation and its contributions to science learning from a qualitative research with an experimental design, configured as exploratory and explanatory. Data were collected through observations, notes in field diaries, photographic records and questionnaires. Four categories of analysis were established based on the theoretical assumptions that served as the basis for the research, being these: motivation, interaction, mediation, and Scientific Literacy. According to the analysis, it was evidenced that both the guiding question of the research was answered and its general objective was met. According to the indications of this research, it was noticed that the students were motivated to learn the contents and their possible relations with their daily life based on lived experiences and exchange of experiences. Thus, this research presents significant results both for the incorporation of AR in the context of basic education, and for the area of Natural Sciences, since the activities developed through AR contributed to the development of competences and skills, formulation of hypothesis, problem solving and decision making, according to the learning proposals from the perspective of a Scientific Literacy.

Keywords: Education, Learning, Sciences, Augmented Reality.

LISTA DE SIGLAS

ACM - *Association for Computing Machinery*

AIS - *Association for Information Systems*

AISeL - *Association for Information Systems Electronic Library*

API - Interfaces de Programação de Aplicações

AR - *Augmented Reality*

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CEP/UFAL - Comitê de Ética em Pesquisa da Ufal

CGI.br - Comitê Gestor da Internet no Brasil

EBSCO - *Business Source Complete*

FAPEAL - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas

IEEE - Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos

JMA - Jogo de Memória em Astronomia

PPGE - UFAL - Programa de Pós-Graduação em Educação da Ufal

RA - Realidade Aumentada

RSL - Revisão Sistemática de Literatura

RV - Realidade Virtual

SSF - *Systematic Search Flow*

TALE - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TCLE - Termo de assentimento Livre e Esclarecido

TD - Tecnologias Digitais

UNISINOS - Universidade do Vale do Rio dos Sinos

VA - Virtualidade Aumentada

ZDP - Zona de Desenvolvimento Proximal

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Continuum</i> de Milgram.....	41
Figura 2 - Jogo Pokémon Go combinando o ambiente virtual ao real	48
Figura 3 - Museu da cidade de Detroit, nos Estados Unidos com Tecnologia RA do Google.	50
Figura 4 - Vista interna do Colégio Rosalvo Félix.....	61
Figura 5 - Interface da Unity 3D com o desenvolvimento do aplicativo AR <i>Game Book</i>	68
Figura 6 - Aplicativo AR <i>Game Book</i>	69
Figura 7 - Nuvem de palavra: Percepção dos estudantes sobre aprender os Filos	75
Figura 8 - Atividade investigativa com RA.....	80
Figura 9 - Esquema básico do ambiente simulado	81
Figura 10 - Grupo discutidos os acontecimentos observados na experiência com RA.....	82
Figura 11 - Apresentação dos fenômenos observados	83
Figura 12 - Nuvem de palavra referente a questão 8.....	84
Figura 13 - Jogo Tabuleiro Aumentado.....	88
Figura 14 - Estudantes jogando com RA.....	89
Figura 15 - Mapa conceitual da atividade avaliativa com o AR <i>game</i>	91
Figura 16 - Atividade investigativa com RA.....	94
Figura 17 - Livro em RA	97
Figura 18 - Informações pesquisadas e compartilhadas no livro pelos estudantes	99

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução da utilização de internet e celular nas praticas pedagógicas	31
Gráfico 2 - Evolução do uso de dispositivos móveis no Brasil	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Trabalhos desenvolvidos na área da educação com dispositivos móveis.	38
Quadro 2 - Resultado da RSL realizada por Lopes et al. (2019).....	44
Quadro 3 - Síntese da coleta de dados	63
Quadro 4 - Processo de análise dos dados	64
Quadro 5 - Categorias e elementos.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estudantes que conheciam a RA antes das aulas de Ciências.....	73
Tabela 2 - Aprendizagem sobre filo dos animais	74
Tabela 3 - Estudantes que conseguiram descrever os filos do Reino Animal na questão 4.....	77
Tabela 4 - Experiências mais interessantes com RA para os estudantes.....	89

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (T.C.L.E.)	119
Apêndice B - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)	122
Apêndice C - Questionário	124
Apêndice D - AR <i>Game Book</i> Reino Animal.....	127

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1 AS TECNOLOGIAS DIGITAIS NO CONTEXTO DAS CIÊNCIAS NATURAIS: o ponto de partida.....	20
1.1 Ensino de Ciências: finalidades e objetivos	20
1.2 Tecnologias Digitais e aprendizagem de Ciências	24
1.3 Educar na era digital	27
1.4 Aprendizagem mediada por dispositivos móveis	30
1.5 Estratégias didáticas com dispositivos móveis.....	33
2 REALIDADE AUMENTADA: conceitos e possibilidades para educação	39
2.1 Da multimídia a RA.....	39
2.2 Conceituando RA	40
2.3 RA no contexto da educação	43
2.4 Apropriação da RA no contexto da educação	45
2.4.1 <i>AR Books</i> / Livros com RA.....	46
2.4.2 <i>AR Gaming</i> / Jogos em RA.....	47
2.4.3 <i>Discovery-based Learning</i> / Aprendizagem baseada em descoberta	50
2.4.4 <i>Objects Modeling</i> / Modelagem de objetos	51
2.4.5 <i>Skills Training</i> / Treinamento de habilidades	52
2.5 RA e ensino de Ciências.....	53
2.6 RA como instrumento de mediação	56
3 METODOLOGIA.....	58
3.1 Tipo de Pesquisa.....	58
3.2 Local e participantes da pesquisa	60
3.3 Critérios de inclusão e exclusão	62
3.4 Coleta de Dados.....	62
3.5 Análise dos Dados	64

3.6 Descrição das categorias.....	65
3.7 Descrição das atividades.....	67
4 RESULTADOS	72
4.1 Motivação	72
4.2 Interação	79
4.2.1 Experiência em um ambiente hipotético	79
4.3 Mediação	87
4.3.1 Experiência mediada com AR <i>game</i>	87
4.4 Letramento Científico.....	93
4.4.1 Experiência investigativa.....	93
4.4.2 Produção do AR <i>Book</i>	97
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	101
REFERÊNCIAS	105
APÊNDICES	118

INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico dos recursos computacionais vem proporcionando cada vez mais representações imersivas do imaginário, e com ele surgem novas possibilidades para construção de conhecimento. Conforme Tori, Kirner e Siscoutto (2006), o rompimento da barreira da tela do monitor permitindo ao usuário maiores interações, foi uma das possibilidades promovidas por este fenômeno.

Além da evolução dos computadores, que nos primórdios eram lentos e pesados, e hoje possuem vários núcleos de processamento e muita agilidade (ROVADOSKY et al., 2012), o desenvolvimento tecnológico também vem ocorrendo nos dispositivos móveis como celulares e smartphones (COUTINHO, 2014), artefatos que vem transformando a maneira de interação e comunicação da sociedade (SALES et al., 2014). Esses avanços também têm proporcionado desenvolvimento nos processos que envolvem a educação, devido a possibilidade da apropriação de vários recursos das Tecnologias Digitais (TD) nas atividades educacionais (PIMENTEL, 2017), contribuindo com a expansão das práticas pedagógicas (FIALHO, 2018) para além da aprendizagem linear e centrada em textos.

Na área das Ciências Naturais, tendo como exemplo o ensino de processos químicos, físicos ou biológicos, que envolve conteúdos complexos e de difícil compreensão para a aprendizagem (CAMPOS; BORTOLOTO; FELÍCIO, 2003), cabe ao professor, por meio de sua prática pedagógica, proporcionar novas maneiras para que os estudantes superem essas dificuldades, desenvolvendo a aprendizagem (GONÇALVES; VEIT, 2006). Dessa forma, as TD, que se baseiam em sistemas computacionais e conexão com internet (PIMENTEL, 2017) podem contribuir na integração de práticas pedagógicas inovadoras favorecendo também a autonomia dos estudantes (LIMA et al., 2017).

Neste sentido, a RA que é uma tecnologia que permite a integração de informações digitais ao mundo real, utilizando técnicas de visão computacional (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006) pode ser uma alternativa para a aprendizagem. Essa possibilidade permite uma nova dinâmica para a construção de recursos multimídia, combinando imagens, vídeos e objetos 3D ao ambiente físico no qual o estudante está inserido.

Diante desse contexto, partimos do pressuposto (YUEN; YAOYUNYONG; JOHNSON, 2011; TORI et al., 2018) que tecnologias como a RA, quando incorporadas as

práticas pedagógicas podem contribuir com a aprendizagem dos estudantes ampliando sua realidade, permitindo a observação e compreensão dos fenômenos a sua volta.

Levando em consideração que a RA é apontada como uma tecnologia recente e em pleno desenvolvimento nos laboratórios de pesquisa (TORI, 2010), emergente para o ensino de Ciências (LIMA et al., 2017), tendo sua forma de uso mais difundida a partir de um telefone com câmera (smartphone) ou de uma webcam conectada ao computador (GARCÍA; ORTEGA; ZEDNIK, 2017) e que a mistura do real com o virtual tem potencial para promover novas formas de relacionamento do estudante com o professor (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006), buscamos investigar como essas possibilidades podem contribuir com a educação. Para isso, tomamos como base os estudos de Yuen, Yaoyuneyong e Johnson (2011) que indicaram cinco direções para a inserção da RA na educação, sendo elas: *AR Books*; *AR Gaming*; *Discovery-based Learning*; *Objects Modeling* e *Skills Training*.

A presente pesquisa foi expressa pela seguinte questão norteadora: **como a RA, no contexto do ensino de Ciências, possibilita a aprendizagem dos estudantes?** Tomando por base a questão que norteou esta pesquisa, bem como o contexto em que a mesma foi desenvolvida, traçamos a seguinte hipótese: a RA, quando inserida de forma reflexiva nas aulas de Ciências, pode motivar a aprendizagem, contribuindo com o processo de Letramento Científico dos estudantes. Dessa forma, os indicativos de aprendizagem por meio da RA, descritos na literatura nacional e internacional (YUEN; YAOYUNYONG; JOHNSON, 2011; DIEGMANN et al., 2015; LOPES et al., 2019; CHANG; WU; HSU, 2013) serviram de subsídios teóricos para a formulação da hipótese apresentada.

Nesta pesquisa, compreendemos Letramento Científico como a capacidade do estudante dominar os conceitos científicos, formular e testar hipótese buscando os entendimentos básicos sobre a Ciência e a tecnologia e suas relações com a humanidade (MILLER, 1983; SANTOS, 2007; GOMES, 2015). Neste contexto, usamos o termo Letramento Científico assumindo perspectiva epistemológica semelhantes ao que na literatura (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; SASSERON; CARVALHO, 2008) também pode ser compreendido como Alfabetização Científica.

Dessa forma, estudamos a RA como instrumento de mediação pedagógica e suas contribuições para a aprendizagem de Ciências na perspectiva de um Letramento Científico. Assim, foi analisada uma turma dos anos finais do Ensino Fundamental, na disciplina de

Ciências de uma escola privada do município de Rio Largo – AL. Neste contexto, foram desenvolvidas estratégias com RA por meio de diferentes experiências nas aulas de Ciências.

A disciplina de Ciências faz parte do currículo do Ensino Fundamental, e na escola onde a pesquisa foi desenvolvida, é ofertada de modo presencial, tendo duas aulas semanais, cada uma com duração de 1 hora. A pesquisa foi desenvolvida durante o terceiro bimestre do ano letivo de 2019, no turno matutino, conforme o horário de expediente da escola, após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas (CEP/UFAL).

Investigar como a aprendizagem ocorre no contexto em que a pesquisa foi desenvolvida é de relevância tanto para o ensino de Ciências quanto para a educação em geral, o que se justifica a partir do que vem sendo discutido na literatura da área das Ciências da Natureza, que visa construir oportunidades para o desenvolvimento de competências e capacidades necessárias para os estudantes.

O objetivo geral desta pesquisa foi investigar como a RA, no contexto do ensino de Ciências, pode possibilitar a aprendizagem dos estudantes nos anos finais do Ensino Fundamental. Para atender esse objetivo, traçamos os objetivos específicos: 1) integrar os recursos de RA aos recursos físicos existentes nas aulas de Ciências; 2) compreender como a RA pode contribuir com a aprendizagem de Ciências; e 3) identificar as possibilidades de aprendizagens por meio de recursos em RA durante as aulas de Ciências.

Levando em consideração a questão de pesquisa e seus objetivos, esta investigação teve como base o enfoque qualitativo (SAMPIERI; COLLADO; LUCCIO, 2013; YIN, 2016) a partir da perspectiva experiencial conforme os pressupostos de Stake (2011). Dessa forma, buscamos por meio de ações compreender o fenômeno estudado, identificar e analisar relações entre os conceitos e a apropriação dos recursos em RA, e as perspectivas dos participantes. Neste contexto, o ambiente natural foi a fonte direta para coleta de dados, interpretação de fenômenos e atribuição de significados (PRODANOV; FREITAS, 2013), o que justifica a relevância desta pesquisa.

Os dados foram coletados por meio de: a) observações que serviram para verificar os acontecimentos na sala de aula, como a interação entre os estudantes; a interatividade com as tecnologias, as atividades individuais e coletivas dos estudantes, entre outros aspectos; b)

anotações em diários de campo, em que foram anotadas as principais ações e fatos que ocorreram durante as aulas; c) gravações de vídeos, fotos e questionários, para registro e análises posteriores; e d) questionários, que, somando aos outros instrumentos, permitiu a identificação das categorias de análise desta pesquisa.

A análise e interpretação dos dados, foram feitas por meio da revisão, estruturação e codificação. As categorias de análise foram: motivação, interação, mediação e Letramento Científico, tendo como base o fenômeno estudado e os referenciais teóricos que serviram de base para a pesquisa e seu desenvolvimento.

A motivação para o desenvolvimento desta pesquisa, surgiu a partir de minha formação como licenciado em Ciências Biológicas. No percurso de minha formação inicial, algumas inquietações foram surgindo quando nas discussões o foco era a aprendizagem de Ciências em um contexto marcado pela presença das tecnologias, em específico, as digitais.

Inquietações essas que me levaram ao acesso ao Mestrado em Educação no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Alagoas (PPGE-UFAL). O ingresso no Mestrado, possibilitou a este pesquisador a oportunidade de conhecer possibilidades que poderiam contribuir com o ensino e com a aprendizagem de Ciências por meio de tecnologias de fácil acesso, com forma de uso já difundida entre os estudantes. Tais características aproximaram o pesquisador com a RA, pela possibilidade da mesma ser utilizada a partir dos smartphones dos próprios estudantes.

A aproximação com a RA, despertou neste pesquisador, o interesse de compreender e se apropriar dos seus conceitos, além de buscar por meio da literatura existente, entender como as potencialidades desses recursos podem ser exploradas dentro do contexto do ensino de Ciências na educação básica de modo a contemplar a aprendizagem.

Nesta pesquisa, buscamos contribuir com as investigações que permeiam o campo das Ciências da Natureza e da educação de forma geral, uma vez que a mesma leva em consideração os pressupostos de um Letramento Científico. Por levar em consideração as competências gerais da área, a interação dos estudantes com novas culturas e as relações estabelecidas entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, esperamos ainda, contribuir com as investigações que vem sendo realizadas na universidade sobre TD, aprendizagem e ensino de Ciências.

Para que haja um melhor entendimento do que se propõe, segue a seguinte estruturação da pesquisa: No primeiro capítulo, As Tecnologias Digitais no contexto das Ciências Naturais: o ponto de partida, abordamos as TD e suas relações com a área das Ciências da Natureza como sendo um “ponto de partida”, em que foram descritos os objetivos e finalidades do ensino de Ciências para a educação básica na perspectiva do Letramento Científico.

No segundo capítulo, Realidade Aumentada: conceitos e possibilidades para a educação, foram apresentadas algumas características e direções propostas para a apropriação da RA no contexto da educação. Assim, o foco das discussões foi a RA como instrumento de mediação para a aprendizagem de Ciências.

No terceiro capítulo, foi exposto o percurso metodológico com a descrição geral da investigação, tipo de abordagem e natureza da pesquisa. Foram elencados os instrumentos de coleta de dados, métodos de análise, participantes e local da pesquisa, bem como os critérios de inclusão e exclusão dos participantes.

No quarto capítulo, Resultados, encontram-se a análise e discussão dos dados coletados. Constam ainda, as principais etapas das experiências desenvolvidas no âmbito desta pesquisa que foram separadas conforme as categorias previamente estabelecidas.

Por fim, encontram-se as considerações finais desta pesquisa, levando em consideração todo o processo de desenvolvimento. Foram selecionadas, as principais etapas desta pesquisa que em nosso entendimento foram relevantes e merecem destaque. Foram feitos alguns apontamentos a respeito da resposta a questão que norteou a pesquisa bem como o alcance de seu objetivo.

Foram feitas observações relacionadas aos desafios e as possibilidades da incorporação da RA nas práticas pedagógicas. Como proposta, buscamos uma reflexão sobre a RA como instrumento de mediação pedagógica, que pode ser incorporado a diferentes ambientes e contextos educativos. Entretanto, em nossas reflexões, destacamos que, para que sua incorporação traga resultados significativos para a educação, escola e estudantes, faz-se necessário que esta tecnologia esteja inserida de forma reflexiva, levando em consideração o planejamento e as particularidades da instituição em que as atividades serão desenvolvidas.

1 AS TECNOLOGIAS DIGITAIS NO CONTEXTO DAS CIÊNCIAS NATURAIS: o ponto de partida

Neste capítulo, são apresentadas, algumas propostas e objetivos do ensino de Ciências para a educação básica na perspectiva do que vem sendo discutido na literatura como letramento ou alfabetização científica. Abordamos ainda, o papel das TD no contexto das Ciências da Natureza, as possibilidades de aprendizagem mediada por dispositivos móveis e diferentes estratégias didáticas com essas tecnologias em contextos educativos.

1.1 Ensino de Ciências: finalidades e objetivos

Ao longo da história, o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia vem proporcionando diversas possibilidades para a condição da vida humana de acordo com os modos de organização de cada civilização e época. É possível perceber esses avanços em nosso dia a dia, por meio da produção de combustíveis, alimentos, medicamentos, sistemas de comunicações e dos diversos produtos que consumimos. Neste contexto, percebe-se o desenvolvimento humano, e por meio deste a evolução da Ciência e da Tecnologia. Dessa forma, com o aumento do contingente populacional e das demandas advindas dos processos de urbanização e industrialização, aumentou-se a demanda pela exploração dos recursos naturais levando o homem alterar a natureza e o meio ambiente (MATTAR NETO; KRUGER; DZIEDZIG, 2008).

O entendimento dessas questões, está descrito na BNCC como imprescindível para conhecimentos éticos, políticos, culturais e científicos, o que justifica a presença e relevância dos temas na educação formal (BRASIL, 2017). Neste sentido, a área das Ciências da Natureza tem como compromisso além da aprendizagem, a compreensão e interpretação das situações locais e dos acontecimentos que ocorrem no mundo como um todo.

Possibilitar ao estudante a capacidade de compreender e interpretar o mundo oferecendo por meio dos aportes teóricos das Ciências, a possibilidade de ser um agente transformador, é possibilitar um Letramento Científico (BRASIL, 2017). Conforme o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, 2015), Letramento Científico é definido a partir de três competências para que o estudante possa: a) explicar fenômenos cientificamente; b) avaliar e planejar experimentos científicos; e c) interpretar dados e evidências cientificamente.

Essas competências quando desenvolvidas, podem contribuir para a compreensão e interpretação de questões relacionadas a Ciência e Tecnologia, além de possibilitar ao estudante a capacidade de perceber seu papel na sociedade, como participante de diferentes culturas. Esse entendimento leva em consideração as finalidades humanistas, sociais e econômicas, na perspectiva do que para Fourez (2003) é conhecido como alfabetização científica.

Neste contexto, sobre o Letramento Científico descrito na BNCC (BRASIL, 2017), ou alfabetização científica descrita em Fourez (2003), vale destacar que, na literatura, mais especificamente da área das Ciências Naturais, existem muitas discussões acerca de qual o termo adotar. Essa compreensão é percebida quando analisados trabalhos como o de Chassot (2003), Lorenzetti (2000) e Sasseron e Carvalho (2008), em que o termo encontrado faz menção a alfabetização científica, enquanto autores como Mamede e Zimmermann (2007) optam por usar o termo Letramento Científico.

Referente a apropriação dos termos, Sasseron e Carvalho (2008, p. 334) explicam que:

podemos perceber que no cerne das discussões levantadas pelos pesquisadores que usam um termo ou outro estão as mesmas preocupações com o ensino de Ciências, ou seja, motivos que guiam o planejamento desse ensino para a construção de benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio-ambiente.

Esta compreensão de um ensino que visa construir novas oportunidades de desenvolvimento e capacidades necessárias para os estudantes, pode permitir que estes interajam com novas culturas, atentando também para a relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente. É essa relação que norteia as discussões acerca do quem vem sendo discutido sobre o que é letramento ou alfabetização científica na área das Ciências Naturais que, segundo Cunha (2017), é o campo com maior número de trabalhos publicados em torno dessa discussão. Conforme o autor, em pesquisa realizada no Google Acadêmico em outubro de 2014, usando o descritor “alfabetização científica”, foram identificados 4.180 trabalhos, enquanto a busca com o descritor "Letramento Científico" apresentou 714 resultados.

Ainda conforme Cunha (2017), as publicações em torno dessa discussão teve Chassot (2003), do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), como um dos autores que mais publicou sobre essa temática em que

predomina o termo “alfabetização científica” (CUNHA, 2017). Em suas investigações, Chassot (2003) defende que o ensino de Ciências seja revisto, indo além de decorar conteúdos que, segundo o autor, logo serão esquecidos.

Vale destacar a definição de Ciência defendida por Chassot (1993; 2003), como uma linguagem para facilitar a leitura do mundo natural¹. Para o autor, compreender essa linguagem e ter a capacidade incorporá-la na explicação do mundo natural possibilita que o indivíduo se compreenda e compreenda também o ambiente que o cerca. Na acepção de Chassot (1993), a elaboração dessa explicação do mundo natural por meio das linguagens próprias das ciências, pode ser considerado como o fazer Ciência. E proporcionar o entendimento/leitura dessa linguagem é criar possibilidades para a alfabetização científica.

Para definir alfabetização científica, tomamos por base os pressupostos de Lorenzetti e Delizoicov (2001) e Sasseron e Carvalho (2008), como um processo contínuo que permite que as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade tenham significados para os estudantes por meio dos aportes teóricos das Ciências Naturais. E no contexto de uma alfabetização científica, reforçamos nosso entendimento a partir das reflexões de Krasilchik e Marandino (2004) com a compreensão da Ciência como parte de nossa cultura, levando em consideração as discussões sobre como os conhecimentos foram sendo construídos ao longo dos anos, debates acerca dos avanços tecnológicos e possíveis benefícios e prejuízos que estes possam ter nos trazido.

Partindo dos pressupostos de Krasilchik e Marandino (2004), com a compreensão de Ciência como parte da cultura, e da tecnologia como aplicação da ciência humana (CHASSOT, 1993), nos remetemos ao entendimento do conceito de tecnologia encontrado em Pinto (2005), sendo esta, a tecnologia, um produto da ciência humana, que permite ao homem transformar seu ambiente e sua qualidade de vida. Em nosso entendimento, essas acepções podem ser significativas a partir do momento em que o estudante é estimulado a compreender como a ciência constrói conhecimento, despertando o interesse por meio de situações do seu dia a dia, criando possibilidades para que estes (estudantes) compreendam o papel da Ciência e Tecnologia em seu entorno e vida.

¹ O mundo natural usado neste contexto faz menção ao mundo orgânico e inorgânico, que forma o que chamamos de natureza.

Neste contexto, compreendemos a preocupação do ensino de Ciências em inserir a alfabetização científica em seus objetivos educativos. Essa afirmativa é reforçada por Sasseron e Carvalho (2008) que vão além, explicando que é crescente esta preocupação sendo o objetivo central do ensino de Ciências para toda a formação básica. As autoras reforçam que tais preocupações encontram bases, respaldos e consistências nas percepções de necessidade emergente de formar indivíduos preparados para atuação na sociedade atual, cercada por artefatos da sociedade científica e tecnológica.

Quanto o estudante ser alfabetizado cientificamente, na concepção das autoras, isso pode ser iniciado se a proposta didática respeitar os seguintes eixos estruturantes da alfabetização científica (SASSERON; CARVALHO, 2008): a) a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; b) compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e, c) o entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio-Ambiente.

Os pontos citados foram encontrados em trabalhos como o de Fourez (1994), Lorenzetti e Delizoicov (2001), dentre outros cujas investigações envolvem a alfabetização científica. Neste contexto, a partir da convergência dos pontos analisados, foram criados os três eixos estruturantes da alfabetização científica (SASSERON; CARVALHO, 2008), conforme citados anteriormente. Vale salientar que, no contexto da sala de aula, nem sempre será possível encontrar os três eixos na mesma aula, uma vez que a proposta de alfabetização científica defendida por esses autores está atrelada a sequência de ensino. Dessa forma, a partir dos trabalhos de Sasseron (2008) e Sasseron carvalho (2008), é possível chegarmos a compreensão que cada eixo pode estar ligado a finalidades específicas de certas propostas, por meio da reflexão do desenvolvimento da sequência de aulas, potencialidades e habilidades que se deseja trabalhar.

Apesar de no contexto brasileiro grande parte das pesquisas se utilizarem do termo alfabetização científica, nesta pesquisa, utilizaremos o termo Letramento Científico, em concordância com Sasseron e Carvalho (2008) que em qualquer um dos termos pode ser encontradas as mesmas preocupações com o ensino de Ciência. Dessa forma, mesmo existindo alguns distanciamentos quando analisado o sentido literal dos termos, quando analisadas as propostas descritas na BNCC (BRASIL, 2017), percebe-se que ambos os termos assumem perspectiva epistemológica semelhantes.

Assim, a partir de autores como Miller (1983), Santos (2007), Gomes (2015), Vitor e Silva (2017) entre outros, compreendemos como Letramento Científico, a capacidade do estudante dominar os conceitos científicos, buscando os entendimentos básicos sobre a Ciência e tecnologia e suas relações com a humanidade por meio de um posicionamento ativo, crítico e reflexivo. Essa compreensão pode ser facilitada conforme a BNCC (BRASIL, 2017), por meio de diferentes TD, que possibilitam o acesso, comunicação, disseminação de informações, produção de conhecimentos e resolução de problemas de forma crítica, significativa e reflexiva.

1.2 Tecnologias Digitais e aprendizagem de Ciências

As TD vêm se integrando cada vez mais as atividades do cotidiano da humanidade e, conforme Pimentel (2018), tem proporcionado desenvolvimento significativo em diversas áreas do conhecimento, inclusive na educação. Dessa forma, o entendimento da integração desses artefatos no contexto escolar deve estar situado em discussões profundas acerca dos processos de ensino e aprendizagem, do papel docente e das metodologias adotadas (KENSKI, 2008; ALBUQUERQUE; SANTOS; GIANNELLA, 2017).

Levando em consideração sua presença e reconhecimento para os processos de ensino e aprendizagem na educação básica (BRASIL, 2017) e suas possibilidades por meio de seus diversos recursos (MARTINHO; POMBO, 2009), acredita-se que as TD, quando incorporadas de forma reflexiva nas práticas pedagógicas, podem contribuir com o ensino e a aprendizagem de Ciências.

Pensar nos objetivos descritos para a área das Ciências da Natureza conforme as propostas descritas na BNCC (BRASIL, 2017), nos leva a pensar na aprendizagem conforme a abordagem histórico-social de Vygotsky (2008), levando em consideração as relações entre os indivíduos e o mundo que os cercam. Nesta perspectiva, o indivíduo se desenvolve a partir de um processo sócio histórico, com destaque ao papel da linguagem e da cultura, em que o conhecimento é construído por meio da interação do indivíduo com o meio.

Conforme aborda a corrente epistemológica vygotskiana, a aprendizagem se dá como um processo interno, ativo e interpessoal possibilitando o desenvolvimento (VYGOTSKY, 1998). Dessa forma, não se trata de uma simples aquisição, acúmulo de informações ou associação de ideias armazenadas na memória.

Essa abordagem nos permite fazer algumas aproximações com os objetivos e finalidades do ensino de Ciências na perspectiva do que nesta pesquisa já definimos como Letramento Científico. Em se tratando da aprendizagem de Ciências e suas finalidades, nos parece pertinente a aproximação da acepção histórico-social de Vygotsky (2008). Essa concepção é reforçada pelas possibilidades da abordagem para o entendimento de como ocorre esse processo, uma vez que nesse contexto, defende-se uma formação que possa resultar em uma postura interferente do estudante em seu contexto por meio de suas relações.

A partir de Vygotsky (1930), compreendemos que essa relação não é direta, uma vez que a mesma se dá por meio de um instrumento (ferramenta material), um signo (ferramenta psicológica) ou seres humanos. Assim, nos respaldamos em Vygotsky (1930) para definir essa relação como mediação. Logo, no contexto da mediação, os instrumentos regulamentam as ações sobre os objetos, e os signos auxiliam o indivíduo (estudante) em suas atividades psíquicas. Para um melhor entendimento a respeito das funções dos instrumentos e signos, buscamos mostrar suas diferenças a partir de Vygotsky (1991, p. 40). Para o autor,

a função do instrumento é servir como um condutor da influência humana sobre o objeto da atividade; ele é orientado o externamente; deve necessariamente levar a mudanças nos objetos. Constitui um meio pelo qual a atividade humana externa é dirigida para o controle e domínio da natureza.

Dessa forma, compreendemos que a ação mediada sobre a natureza ocorre por meio de instrumentos. E estes, sendo facilitadores das atividades humanas, quando utilizados, podem sofrer modificações, além de serem conservados para uso posterior e terem suas funções transmitidas pelo homem.

Aprofundando nosso raciocínio, buscamos em Rego (1995), exemplificar o que em Vygotsky (1991) vem a ser um instrumento. A autora traz como exemplo o uso da flecha durante uma caça, em que no ato de caçar, o uso da flecha permite ao caçador o alcance de um animal que sem o auxílio desse instrumento seria difícil de alcançar. Ainda como exemplo, Silva (2017) segue o mesmo raciocínio ao citar uma enxada, que ao ser usada, permite maior facilidade no manuseio da terra.

A partir de Vygotsky (1991), a função mediadora do instrumento é evidente, uma vez que este permite ao homem a realização das atividades externas dirigidas para controlar e intervir na natureza. Quando essa função não é percebida, logo o instrumento é apenas uma ferramenta. Nesta perspectiva, Silva (2017) traz como exemplo o martelo, que pode ser

considerado uma ferramenta para um determinado grupo que desconheça sua função ou o que ele seja. Todavia, o martelo pode ser um instrumento para um grupo que conheça seu significado ou função e usar para conduzir uma atividade ou criação de novos instrumentos.

Nesta perspectiva, Costa, Duqueviz e Pedroza (2015 p. 605) argumentam que:

os seres humanos são capazes de pensar, elaborar e produzir seus instrumentos para a realização de determinadas tarefas, conservá-los para serem usados posteriormente, transmitir sua função aos outros membros do seu grupo, aprimorá-los e recriá-los.

Dessa forma, os instrumentos podem ser compreendidos como mediadores da ação humana. Assim a ação mediada sobre a natureza ocorre por meio de instrumentos que são constantemente criados e aprimorados por meio das interações entre indivíduos e grupos culturais. Porém em um processo análogo a criação dos instrumentos só que no campo psicológico, os signos tem a função de auxiliar o homem em suas atividades psíquicas (VYGOTSKY, 1991) na solução de problemas internos como lembrar, comparar coisas, relatar, escolher (REGO, 1995).

Referente ao signo, Vygotsky (1991, p. 40) explica que este “constitui um meio da atividade interna dirigido para o controle do próprio indivíduo; o signo é orientado internamente”. Ou seja, são instrumentos psicológicos orientados internamente; permitindo ao homem o controle de suas ações mentais, ou de outras pessoas.

Essa acepção de signo como instrumento psicológico conforme aborda Vygotsky (1991), é descrita por Fontana e Cruz (1997 p. 59) como “tudo o que é utilizado pelo homem para representar, evocar ou tornar presente o que está ausente”. Com respaldo na abordagem vygotskiana, as autoras explicam que, a palavra, o desenho, os símbolos, como bandeiras ou o emblema de um time de futebol, se constitui em um signo. Para Neves e Damiani (2006), os instrumentos psicológicos (signos), ao agir internamente, provocam transformações internas no homem fazendo que este passe de um ser apenas biológico para um ser sócio-histórico. Logo, os signos são concebidos por meio das relações ideológicas das sociedades.

Referente a utilização dos signos, Fontana e Cruz (1997 p. 60), explicam que:

anotar um compromisso na agenda, fazer uma lista de convidados, colocar rótulos em objetos, usar palitos para fazer contas, contar uma história, seguir uma partitura musical, fazer a planta de uma construção são formas de

utilização de signos que, ampliam nossas possibilidades de memória, raciocínio, planejamento, imaginação, etc.

O acesso a esses signos, se faz na interação entre indivíduos, e o resultado dessa interação, por exemplo contar uma história, resulta na incorporação de experiências anteriores de determinados grupos culturais. Nessa perspectiva, Moreira (2016), explica que as sociedades constroem instrumentos e sistemas de signos que ao longo da história modificam e influenciam seu desenvolvimento social e cultural.

Costa, Duqueviz e Pedroza, (2015), aprofundam esse entendimento, destacando as sociedades que introduziram, se apropriaram e se organizaram ao redor das TD para realizar suas atividades produtivas. Assim, levando em consideração os objetivos e finalidades do ensino de Ciências, buscando a formação de indivíduos para a atuação no contexto da sociedade contemporânea, as TD são possibilidades por serem artefatos da cultura e sociedade. E no contexto da educação, já estão sendo utilizadas pelas crianças para aprender (PIMENTEL, 2017). Esse entendimento é defendido por Costa, Duqueviz e Pedroza (2015), uma vez que os autores compreendem as TD como instrumentos dessa época e mediadores da interação humana, que têm contribuído para mudanças nas práticas sociais e na aprendizagem.

Dessa forma, compreendemos as TD como instrumentos mediadores da aprendizagem, que permitem ao homem aprender e como consequência se desenvolver, se transformando e podendo transformar sua cultura e ambiente. Essa compreensão, nos leva a perceber que o desenvolvimento se dá pela aprendizagem, por meio de processos mediados conforme a abordagem vygotskiana.

1.3 Educar na Era digital

Antes de discutirmos as questões que envolvem a educação no contexto de uma sociedade contemporânea, faz-se necessário situar em que momento essas discussões estão sendo inseridas. Momento este em que, os estudantes ao deixarem a escola todos os dias, se introduzem em diferentes cenários de aprendizagens, organizados de maneira radicalmente diferente da escola (GÓMEZ, 2015).

Para uma melhor compreensão deste momento em que voltamos nossos olhares para as tecnologias, em específico as digitais, situamo-nos em um momento histórico definido por Gómez (2015) como Era Digital. Neste contexto, ganha destaque, um novo ambiente

comunicacional baseado na internet, nos sites, nos jogos digitais e nos diferentes tipos de software, cujas possibilidades de interatividade/interação, são considerados como princípios de um mundo digital (SILVA, 2001).

Pela presença das tecnologias digitais, e possibilidades de difusão da informação, marcado pela “aquisição, o processamento, a análise, a recriação e a comunicação da informação” (GÓMEZ, 2015 p. 15), este momento é também conhecido como Era da Informação. Nesta pesquisa, utilizaremos a expressão Era Digital, a partir de Gómez (2015), levando em consideração à onipresença da informação que vem sendo recebida, produzida e compartilhada por estudantes, sejam eles adolescentes, jovens ou adultos.

Em se tratando de contextos de educação, defende-se que, a incorporação das TD como instrumentos nas práticas pedagógicas pode contribuir tanto com os aspectos práticos quanto com os aspectos teóricos do ensino e aprendizagem de Ciências (OSBORNE; HANNESSY, 2003). Todavia, vale atentar para a incorporação de forma reflexiva desses artefatos para que novas possibilidades sejam alcançadas.

Da Silva e Barbosa (2016), corroboram com esse pensamento, em que por meio da investigação destacaram o papel significativo das TD no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Ciências. Os autores chamam atenção para o interesse e envolvimento dos estudantes com o conteúdo proposto, como sendo um fator necessário para a compreensão das relações existentes entre os temas abordados por meio da mediação do professor com a tomada das decisões cotidianas, indo além da inserção dos recursos tecnológicos nas aulas.

Neste contexto, Pimentel (2017) explica que apenas a inserção das TD nas escolas não altera a realidade pedagógica, nem é unicamente o acesso a essas tecnologias que vai trazer as mudanças e melhorias para a educação. O autor destaca que, para essa visão simplista ser superada, faz-se necessário a compreensão dessas tecnologias por parte da gestão, dos professores, da família e estudantes. Em concordância, Bottentuit Junior, Coutinho e Alexandre (2006), chamam atenção para a participação ativa e planejamento dos professores para a inserção das TD nas escolas. Para os autores, os resultados esperados só serão possíveis por meio do planejamento. Dessa forma, apenas inserir TD nas aulas de Ciências não resolverá as dificuldades e limitações apontadas na literatura.

Dentre as dificuldades e limitações, destacam-se um ensino fundado na memorização de definições e de classificações sem significados para os estudantes, limitado aos conceitos de Ciências Naturais (BRASIL, 1998; FOUREZ, 2003). Tais dificuldades, vão de encontro a proposta de um Letramento Científico, descrito na BNCC (BRASIL, 2017), de que aprender Ciências é também aprender a atuar no mundo digital, como parte do desenvolvimento científico dos estudantes por meio das TD.

Para Pimentel (2017), a contribuição das TD para esse desenvolvimento científico está relacionada a forma de apropriação desses artefatos. Acredita-se que essa apropriação é um dos grandes desafios que a educação vem enfrentando nos últimos anos para transformar o modo de ensinar e aprender mediado pelas TD. Morrissey (2012) também apresenta dois desafios para a incorporação das TD na educação: o primeiro é uma demonstração clara e bem-sucedida do valor educativo das TD na sala de aula; e o segundo está relacionado a mais investimento em TD.

Ainda conforme Morrissey (2012), esses recursos podem apoiar a aprendizagem de conceitos e o trabalho em equipe, por meio de conteúdos digitais de boa qualidade (animações e simulações). O autor justifica que estes podem enriquecer a aprendizagem, por ilustrar conceitos que seriam muito difíceis para o estudante compreender sem o auxílio dessas tecnologias, possibilitando ao professor ir além do modelo de transmissor de informações. Para Moran (2015), métodos que privilegiam a transmissão de informações pelos professores só faziam sentido quando o acesso à informação era difícil. O autor destaca que por meio das TD podemos aprender em qualquer lugar (*mobile learning*) e a qualquer momento (aprendizagem ubíqua). O fato de a aprendizagem ocorrer em qualquer lugar, se dá por meio da apropriação de artefatos que se utilizam de tecnologia sem fio para as atividades de ensino e aprendizagem, ampliando as possibilidades de acesso as informações e garantindo que esse acesso aconteça em qualquer lugar (SANTAELLA, 2007).

Neste contexto, umas das possibilidades das TD para o ensino de Ciências é permitir que a aprendizagem ocorra por meio dos dispositivos móveis. Essa possibilidade é conceituada na literatura como *Mobile Learning* ou *m-Learning* (LITTO; FORMIGA, 2009). Essa característica das TD contribui para a facilidade de acesso ao aprendizado por possibilitar que conteúdos sejam produzidos, acessados e compartilhados sem hora e local pré-estabelecidos (MARÇAL; ANDRADE; RIOS, 2005). Assim, destacamos características das TD tidas como promissoras para o ensino e aprendizagem de Ciências, por possibilitar

que novas formas de ensinar e aprender ocorram, por meio de diferentes recursos digitais. Neste sentido, ganham destaque os dispositivos móveis que, conforme Santaella (2013), são definidos como qualquer equipamento que podem ser transportados com informações que fiquem acessíveis em qualquer lugar.

Levando em consideração as características e possibilidades dessas TD, entende-se que sua incorporação no contexto da educação pode ocorrer por meio de sua apropriação. Esta forma de se apropriar dos diferentes recursos digitais, podem dar significados aos conteúdos e promover a aproximação dos estudantes com o que está sendo estudado.

1.4 Aprendizagem mediada por dispositivos móveis

A característica da mobilidade tem tornado cada vez mais a sociedade cosmopolita (PIMENTEL, 2017) e com ela os dispositivos móveis, símbolos da contemporaneidade (SATO, 2011). Apesar da constante evolução, as tecnologias móveis não são algo recente, uma vez que por volta dos anos 90 já eram utilizadas como agendas eletrônicas e calculadoras (FAORO; VENTURIN; ABREU, 2016).

É possível perceber esse desenvolvimento por meio da coexistência de diferentes dispositivos digitais, cada vez mais leves e rápidos como notebooks, netbooks, tablets, celulares e smartphones, com suas funções cada vez mais convergindo entre si. Diante deste cenário, ganha destaque os dispositivos móveis como celulares e smartphones que, conforme Santaella (2013), fascinam cada vez mais os usuários porque convergem jogos, vídeos, fotos, música, textos e, ao mesmo tempo, mantem a comunicação com seus contatos via mensagens e chamadas. Esse modo de combinar várias funções dentro do mesmo artefato tecnológico é descrito por Jenkins (2006) como Convergência da Tecnologia.

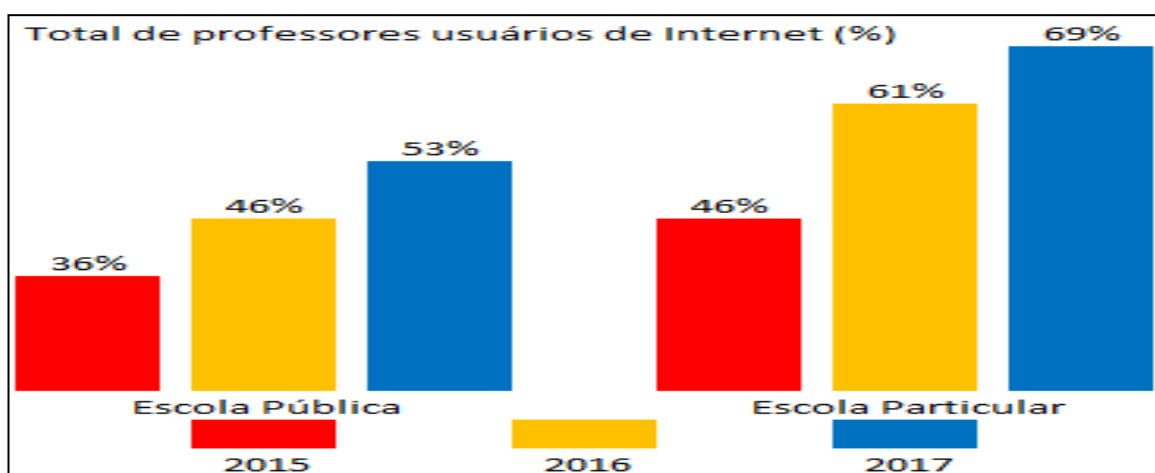
Para conceituarmos Convergência, buscamos aporte teórico em Jenkins (2006, p. 385), que a define como “mudanças tecnológicas, industriais, culturais e sociais no modo como as mídias circulam em nossa cultura”. Dentre as mudanças, o autor chama atenção para a ocorrida na forma pela qual a cultura opera, com ênfase no fluxo de conteúdos pelos canais de mídia, sendo essa, definida como Convergência Cultural. Em um sentido mais amplo, Jenkins (2006) destaca um modelo em que múltiplos sistemas de mídia coexistem possibilitando que a informação passe por esses sistemas fluidamente.

Para Kenski (2008), essa fluidez tem a internet como tecnologia de síntese, que viabiliza a convergência entre diferentes formatos midiáticos alterando também as maneiras como a informação é compartilhada. Neste contexto, percebe-se que o processo de comunicação foi beneficiado pela internet, uma vez que “todos os tipos de mídias (texto, som e imagens) passaram a ser transmitidos com rapidez e qualidade inclusive em tempo real” (BOTTENTUIT JUNIOR 2012, P.126). Essas possibilidades facilitaram a realização de diversas atividades, inclusive as que são executadas por meio de dispositivos móveis que segundo Furtado (2015) tem os smartphones e tablets como os destaques dessa categoria tecnológica.

Para Furtado (2015), tablets e smartphones são artefatos de crescente interesse na sociedade. Tal interesse é visível em todas as idades, e em particular, entre os mais novos fazendo com que seu mercado continue em expansão (MOURA, 2009). Este Cenário é compreendido por Pessoa-Queiroz (2015) como favorável para a compreensão dos desafios e das possibilidades de aprendizagem com dispositivos móveis nas escolas, uma vez que, conforme o autor, as crianças e adolescentes predominam nesses ambientes.

Em concordância com o entendimento de um cenário favorável para a incorporação dos dispositivos móveis nas práticas pedagógicas dos professores, buscamos expor os dados apresentados pela pesquisa realizada pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br, 2018), sobre o uso das TIC nas Escolas Brasileiras (TIC Educação 2017). Conforme os dados da pesquisa, percebe-se que, pelo terceiro ano consecutivo, aumentou-se a proporção de professores de escolas públicas e particulares, que desenvolvem atividades com os estudantes por meio do celular e internet, conforme ilustra o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Evolução da utilização de internet e celular nas práticas pedagógicas.



Fonte: O autor 2019 (adaptado de CGI.br, 2018).

Com base no gráfico, percebe-se que, o percentual nas escolas públicas passou de 36%, em 2015, para 53%, e em 2017, de 46% para 69%, nas escolas particulares. Ainda segundo a pesquisa, os dados suscitam a possibilidade de que professores e estudantes estejam ampliando os espaços e tempos de aprendizagem ao extrapolar as fronteiras da sala de aula por meio da apropriação dessas TD.

Sobre as justificativas para apropriação dessas tecnologias no contexto educacional, Fonseca (2013, p. 164) explica que estas seriam:

a familiaridade, por ser considerada uma tecnologia amigável e comum no cotidiano, a mobilidade e portabilidade, que permite levá-lo para qualquer parte, os aspectos cognitivos, por meio do contato com uma gama de recursos em vários formatos (texto, som, imagem, vídeo) e a conectividade, através da internet no celular, que amplia as formas de comunicação e o acesso à informação, atributos apontados como potencializadores dessa atividade.

As justificativas da autora para a apropriação dessas TD no contexto da educação, demonstram possibilidades para novas formas de aprendizagem mediadas pelos dispositivos móveis. Esse fenômeno inteiramente novo de aprender por meio desses artefatos tem sido descrito por Santaella (2013) como aprendizagem ubíqua que, conforme a autora, tem um certo parentesco com *m-learning* (aprendizagem móvel), mas que não se pode confundir.

Apesar das duas formas de aprendizagem ocorrer por meio dos mesmos dispositivos, Santaella (2013) explica que, a *m-learning* é vista como uma extensão da sala de aula, sendo executável a partir da geração de conteúdos previamente estabelecidos. Referente à aprendizagem ubíqua, a autora explica que, esta permite que o indivíduo acesse qualquer assunto a qualquer momento e em qualquer lugar que esteja, sendo este um novo processo de aprendizagem sem ensino, e que complementa outros processos formais de ensino.

Ainda sobre aprendizagem ubíqua, Pimentel (2017) afirma que esse modelo de aprendizagem só ocorre graças a presença dos artefatos tecnológicos portáteis que podem estar conectados à internet. Logo, essa capacidade de conectividade, garante a principal característica desse modo de aprendizagem que é a possibilidade de transformar as informações acessadas por meio dos dispositivos móveis conectados. Apesar das possibilidades de as tecnologias estarem praticamente disseminadas entre a comunidade escolar, especialmente pelo uso de dispositivos móveis, a pesquisa CGI.br (2018), apontou a

conectividade, como um dos principais desafios para o contexto escolar, com desigualdades de acesso a serem superadas.

Diante deste cenário, compreendemos como pertinentes os apontamentos e desenvolvimento de pesquisas, cujas contribuições visam garantir não só o acesso, mas a apropriação dessas tecnologias que segundo Marçal, Andrade e Rios (2005) podem potencializar a aprendizagem pela característica da comunicação sem fio e mobilidade dos dispositivos. Moura (2009) vai além destacando outras características como o suporte aos mais diversos tipos de aplicativos, ubiquidade e o contexto onde ocorrerão as apropriações.

Dessa forma, a aprendizagem pode residir também em dispositivos não humanos (SIEMENS, 2012) como celulares e smartphones, e pode ser potencializada pela possibilidade de convergência dessas tecnologias (JENKINS, 2006). Assim, podem ser exploradas em diferentes contextos com TD, dentre esses, o de aprendizagem móvel (FONSECA, 2013; SANTAELLA, 2013). Diante disso, discutiremos algumas estratégias didáticas mediada por meio desses artefatos digitais como instrumentos de aprendizagem.

1.5 Estratégias didáticas com dispositivos móveis

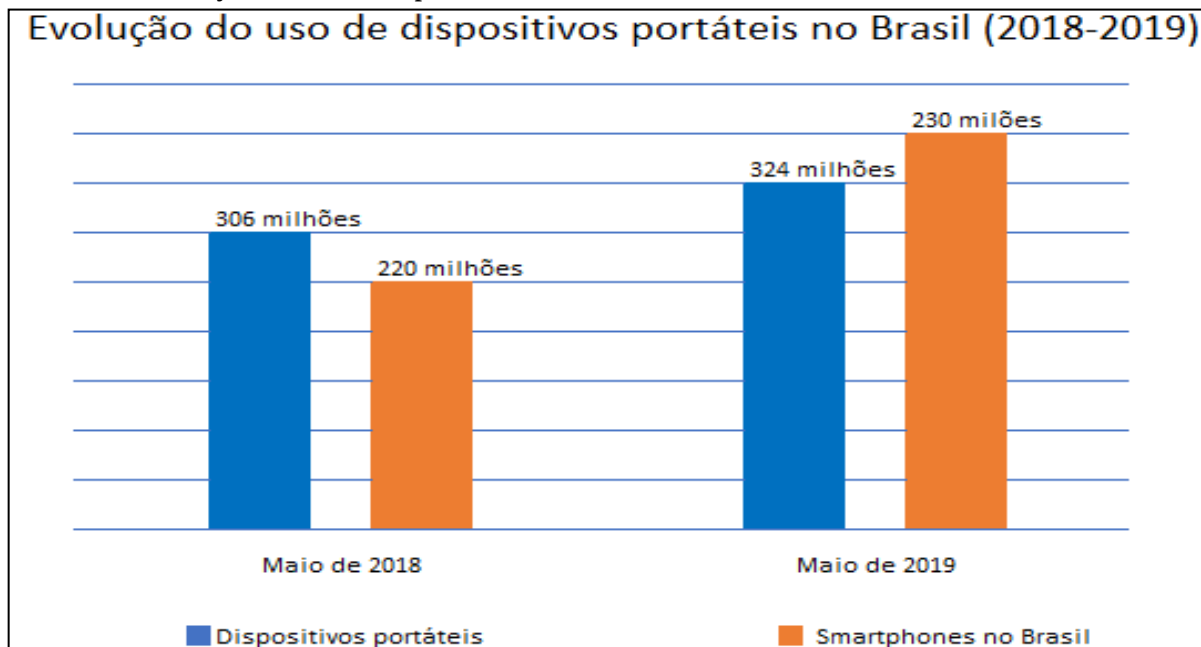
O uso de artefatos como computador, notebook, tablet e smartphone no contexto brasileiro vem aumentando cada vez mais. Essa afirmativa é reforçada quando analisados os dados e as previsões da 29ª Pesquisa Anual do Uso de TI no Brasil (MEIRELLES, 2018), cujos dados indicaram que o número de dispositivos em 2018 chegou a 394 milhões.

Conforme os dados da pesquisa, isto representa 1,9 dispositivo por pessoa (190% per capita) e segundo a previsão da pesquisa, essa porcentagem passaria a ser 200% em 2019. Quanto ao número de smartphones no Brasil, os dados da pesquisa (MEIRELLES, 2018), indicaram que, até maio de 2018 o país possuía um quantitativo de 220 milhões de aparelhos, sendo mais de 1 dispositivo por habitante. Somando a estes, outros dispositivos móveis (notebooks e os tablets) os dados da pesquisa indicaram um quantitativo de 306 milhões de dispositivos portáteis.

As previsões e indicativos da pesquisa anterior (29ª Pesquisa Anual do Uso de TI no Brasil) foram reforçadas em 2019, quando comparados aos novos dados levantados na 30ª Pesquisa Anual do Uso de TI no Brasil. Os dados indicaram que até maio de 2019, o país já possuía 230 milhões smartphones, e quando adicionados outros dispositivos como notebooks

e tablets, os números chegaram a 324 milhões de dispositivos portáteis no país (MEIRELLES, 2019). Essa evolução pode ser observada conforme ilustra o gráfico 2.

Gráfico 2 - Evolução do uso de dispositivos móveis no Brasil.



Fonte: O autor 2020 (adaptado de MEIRELLES, 2019).

Neste contexto, acreditamos que estes artefatos estão presentes no cotidiano da sociedade e também na escola (COSTA, 2013) uma vez que, grande parte dos estudantes já possuem dispositivos móveis como celulares e *smartphones* (BOTTENTUIT JUNIOR, 2012). Essa afirmativa é reforçada pelo aumento de professores que se apropriam dessas tecnologias em suas aulas conforme os apontamentos da pesquisa CGI.br (2018).

Segundo Dias, Deus e Ireland (2013, p. 283) “o crescimento do uso do *smartphone* no Brasil tem sido inquestionável e o potencial destes aparelhos em meio educativo não pode ser subestimado”. Esse crescimento pode justificar o surgimento de pesquisas voltadas para a investigação do modo como essas tecnologias vem sendo incorporadas nos processos de ensino e aprendizagem. Neste contexto, as pesquisas vêm sendo desenvolvidas em várias áreas do conhecimento (BOTTENTUIT JUNIOR; COUTINHO; ALEXANDRE, 2006; ALMEIDA; DE ARAÚJO, 2014; LEITE, 2014; SILVA; RIBEIRO; ASSIS, 2017), demonstrando possibilidades, desafios, limitações e potencialidades da aprendizagem com dispositivos móveis.

Bottentuit Junior, Coutinho e Alexandre (2006) desenvolveram uma *webquest* intitulada “Aprendendo com as plantas” para a disciplina de Ciências da Natureza do 5º ano.

Os autores desenvolveram mecanismos que possibilitassem os estudantes aprender mesmo estando fora da sala de aula. Sobre a justificativa da escolha do *m-learning* para as *webquests*, eles afirmam que devido a mobilidade dos dispositivos móveis, maiores são as possibilidades para a realização da atividade planejada.

Dessa forma, além do trabalho colaborativo, os estudantes podem se mover com seus aparelhos até as espécies de plantas encontradas comparando teoria e a prática (BOTTENTUIT JUNIOR; COUTINHO; ALEXANDRE, 2006). Nesta forma de apropriação dos dispositivos móveis, os autores também destacam o papel do professor, sendo este um orientador em todo o processo de aprendizagem. Ainda no contexto do ensino de Ciências, Schnorr, Rodrigues e Islas (2017), se apropriaram da função *bluetooth* dos *smartphones* para compartilhar áudios e *links* referentes a conteúdos de Ciências, explorando as características de conectividade desses artefatos.

Por outro lado, Freitas, Nagem e Bontempo (2015), se apropriaram da câmera dos dispositivos, desenvolvendo um modelo análogo ao microscópio óptico denominado “smartscópio”, tendo como base o *smartphone*, que conforme os autores, possui potencial para ser usado em aulas práticas de Ciências e Biologia. Para os autores, mesmo existindo limitações devido as poucas estratégias de ensino elaboradas com o artefato, o smartscópio deve ser entendido como um instrumento complementar ao microscópio óptico e pode possibilitar que diferentes de formas de ensinar e aprender aconteça. Freitas, Nagem e Bontempo (2015) ainda reforçam que o smartscópio por si não implicará em aprendizado, sendo necessário um estudo sobre a abordagem escolhida para a aula e o tipo de mediação.

Referente a mediação, Leite (2014) avaliou como esta ocorre por meio dos dispositivos móveis. O autor analisou como os estudantes se apropriaram do celular como um instrumento para promover a aprendizagem, destacando as potencialidades e limitações para integração dessas tecnologias no processo de ensino e aprendizagem no contexto do ensino de Química por meio do estudo de caso.

Os participantes do estudo de caso que ocorreu em três etapas foram 47 estudantes do Ensino Médio. Conforme a pesquisa, as etapas foram: a) pesquisa com o uso do celular sobre definições de calor; b) apresentação dos resultados da pesquisa através de um seminário; e c) resolução de um questionário avaliativo referente a apropriação do celular como instrumento de aprendizagem.

Quanto às considerações de seu trabalho, Leite (2014, p.67) admite que:

este trabalho abre uma nova perspectiva sobre as potencialidades da aprendizagem móvel no ensino, em especial Ensino de Química, que pode ser utilizada como uma ferramenta pedagógica e de pesquisa, e que sua utilização não pode ser vista como um substituto de outros recursos.

Sobre a apropriação do celular na sala de aula, o autor destaca dois aspectos fundamentais: a) adição a outros recursos didáticos como livros, quadro-negro, laboratórios etc; b) estratégias planejadas. Neste contexto, Leite (2014) explica que o sucesso da apropriação da *m-learning* no ensino de Química está mais condicionado a forma da incorporação da mesma.

Ainda no contexto do ensino de Química, Nichele e Schlemmer (2014) investigaram a disponibilidade de aplicativos para dispositivos móveis (*tablet*) com potencial para o processo de ensino e aprendizagem. Para as autoras a apropriação das características desses artefatos, aliada ao crescente número de aplicativos com potencial para a educação, pode mobilizar os professores a desenvolver atividades para esse componente curricular.

Entretanto, segundo Nichele e Schlemmer (2014), somente o conhecimento dos aplicativos não é suficiente para que a aprendizagem seja garantida. As autoras defendem que os professores atribuam sentidos e significados, fundamentados numa ampla perspectiva e com objetivos claros para que a apropriação desses recursos possibilite mudanças significativas na forma de se ensinar e de aprender.

Referente aos aplicativos educacionais, Melo e Carvalho (2014) avaliaram a proposta didática contida em aplicativos livres para uso em dispositivos móveis. Na pesquisa, foram avaliados 20 aplicativos educacionais desenvolvidos para Educação Infantil e séries iniciais do Ensino Fundamental, anos finais do Ensino Fundamental, Ensino Médio e Ensino Superior.

Os resultados da avaliação conforme Melo e Carvalho (2014, p. 5) demonstraram que:

os aplicativos para educação infantil e séries iniciais do Ensino Fundamental são atraentes, mas a demanda didática é pouco exigente do ponto de vista cognitivo. Muda-se o suporte, mas não se altera o conteúdo didático do que já é realizado nos livros didáticos. Dos oito aplicativos que se destinam aos anos finais do Ensino Fundamental e ensino médio somente dois deles exploram capacidades intelectuais exigentes. Os demais são tímidos em termos de proposta didática. Os aplicativos para ensino superior são

ferramentas de apoio, mas em si não demandam interação que modifique o estado ou a condição da aprendizagem formal.

Esses apontamentos, nos levam a compreensão de que mesmo estando presentes em ambientes educativos, as TD, em algumas situações ainda estão sendo incorporadas apenas como ferramentas sem significados.

Pimentel (2017) explica que em algumas situações as tecnologias são utilizadas para fazer o que já é feito sem elas. Com base na problemática levantada, percebe-se que, apesar da intensificação e disponibilidade de aplicativos para dispositivos móveis (NICHELE; SCHLEMMER, 2014; MELO; CARVALHO, 2014), ainda existem fatores que podem tornar as propostas de aprendizagem limitadas. Neste sentido, o professor incorpora esses artefatos em suas aulas, mas continua realizando o que já era feito com os livros didáticos, o que em nosso entendimento, não é significativo para a apropriação e incorporação das TD nos processos que envolvem a aprendizagem e como consequência o desenvolvimento dos estudantes.

Dessa forma, voltamos nossas atenções para a compreensão de como esses dispositivos e seus mecanismos atuam na formação e desenvolvimento dos indivíduos. Perspectiva assumida por Silva, Ribeiro e Assis (2017) quando analisaram os dispositivos móveis como um instrumento de apoio pedagógico na educação. Por meio de pesquisas bibliográficas e estudo de caso realizado em duas escolas que atuam na educação infantil, destacaram melhorias no aprendizado e interação das crianças. Todavia, Silva, Ribeiro e Assis (2017), chamam atenção para a falta de professores preparados para a elaboração e produção de materiais, até mesmo para ajudar as crianças no processo de ensino e aprendizagem.

Com base nessa problemática, Cunha Junior et al. (2016) propuseram desenvolver um *software* que se utilizasse da RA para estimular o aprendizado de crianças. O aplicativo foi desenvolvido para ser incorporado pelos professores em suas aulas por meio de smartphones. Apesar do aplicativo ter sido utilizado como estratégia didática em apenas duas turmas do Ensino Fundamental, com estudantes de 7 aos 8 anos, segundo os autores, foi possível perceber por meio da análise de comportamento que durante a atividade, constatou-se o envolvimento, curiosidade e o interesse da turma.

Para Cunha Junior et al. (2016), a experiência foi fundamental para a compreensão dos conceitos trabalhados sobre preservação ambiental. Para um melhor entendimento a respeito

da incorporação e apropriação dessas TD nos contextos de educação, elencamos alguns dos trabalhos descritos apresentando os autores, estratégias e possibilidades na incorporação das TD como instrumentos nas aulas (Quadro 1).

Quadro 1 – Trabalhos desenvolvidos na área da educação com dispositivos móveis.

Autor	Estratégia	Possibilidades
Bottentuit Junior, Coutinho e Alexandre (2006)	<i>M-learning</i> (smartphones); webquest.	Mobilidade; colaboração: os estudantes podem levar os aparelhos ao lado das espécies encontradas de forma a comparar a teoria e a prática.
Schnorr, Rodrigues e Islas (2017)	Desenvolvimento de projeto com uso de tecnologias como <i>bluetooth</i> , celular e computador.	Compartilhamento de vídeos, áudio e outros recursos entre estudantes instigando a percepção da importância das ciências, tecnologias e sociedade.
Freitas, Nagem e Bontempo (2015),	Desenvolvimento de atividades práticas com microscópio óptico alternativo, baseado em <i>smartphone</i> .	Atividades práticas de Ciências e Biologia, promover interação entre alunos e professores.
Leite (2014)	<i>M-learning</i> (smartphones).	Adição a outros recursos didáticos como livros, quadro-negro, laboratórios etc.
Cunha Junior et al (2016)	Realidade Aumentada (<i>smartphones</i>).	Envolvimento, curiosidade e o interesse.

Fonte: O autor (2019) – Dados da pesquisa.

Conforme as possibilidades elencadas (quadro 1), os trabalhos indicam que, as TD podem ser aproveitadas como instrumentos mediadores com possibilidades para a promoção da mobilidade, interação, envolvimento, colaboração dentre outras que podem permitir que a aprendizagem ocorra em um contexto mediado. Neste contexto, a aprendizagem móvel pode ser potencializada por meio da conexão com a internet, via *bluetooth*, com uso de câmera sem conexão ou por meio da câmera em um sistema de RA conforme os apontamentos das pesquisas.

2 REALIDADE AUMENTADA: conceitos e possibilidades para educação

Neste capítulo, buscamos apresentar a RA, suas características e conceitos, bem como sua apropriação em diferentes contextos com o enfoque na educação. Foi realizada uma descrição das tecnologias e os avanços que contribuíram para o surgimento da RA e suas possibilidades como instrumentos na mediação.

2.1 Da multimídia a RA

No contexto educacional, a explicação e registro de muitas atividades ocorrem graças a alguns recursos das TD. Dentre eles, a multimídia que, conforme Incontri (1996), Tori, Kirner e Siscoutto (2006) e Kirner e Kirner (2011) pode ser caracterizada como uma linguagem eletrônica, produzida em computador, que integra diferentes linguagens de arte e comunicação, textos, gráficos, imagens, sons, animações vídeos e outras mídias com possibilidades de promover interação² em um espaço 2D.

Com o advento da computação gráfica e o surgimento da Realidade Virtual (RV) que foi a primeira opção de interface 3D, surgiram novas possibilidades para que a barreira da interação no espaço 2D fosse vencida. Essa possibilidade permitiu diferentes formas de manipular informações em um espaço semelhante ao ambiente real, permitindo novas formas de ver, ouvir e interagir em um cenário virtual em três dimensões, por meio de tecnologias interativas tridimensionais (KIRNER; SISCOOTTO, 2007; KIRNER; KIRNER, 2011).

Conforme Tori, Hounsell e Kirner (2018), a RV pode ser definida como um ambiente sintético, gerado por computador, caracterizado pela integração de três princípios básicos, sendo estes imersão, interação e envolvimento. Assim, as representações em 3D, a navegação e a interação proporcionada por meio da RV, vão além da multimídia limitada pela tela 2D, uma vez que esses ambientes sintéticos e cada vez mais imersivos (TORI; HOUNSELL; KIRNER, 2018) permitem o acesso a realidades alternativas.

Conforme Marçal, Andrade e Rios (2005, p. 4):

através de cenários tridimensionais, é possível representar uma grande variedade de situações voltadas para diversas áreas de aplicação, tais como: excursões virtuais em mundos reais (como museus, terrenos, etc.) ou imaginários e representação de objetos (carros, máquinas, etc.) ou

² Ação recíproca entre dois ou mais atores (PIMENTEL, 2017).

personificações de seres reais (homem, animal, etc.) ou imaginários (alienígenas).

Neste contexto, algumas dessas atividades que em muitos casos demandam altos custos como exemplo, visitar um local distante ou até mesmo outro planeta, ter acesso ao interior do corpo humano ou realizar experimentos perigosos, pode ser realizado por meio de sistemas em RV. Além disso, essas possibilidades podem ocorrer com um melhor custo-benefício e sem comprometer a integridade física de estudantes, professores e outros profissionais que se apropriam desses recursos.

Apesar dos avanços em tecnologias para aumentar a interação, interatividade³ e o senso de presença em um ambiente totalmente virtual, a partir da combinação de recursos multimídia e de RV, surgiram outras tecnologias que se aproveitaram desses avanços para trazer elementos virtuais para o ambiente físico. Essas tecnologias, possibilitaram que a interatividade com os objetos virtuais ocorresse de forma mais natural mantendo o senso de presença no mundo real (KIRNER; TORI, 2006).

Conforme Kirner e Kirner (2011), uma tecnologia que se beneficiou dessa combinação foi a RA, que mesmo dispensando o uso de óculos, capacetes ou monitores, permitiu a inclusão de objetos virtuais no espaço físico tido como ambiente real. Essa possibilidade de integração, pode ocorrer por meio de dispositivos tecnológicos como, computador com *webcam*, *tablets* e *smartphones*, proporcionando experiências mais próximas da realidade (TORI, KIRNER; SISCOOTTO, 2006; KIRNER; SISCOOTTO, 2007; TORI, 2010; SALES et al., 2014).

2.2 Conceituando RA

A evolução de tecnologias como computadores e dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*), promoveu o desenvolvimento de diferentes tipos de recursos. Para Tori (2010), a capacidade de processamento, o barateamento, a velocidade da comunicação e a disponibilidade de aplicativos gratuitos desenvolvidos para esses artefatos, foram fundamentais para a consolidação de várias tecnologias, dentre elas a RA.

Segundo Kirner e Kirner (2011), a RA combina recursos de multimídia e RV para representar elementos misturados de boa qualidade com interatividade em tempo real.

³ “Ação humana sobre a máquina, recebendo em troca uma retroalimentação” (PIMENTEL, 2017 p. 43).

Conforme os autores, a combinação dessas tecnologias não faz com que o senso de presença no mundo real seja perdido, uma vez que, em um sistema de RA, a sensação de presença no mundo real é mantida.

Referente ao que é real ou virtual, as definições estão inseridas em discussões, como exemplo, os conceitos encontrados em Levy (1997), que apresenta três sentidos para definir o que é virtual. Conforme Levy (1997), o primeiro sentido é técnico, tendo seu conceito ligado à informática; o segundo encontra-se em um sentido corrente, em que a palavra virtual é agregada a irrealidade, enquanto a realidade se refere à efetivação material, sendo esta uma presença tangível. No terceiro sentido, sendo este entendido pela acepção filosófica, Levy (1997) define como virtual aquilo que existe apenas em potência e não em ato, sendo o virtual uma dimensão da realidade, e nessa realidade o virtual não se opõe ao real, mas sim ao atual.

Apesar da existência de dimensões mais amplas acerca do que é real ou virtual conforme os conceitos discutidos em Levy (1997), o termo virtual, conforme Tori, Hounsell e Kirner (2018), já é de uso comum quando nos referimos aos objetos ou ambientes desenvolvidos por meios digitais. Em concordância com os autores, justificamos nesta pesquisa, a apropriação do termo virtual para se referir aos objetos digitais.

Os conceitos de RA se baseiam nesses dois ambientes (real e virtual). Essa afirmativa é reforçada a partir das definições encontradas na literatura existente sobre essa tecnologia (TORI; KIRNER; SISCOUTO, 2006; KIRNER; SISCOUTO, 2007, FIALHO, 2018; TORI; HOUNSELL; KIRNER, 2018) tendo como base teórica, os conceitos encontrados em Milgran et al. (1994), e Azuma et al. (2001).

Conforme Milgran et al. (1994), RA pode ser definida como a mistura dos mundos reais e virtuais em algum ponto do espectro que combina os ambientes completamente reais aos ambientes completamente virtuais. Essa combinação pode ser entendida a partir do *Continuum* de Milgran et al. (1994), conforme ilustra a figura 1.

Figura 1 - *Continuum* de Milgram.



Fonte: O autor 2020 (adaptado de MILGRAM et al., 1994).

A proposta deste diagrama é estabelecer a transição entre a realidade e a virtualidade. Neste sentido, percebe-se que, a RA é apresentada como o ambiente mais próximo do real, enquanto a Virtualidade Aumentada (VA), momento no qual o mundo virtual é enriquecido com representações de elementos reais é apresentada como o ambiente mais próximo do virtual (KIRNER; KIRNER, 2011).

Conforme o *Continuum* de Milgram et al. (1994), partindo da extremidade real, com um aumento gradativo da quantidade de elementos virtuais integrados ao ambiente real, é possível chegar a um ambiente de RA propriamente dita. Quando ocorre a predominância do ambiente virtual, tem-se a VA.

Apesar do diagrama proposto por Milgram et al. (1994), ser base teórica para a definição de RA, diferenciando ou separando os ambientes: real, misto e virtual em vários trabalhos (MILGRAM, et al 1994; KIRNER; ZORZAL, 2005, RODELLO; BREGA, 2011), alguns autores (TORI, 2010; TORI; HOUNSELL; KIRNER, 2018) divergem quanto à necessidade de separar essas realidades.

Para Tori (2010), as definições e classificações desses ambientes encontradas a partir de Milgram et al. (1994) não são precisas para identificar sistemas que se situam nos limiares entre RA e VA. O autor justifica que as técnicas, as tecnologias e os problemas de ambas as realidades são bastante similares, não havendo necessidade de separá-las.

Assim, pela dificuldade de se estabelecer dentro do *Continuum* de Milgram (1994), como ocorre a transição da RA para VA e desta para a RV, em nosso entendimento, a melhor definição para representar o conceito de RA, é a encontrada em Azuma et al. (2001), o que se justifica pela mesma trazer um maior detalhamento dos componentes e funcionalidades de um sistema em RA.

Conforme Azuma et al. (2001), RA pode ser definida como um sistema que suplementa o mundo real com elementos virtuais gerados por computador, proporcionando o sentido da coexistência no mesmo espaço, tendo as seguintes propriedades:

- a) combina elementos reais e virtuais no ambiente real;
- b) executa interativamente em tempo real; e
- c) alinha objetos reais e virtuais entre si (azuma et al. 2001).

A definição defendida por Azuma et al. (2001), vem sendo a mais aceita pelos autores que serviram de base teórica para o desenvolvimento desta pesquisa.

2.3 RA no contexto da educação

A RA, apontada como uma tecnologia recente e em pleno desenvolvimento nos laboratórios de pesquisa (TORI, 2010), vem recebendo muita atenção recentemente, e conforme Tori, Hounsell e Kirner (2018), já está madura e robusta em várias áreas do conhecimento.

Por meio de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), Diegmann et al. (2015), buscaram apresentar e categorizar os benefícios da RA nos ambientes educacionais. A pesquisa foi realizada nas bases de dados (IEEE *Xplore* – IEEE; *ProQuest*; *AIS Electronic Library* - AISeL e *ACM Digital Library*) relacionadas às disciplinas da área de Sistema de Informação e em bases de dados gerais (*EBSCO Host* - EBSCO e *Science Direct*).

Conforme os critérios de busca, foram encontrados 523 trabalhos cujos descritores: “*Augmented Reality*” AND “*Educat*” OR “*Learn*” OR “*Teach*” OR “*College*” OR “*School*” AND “*Benefi*” OR “*Advantage*” fossem encontrados no título, resumo ou nas palavras-chave. Dos 523 trabalhos, 25 atenderam aos critérios de inclusão/exclusão, sendo trabalhos empíricos, focados em efeitos positivos, sendo excluídos trabalhos em cenários não humanos, como aprendizagem de máquina e contextos de aprendizagem de estudantes com deficiências. Após análise dos trabalhos (todos lidos por dois dos autores), Diegmann et al. (2015), apresentaram e categorizaram os seguintes benefícios da RA nos ambientes educacionais: aumento da motivação para aprender, aumento da atenção e concentração e maior satisfação dos estudantes que, conforme os autores, se mostraram bastante satisfeitos em aprender por meio de ferramentas de RA.

Vale destacar que a análise dos trabalhos realizada por Diegmann et al. (2015) levou em consideração as seguintes formas de apropriação da RA para contextos educacionais: *AR Books*; *AR Gaming*; *Discovery-based Learning*; *Objects Modeling* e *Skills Training*. Tais dimensões são encontradas em Yuen, Yaoyuneyong e Johnson (2011), sendo relevantes também para o desenvolvimento desta pesquisa, uma vez que no processo de coleta de dados nos apropriamos de algumas das direções apontadas pelos autores.

Em trabalho semelhante, Lopes et al. (2019), buscaram por meio de uma RSL, analisar publicações sobre a RA em contextos de educação. Além de reunir e analisar diferentes referências, o estudo observou os modos de apropriação da RA em contextos de educação. Por meio do método *Systematic Search Flow* (SSF), as publicações entre os anos de 2002 a 2017 foram analisadas, tendo suas questões de pesquisa e resultados expressos no quadro 2.

Quadro 2 - Resultados da RSL realizada por Lopes et al. (2019).

Questão	Descobertas
Quais as práticas consideradas inovadoras de uso de tecnologias de realidade aumentada estão sendo aplicadas à educação?	RA por meio de dispositivos móveis; Aprendizagem com jogos com RA; Livros com RA; RA no ensino das Ciências da Saúde; Ra no Ensino de Engenharia, Arquitetura e Design; Propostas de uso da RA aplicáveis a diversas áreas do conhecimento.
Quais as principais barreiras e quais os impulsionadores para utilização da RA na educação?	Barreiras: principalmente dificuldade no desenvolvimento das atividades utilizando RA, por parte dos professores. Impulsionadores: aumento na motivação e compreensão dos conteúdos por parte dos alunos.
Em quais áreas do conhecimento existem mais aplicações?	Engenharia Civil, Arquitetura, Design e Ciências da Saúde.
Que tipo de resultados têm sido observados com a utilização da RA na educação?	Aumento da compreensão e da motivação para a aprendizagem na interação com a RA e disposição dos professores em utilizar a RA em sala de aula.

Fonte: Adaptado de Lopes et al. (2019)

Em concordância pelo que foi apresentado nos resultados de Diegmann et al. (2015) e de Lopes et al. (2019), é possível fazer algumas aproximações com os resultados obtidos por Chang Wu e Hsu (2013), uma vez que, neste contexto a motivação aparece como uma possibilidade para a aprendizagem. Os estudos de Chang, Wu e Hsu (2013) trazem evidências que isso ocorre por meio da possibilidade da RA acrescentar elementos que podem levar a apreensão de conceitos científicos por parte dos estudantes. Os autores vão além, explicando que a combinação de RA com as atividades de pesquisa pedagógica, pode possibilitar que os estudantes compreendam os conteúdos focando também as questões do mundo real, contribuindo com o processo de Letramento Científico.

No ambiente de RA essas questões referentes ao mundo real podem ser trabalhadas a partir da aproximação do estudante com os recursos virtuais por meio da interatividade proporcionada por essa tecnologia, conforme aponta Cardoso et al. (2014). Para os autores, foi possível perceber melhorias no processo de interação entre estudante, professor e conteúdo

em um curso de Informática a partir do desenvolvimento de um *software* em RA para *web*, denominado RAINFOR.

Referente à interação, Forte et al. (2008), apresentaram uma discussão sobre laboratórios virtuais de Física implementados com RA, analisando os aspectos técnicos e educacionais e enfatizando também a colaboração a partir de dois estudos de caso envolvendo movimento circular e lançamento de projétil. Para os autores, a RA enriqueceu o material didático, e a forma como se dá a interatividade nesse sistema de RA, tem potencial para motivar o estudante ser autor de seu próprio conhecimento, pela possibilidade de exercitar seus experimentos diretamente nos objetos virtuais em seu ambiente físico real.

Neste contexto, mesmo que o objetivo da RA não seja a imersão total, essa tecnologia se caracteriza pelo enriquecimento do ambiente físico real, podendo motivar a aprendizagem (CHANG; WU; HSU, 2013; DIEGMANN et al., 2015), promover interação (CARDOSO et al., 2014) e a autonomia (FORTE et al, 2008) em atividades individuais ou colaborativas (GARZÓN et al., 2014) para resolução dos exercícios propostos e tomada de decisão.

Dessa forma, a RA vem se mostrando como uma tecnologia promissora para a educação, podendo ser integrada a outras tecnologias, sejam elas analógicas ou digitais, com potencial para motivar a aprendizagem e possibilitar diferentes formas de interação por suas formas de apropriação.

2.4 Apropriação da RA no contexto da educação

Professores e estudantes sempre se apropriaram de diferentes tecnologias para ensinar e aprender, seja dentro da escola ou fora dela. E no contexto escolar, a incorporação das tecnologias atreladas às metodologias e estratégias pedagógicas são as responsáveis pela eficácia da aprendizagem (TORI et al., 2018).

No cenário da educação, estratégias com, RA vem demonstrando que por meio de seus recursos, novos ambientes de aprendizagem podem ser alcançados. Dessa forma, partindo dos pressupostos de Yuen, Yaoyuneyong e Johnson (2011), apresentamos cinco formas de apropriação educacionais com RA sendo elas: *AR Books*; *AR Gaming*; *Discovery-based Learning*; *Objects Modeling* e *Skills Training*.

2.4.1 AR Books / Livros com RA

Conforme Yuen, Yaoyuneyong e Johnson (2011), os livros com elementos de RA abrirão novas possibilidades para arte da ficção, além de possibilitar novas formas de contar histórias em uma interface totalmente nova. Assim, algumas experiências com livros em RA (FORTE et al., 2006; CORRÊA et al., 2012; GALVÃO; ZORZAL, 2012; ANDRADE, 2017;) têm demonstrado que essa tecnologia tem potencial para atrair os estudantes promovendo interatividade, descoberta, observação e motivando a aprendizagem (FIALHO, 2018).

Referente a interatividade, por meio do desenvolvimento de um livro interativo para aprendizagem Musical, Corrêa et al. (2012, p. 8), destacaram em seu trabalho as seguintes possibilidades:

(1) a criação de uma nova forma de manipulação de objetos de aprendizagem voltados ao ensino e aprendizagem musical; (2) a possibilidade de interação com o objeto de aprendizagem musical de forma natural, com as mãos, sem necessidade de uso de dispositivos tecnológicos convencionais como teclado e mouse; (3) a visualização dos objetos de aprendizagem de maneira uniforme, de modo que estes simulem estar em um mesmo local físico.

Neste contexto, percebe-se que, a RA pode ser simplesmente integrada a outras tecnologias como, por exemplo, o livro, como complemento para as situações de aprendizagem, possibilitando a interatividade por meio da manipulação dos objetos virtuais bem próximas das que ocorrem com os objetos no ambiente real. Quanto à possibilidade de manipular objetos em um sistema de RA, Tori et al. (2018, p. 405) explicam que:

a manipulação dos objetos virtuais tridimensionais tais como, movimentação e rotação, podem ajudar os alunos que possuem dificuldades de visualizar e compreender imagens espaciais 3D representadas no papel em 2D.

Dessa forma, as possibilidades dadas ao estudante para movimentar e rotacionar um objeto por meio das técnicas de visualização da RA, pode permitir uma nova forma de interagir com esses objetos que antes eram estáticos nos livros didáticos. Podemos compreender como isso pode ocorrer a partir dos resultados apontados na pesquisa de Andrade (2017).

Por meio do desenvolvimento de um aplicativo intitulado “RA.Geo”, o autor apresentou as seguintes contribuições da RA para o ensino de Geometria Espacial: potencial para estimular e motivar os estudantes, descoberta, observação e construção de novos conhecimentos.

Conforme a pesquisa de Andrade (2017), os estudantes tiveram a oportunidade de interagir com objetos que simulavam sólidos geométricos que “difícilmente estariam disponíveis em uma sala de aula e, portanto, incapazes de serem visualizados pelos estudantes Andrade” (2017, p. 70). Dessa forma, percebe-se que, a autonomia dada para o estudante explorar objetos de diferentes ângulos permitindo a interatividade em tempo real bem próxima do contexto em que esse estudante está inserido, tem potencial para motivar a aprendizagem.

Ainda no Ensino de Geometria, Galvão e Zorzal (2012) também destacaram a interatividade em tempo real e a visualização tridimensional promovida pela possibilidade dos *AR Books*, que segundo os autores são duas possibilidades difíceis de obter com um livro comum no contexto da educação. Essas possibilidades vêm sendo destacadas em diferentes estudos (YUEN; YAOYUNEYONG; JOHNSON, 2011; FIALHO, 2018; TORI et al., 2018) e experimentos com *AR Books* em diferentes áreas do conhecimento (FORTE et al., 2006; CORRÊA et al., 2012; GALVÃO; ZORZAL, 2012).

Todavia, para que os objetivos e benefícios dos *AR Books* sejam efetivamente alcançados e percebidos, no contexto da educação, é preciso atentar para questões como a coesão dos livros, a qualidade dos recursos e para a imersão, uma vez que, essa interface totalmente diferente de livro, exige uma maior atenção por parte dos desenvolvedores (YUEN; YAOYUNEYONG; JOHNSON, 2011).

Nesse contexto, por permitir que novos elementos (objetos 3D, animações e sons) sejam incorporados aos livros físicos, possibilitando que os estudantes obtenham informações adicionais sobre imagens e textos de forma interativa (TORI et al., 2018) e com autonomia (FORTE et al., 2006) os *AR Books* tendem ser tecnologias promissoras para a educação.

2.4.2 *AR Gaming* / Jogos com RA

Os jogos vêm acompanhando o desenvolvimento da história humana (NAKAMURA et al., 2018) estando intimamente associados a cultura (HUIZINGA, 2014). São artefatos que também estão na cultura digital (PIMENTEL, 2018) com forte tendência de desenvolvimento para dispositivos móveis, em especial para *smartphones* (TORI et al., 2018).

Para Nakamura et al. (2018), a relação da RA com a área dos jogos, em especial com os eletrônicos é mais recente, e vem sendo motivada pelo interesse da indústria dos jogos

digitais em oferecer novas experiências aos jogadores. Neste contexto, a RA vem ficando cada vez mais popular junto a esses artefatos e, conforme Tori et al. (2018), não é uma tendência somente para entretenimento, uma vez que seus recursos já envolvem questões mais sérias, como exemplo das áreas da saúde e educação.

Yuen, Yaoyuneyong e Johnson (2011) explicam que frequentemente, os professores utilizam jogos para ajudar os estudantes compreender conceitos em diferentes disciplinas. Com as possibilidades da RA, os jogos tem outras formas de contribuir com a aprendizagem uma vez que são recursos educacionais, que pode motivar a aprendizagem dos estudantes (MERCADO, 2016).

Essa afirmativa pode ser reforçada por Zorzal et al. (2008), uma vez que os autores demonstram que os *AR Gaming* tem potencial para estimular a capacidade de percepção e raciocínio espacial. Os autores analisaram o desenvolvimento dessas habilidades a partir de um experimento realizado com jogos de palavras e quebra-cabeças 3D em RA.

Além do desenvolvimento de habilidades, os *AR Gaming* também podem ser incorporados nas práticas pedagógica visando à melhoria no entendimento de conteúdo, independentemente de serem desenvolvidos com fins educativos ou não. Um exemplo disso, é o jogo digital Pokémon GO (Figura 2).

Figura 2 - Jogo Pokémon Go combinando o ambiente virtual ao real.



Fonte: Pokémon Company International (2019, n.p.)

O Pokémon GO é um jogo digital em RA desenvolvido para as plataformas Android e iOS cujo objetivo é a captura de criaturas virtuais que aparecem na tela de dispositivos móveis (*tablets* e *smartphones*) como se fossem reais. Por meio desse jogo digital, Lopes e Lopes

(2017) trabalharam a temática Evolução, uma das áreas com muitas dificuldades para o ensino de Biologia devido as concepções pré-concebidas resultantes das vivências socioculturais.

Conforme os autores, apesar do *Pokemon Go* tratar equivocadamente a temática, foi possível ensinar corretamente aspectos biológicos envolvidos no conteúdo Evolução com ludicidade, possibilitando o envolvimento no processo de construção dos conhecimentos. Dessa forma, é possível compreender que, mesmo o jogo digital não ter sido pensando pelos desenvolvedores para atender uma necessidade da educação, esses artefatos, além de promover entretenimento, podem auxiliar os professores no processo de ensino e aprendizagem.

Ao analisar pesquisas como a desenvolvida por Lopes e Lopes (2017) com o jogo digital *Pokémon GO*, Tori et al. (2018, p. 413) foram mais além destacando que: “tais pesquisas revelam que os desenvolvedores da franquia estão fazendo muito mais do que uma ferramenta de entretenimento, na verdade estão também auxiliando professores de Ciências”. Esse entendimento no âmbito da educação, nos remete a lógica vygotskiana, em que as ferramentas criadas passam a ser instrumentos mediadores, quando as narrativas do game são compreendidas e exploradas de forma a motivar e possibilitar a aprendizagem.

Essas possibilidades, tem potencial para promover novas formas de interação dos estudantes com os professores, com o ambiente e com outros estudantes, por meio dos recursos em RA que podem ser integrados em diferentes contextos e situações cujo objetivo seja a aprendizagem. Nessa perspectiva, Yuen, Yaoyuneyong e Johnson (2011) argumentam que estratégias com *AR Gaming* podem ser facilmente desenvolvidas em diferentes áreas do conhecimento como Arqueologia, História, Antropologia ou Geografia.

Dessa forma, os estudos nos dão indicativos que os *AR Gaming* vem se tornando tendência na área da educação (TORI et al., 2018), podendo contribuir com a aprendizagem (YUEN; YAOYUNEYONG; JOHNSON, 2011) e, favorecer o processo de construção do conhecimento (LOPES; LOPES, 2017). Todavia, quando se trata da incorporação desses artefatos nas práticas pedagógicas, uma das questões significativas é o papel da avaliação (SAVI et al., 2010), para que efetivamente sua apropriação possa apoiar o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos curriculares.

Dessa forma, os jogos com recursos de RA tendem a contribuir com a educação, com potencial para atrair a atenção e motivar a aprendizagem, dos estudantes de forma lúdica em diferentes áreas do conhecimento.

2.4.3 *Discovery-based Learning* / Aprendizagem baseada em descoberta

Outra possibilidade da RA para a educação é permitir que a aprendizagem ocorra por meio da descoberta (YUEN; YAOYUNYONG; JOHNSON, 2011). Essa forma de aprendizagem pode ocorrer em diferentes lugares como exemplo, em um laboratório, em locais históricos de uma cidade ou até mesmo em museus (Figura 3).

Figura 3 - Museu da cidade de Detroit, nos Estados Unidos com tecnologia RA da Google.



Fonte: Farinaccio (2017, n.p.)

A figura 3, ilustra uma a experiência aumentada, proporcionando interatividade e descoberta aos visitantes. A experiência em questão, é oferecida pelo *Institute of Arts*, um museu da cidade de Detroit, nos Estados Unidos (FARINACCIO, 2017). Por meio de um *tour*, interativo, as informações são acrescentadas ao passeio conforme a curiosidade do visitante de forma não linear.

Conforme explica Farinaccio (2017), a figura em questão expõe os altos-relevos em calcário da Mesopotâmia. Neste contexto, os desenhos feitos com relevo nas pedras calcárias eram originalmente coloridos, o que com o passar dos anos, devido ao intemperismo, perderam suas características originais. Dessa forma, por meio da RA, é possível que o visitante veja em tempo real como eram esses relevos em suas cores originais por meio da descoberta.

No contexto da educação, essa possibilidade foi bem observada a partir da pesquisa desenvolvida por Díaz, Requena e González (2017) na Faculdade de Ciências da Educação da Universidade de Córdoba. Na proposta, futuros professores avaliaram a RA como recurso didático no ensino primário. Apesar de, o estudo apresentar comparativos e diferenças entre os participantes tomando por base algumas variáveis como idade, gênero, quantidades de dispositivos por participante, entre outras, para os autores, foi possível perceber o entendimento de que: a RA promove aprendizagem por descoberta.

Díaz, Requena e González (2017) destacaram ainda que, a RA, pode contribuir com o ensino de conteúdos transversais; facilitar a comunicação entre estudantes e professores; aumentar a criatividade e pode ser utilizada por sujeitos com dificuldades psicológicas. Assim, defendem que, a RA pode complementar os conteúdos curriculares explicados em sala de aula.

Outro ponto que merece atenção quando se trata da *Discovery-based Learning*, é a autonomia dos estudantes em situações com potencial para promover aprendizagem. Yuen, Yaoyuneyong e Johnson (2011), demonstram como isso pode acontecer por meio de aplicativos em RA que transmitem informações sobre um lugar do mundo real, com capacidade de permitir a identificação de plantas e animais, promovendo a prática de aprendizagem investigativa, interativa e independente. Para os autores, essa forma de apropriação pode ocorrer por meio de uma *webcam* ou *smartphones*, tendo potencial para o desenvolvimento de atividades em diferentes áreas conhecimento como, Biologia, Química, Inglês, Matemática, Física, Línguas Estrangeiras, Educação Física entre outras.

2.4.4 *Objects Modeling* / Modelagem de objetos

Nesse modo de apropriação, a RA pode ser usada na modelagem de objetos, permitindo que os estudantes visualizem como um determinado objeto ficaria em diferentes configurações. Conforme Yuen, Yaoyuneyong e Johnson (2011), os modelos podem ser gerados e manipulados, permitindo que os estudantes recebam um *feedback* visual imediato sobre suas ideias e projetos. Os autores citaram como exemplo, a Faculdade Mauricio de Nassau no Brasil, na qual estudantes de Arquitetura exploraram as possibilidades de usar a RA para projetar modelos de edifícios em escala, otimizando o tempo necessário para construir e apresentar propostas arquitetônicas.

Outro trabalho que aponta contribuições significativas da RA para a educação por meio da modelagem é o de Bulla (2016), em que por meio do Blender, aliado ao aplicativo AndAR foi construído um design para o desenvolvimento de atividades na área de matemática. A experiência possibilitou que a aprendizagem ocorresse em um contexto significativo.

Conforme Bulla (2016 p. 91):

vislumbramos, a partir dessa observação, que podemos conduzir um processo de ensino e de aprendizagem envolvendo diversos saberes e significados matemáticos uma vez que estudamos funções de duas variáveis reais, relacionamos instrumentos tecnológicos para dimensionar objetos virtuais, plotamos pontos em um recurso computacional para gerar gráficos de funções e etc.

Nesta perspectiva, a RA apresentou potencial para estabelecer significados do estudo de funções de duas variáveis sendo possibilidade para os saberes matemáticos.

2.4.5 *Skills Training* / Treinamento de habilidades

A RA, cujas possibilidades vêm sendo exploradas nos jogos, entretenimento, exposições e museus, também vem sendo inserida em contextos educativos em áreas como medicina e educação (ZORZAL; JORGE; COSTA, 2018; HOUNSELL; TORI; KIRNER, 2018) visando o desenvolvimento de habilidades. Como exemplo, Herpich et al. (2018), apresentaram a implementação de um aplicativo de RA buscando o desenvolvimento de habilidades na área de Física. Segundo os autores, pela possibilidade de representar visualmente fenômenos que em geral são abstratos ou microscópicos, a RA demonstrou potencial pedagógico para o ensino e aprendizagem em Física. A interatividade do estudante com os recursos, possibilitou formas diferentes para a compreensão dos conteúdos intrínsecos em diferentes áreas da Física, e também contribuiu para o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial de estudantes.

Por meio da RA, é possível trabalhar habilidades que vão além da visualização, como exemplo, as chamadas habilidades não convencionais (coordenação mão-olho, precisão, destreza entre outras). Nessa perspectiva, Valério (2015), apresentou e avaliou uma ferramenta gamificada que utiliza RA para melhorar habilidades básicas no processo de cirurgia minimamente invasiva.

Para Valério (2015), os resultados mostraram boa aceitação do simulador por profissionais da área da saúde como cirurgiões, médicos e estudantes do período inicial da residência em cirurgia, e seu potencial de uso nos processos de ensino-aprendizagem das residências em cirurgia. Ainda conforme Valério (2015), atividades mais complexas, como corte e sutura, além de práticas que explorem ambidestria, serão concebidas como trabalho futuro.

Neste contexto, o papel da avaliação dos sistemas de RA deve ser levado em consideração, uma vez que se trata da realização de atividades visando o desenvolvimento de habilidades que serão aplicadas no contexto real e em pessoas reais. Diante disso, Nunes et al. (2018), chamam atenção para a avaliação dos requisitos funcionais dos sistemas de RA. Conforme os autores, quando se trata da apropriação de recursos tanto em RV, quanto em RA para o desenvolvimento de habilidades, esses requisitos são fundamentais, para que o sistema proporcione um alto grau de realismo e atenda com eficácia os objetivos que se buscam por meio de práticas com recursos de RA.

Conforme, Yuen, Yaoyuneyong e Johnson (2011), o desenvolvimento de habilidades por meio de um sistema de RA poderá ser uma prática promissora para diferentes áreas do saber. Os autores reforçam seus pressupostos a partir de práticas realizadas (desenvolvimento de habilidades) com pessoas usando óculos de RA em tarefas específicas como: mecânica de *hardware* no serviço militar e em manutenção de aviões, em empresas como a Boeing.

Assim, a RA pode ser compreendida como uma tecnologia que permite possibilidades diversas para diferentes áreas do saber. Seja por sua possibilidade de integração a recursos físicos como exemplo o livro didático, seja por meio da sua integração aos jogos ou no desenvolvimento de habilidades que vão desde a visualização espacial (HERPICH et al., 2018), até práticas como manutenção de aviões (YUEN; YAOYUNEYONG; JOHNSON 2011) ou conforme demonstrado Valério (2015), práticas de cirurgia minimamente invasiva.

2.5 RA e ensino de Ciências

No contexto educacional, experiências com RA por meio de aplicativos, jogos, livros e outros artefatos, vêm sendo realizadas em diferentes áreas do conhecimento (FORTE et al., 2008; CARDOSO et al., 2014; ANDRADE, 2017; LOPES; LOPES, 2017).

No ensino de Ciências, mesmo existindo as representações de conteúdos por meio de figuras estáticas dos livros didáticos, alguns eventos como transformações ambientais ou processos biológicos dos organismos vivos ocorrem em sequências. E estas, por sua vez podem acontecer de forma rápida ou lenta, mais ou menos complexas, expondo então a necessidade de novas ações pedagógicas e uso de alguns instrumentos de mediação.

A compreensão dos fenômenos naturais e mecanismos biológicos muitas das vezes dependem de metodologias que ultrapassem os limites estabelecidos pelo livro didático, por envolver uma série de conceitos complexos (LIMA et al., 2017), que exigem outras formas de visualização além da estática. Dessa forma, a RA surge como uma possibilidade para o ensino de Ciências no contexto da educação básica, por permitir que suas possibilidades sejam exploradas por TD como *notebooks*, *games*, *tablets* e *smartphones*, artefatos mais próximos do contexto dos estudantes e professores.

Pela facilidade de uso, possibilidades de popularização e diferentes formas de apropriação, acredita-se que a RA pode contribuir no processo de ensino-aprendizagem de Ciências (CARDOSO, et al., 2014). Por isso, entendemos a RA como um instrumento capaz de oferecer aos estudantes subsídios para a compreensão de assuntos mais complexos, possibilitando o desenvolvimento de habilidades, a tomada de decisão e discussão de questões relacionadas ao mundo real conforme os pressupostos do que nesta pesquisa entende-se como Letramento Científico.

Assim, por meio da possibilidade de integração de elementos virtuais (animações, vídeos e imagens em 3D) ao contexto real do estudante, a RA pode proporcionar experiências em tempo real que não seriam possíveis, devido às limitações econômicas ou físicas existentes contexto escolar. Neste contexto, a RA, segundo Shelton e Hedley (2002), pode ser uma alternativa, por permitir ao estudante diferentes formas de visualização (de objetos em 3D) e a interatividade com fenômenos que seriam impossíveis no mundo real.

Neste sentido, a inserção planejada dessas TD, pode possibilitar um cenário interessante para o ensino e para a aprendizagem (RANGEL; SANTOS; RIBEIRO, 2012). Esse cenário segundo Forte et al. (2008), tem potencial para motivar os estudantes a aprender, por meio de prática investigativa (YUEN; YAOYUNYONG; JOHNSON, 2011; DENARDIN; MANZANO, 2017) sendo a última, um dos objetivos do ensino de Ciências.

Como exemplo de prática investigativa com RA, Chang, Wu e Hsu (2013) envolveram os estudantes em uma investigação por meio de um sistema de RA móvel usando marcadores⁴ que foram espalhados em diferentes espaços dentro da escola que hipoteticamente estava a 12 km de uma usina nuclear. A prática realizada inseriu os estudantes em um contexto investigativo para medir os níveis de radiação, após uma explosão de Hidrogênio. Os resultados da atividade demonstraram uma melhor compreensão a respeito do conceito de radiação, indicando mudanças na atitude dos estudantes. Segundo Chang, Wu e Hsu (2013), foi possível ainda, trabalhar a questão da tomada de decisão, uma vez que no final da atividade, os estudantes foram estimulados a buscar possíveis soluções e condições para minimizar os efeitos da poluição por radiação.

Outro trabalho na área das Ciências Naturais que buscou melhorar um conceito tornando o aprendizado significativo para os estudantes foi o de Oliveira (2013), que por meio da RA motivou o aprendizado dos estudantes de um 6º ano do Ensino Fundamental sobre o processo de frutificação das angiospermas. O objetivo do trabalho foi verificar se um recurso didático desenvolvido na forma de um livro em RA, tinha potencial para proporcionar a aprendizagem significativa para os estudantes sobre o processo de frutificação dessas plantas.

Para Oliveira (2013), o recurso desenvolvido, além de despertar encantamento e curiosidade, passou a ter significado lógico na aprendizagem sobre a reprodução de uma planta presente na cultura local. Para a autora, a apropriação do recurso na prática pedagógica enriqueceu as relações conceituais estabelecidas pelos estudantes com os conteúdos ensinados.

Possibilidades como o enriquecimento de estratégias e conceitos, interatividade e motivação também foram evidenciadas no trabalho de Santos (2016). A pesquisa teve como objetivo o desenvolvimento de um aplicativo utilizando a tecnologia de RA denominado Jogo de Memória em Astronomia (JMA) tendo como foco, os estudantes das séries iniciais do Ensino Fundamental.

Para Santos (2016), a estratégia com RA demonstrou potencial para ser utilizada no Ensino Fundamental, por auxiliar na aprendizagem dos conceitos de astronomia,

⁴ Os marcadores são cartões com uma moldura retangular, com um símbolo em seu interior que funcionam como um código de barras 2D, em que os objetos virtuais são sobrepostos (HOUNSELL; TORI; KIRNER, 2018).

possibilitando a interatividade e motivando os estudantes na busca de pelo conhecimento científico, estimulando o raciocínio e desenvolvendo o senso crítico dos estudantes.

Dessa forma, destacamos possibilidades como: a visualização em 3D; interatividade; autonomia; descoberta e a motivação para aprendizagem de Ciências. Reconhecemos também que a interação entre os estudantes e a apropriação do conhecimento faz a diferença neste processo. Inserimos nesta compreensão, o professor, que tendo a RA como instrumento mediador, pode planejar estratégias para auxiliar o estudante a construir seus aprendizados (OLIVEIRA, 2013) estimular a compreensão dos conhecimentos científicos (SANTOS, 2016), e a relação desses conhecimentos com as questões cotidianas.

Apesar das contribuições descritas no ensino de Ciências, para os anos finais do Ensino Fundamental, pouco tem se produzido sobre como integrar a RA para possibilitar a aprendizagem de questões sócio-científicas, sendo essas reais, socialmente significativas e enraizadas na Ciência (CHANG; WU; HSU, 2013). Essa afirmativa é reforçada por Lima et al. (2017), que, a partir de uma revisão de literatura, indicaram que é preciso avançar com mais estudos e experiências sobre a apropriação da RA nas aulas de Ciências. Apropriação esta que contribua com a aprendizagem e consequentemente com o desenvolvimento da formação crítica dos estudantes.

2.6 RA como instrumento de mediação

As TD, artefatos da cultura digital, sendo parte da vida de estudantes e professores, como é o caso dos dispositivos móveis como tablets e smartphones, podem ser utilizadas em contexto escolar como instrumentos mediadores (COSTA; DUQUEVIZ; PEDROZA, 2015) permitindo que o indivíduo aprenda e se desenvolva em seu contexto social, histórico e cultural.

Apoiado na teoria histórico-social, Pimentel (2013), explica que o desenvolvimento do indivíduo está relacionado a esse processo socio-histórico, em que a aquisição do conhecimento ocorre por meio da interação do sujeito com o meio. Neste contexto, a aprendizagem, que pode ser definida a partir dos estudos de Vygotsky (2008) como “um aspecto basilar do processo de desenvolvimento das funções psicológicas superiores” (PIMENTEL, 2017 p. 84) deve ocorrer, segundo Moreira (2016), dentro da zona de desenvolvimento proximal (ZDP), que é definida por Vygotsky (2008 p. 51) como:

à distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes.

Nessa perspectiva, a ZDP define as funções que ainda estão no processo de maturação. E na sala de aula, a RA pode mediar a relação do estudante com o conhecimento, ou seja, atuando como instrumento de ajuda ou intervenção no processo de aprendizagem.

Dessa forma, em contexto de educação, a RA pode mediar a aprendizagem quando incorporada como um instrumento mediador nas estratégias pedagógicas, sendo possibilidades para favorecer a autonomia e estimular o conhecimento dos estudantes. A interatividade com as TD como instrumentos mediadores, e a interação que ocorre por meio destes, podem contribuir com a aprendizagem e promover o desenvolvimento das funções cognitivas, quer seja com ambientes de interfaces on-line como os chats, os fóruns, os sites, os blogs (MORI, 2013) ou por meio dos recursos da RA (YUEN; YAOYUNYONG; JOHNSON 2011; SANTOS, 2016; TORI et al., 2018).

Assim, a RA pode ser um instrumento mediador entre o estudante as estratégias pedagógicas e o professor, que se apropriando deste e incorporando em sua prática, tem possibilidade de criar situações de aprendizagem que proporcionem relações dialógicas e investigativas. Dessa forma, pode auxiliar o estudante a desenvolver tarefas específicas como exemplo os problemas relacionados as Ciências Naturais (CHANG; WU; HSU, 2013; SOUSA, 2015).

Neste sentido, a apropriação dessa tecnologia no contexto do ensino de Ciências tem potencial para auxiliar a compreensão de fenômenos complexos ou modelos demasiadamente abstratos (SOUSA, 2015). Logo, ao operarem juntos aos instrumentos psicológicos como hipertextos, imagens, animações, vídeos, sons, e simulações interativas, podem potencializar o processo de mediação entre o indivíduo e o conhecimento (LÉVY, 1997; GARCIA; LEFFA, 2010).

Portanto, partindo dos pressupostos da lógica vygotskiana de que a estrutura dos processos mentais pode ser alterada por meio de recursos mediadores como a linguagem e as ferramentas técnicas, entendemos que a RA tem potencial para ser inserida na escola como instrumento de mediação.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, está a descrição geral da pesquisa, ou seja, o percurso metodológico utilizado para a coleta, registro e análise dos dados. Constam ainda, o tipo de pesquisa e abordagem utilizada, participantes e local de pesquisa, bem como os critérios de inclusão e exclusão.

3.1 Tipo de Pesquisa

Visando compreender como a RA, no contexto do ensino de Ciências, pode contribuir com a aprendizagem dos estudantes, optamos por realizar uma pesquisa qualitativa, tomando por base os estudos de Stake (2011), Sampieri, Collado e Luccio (2013) e Yin (2016). Assim, enfatizamos quatro pontos que nortearam esta pesquisa a ser desenvolvida na perspectiva de um enfoque qualitativo, sendo estes:

- 1) qualitativa porque buscamos por meio de ações, compreender o fenômeno estudado, identificar e analisar as relações que surgem a partir de situações vivenciadas pelos estudantes durante as aulas de Ciências com RA. Dessa forma, buscamos compreender os aspectos subjetivos e perspectivas dos participantes visando fornecer a descrição geral deste estudo;
- 2) pela possibilidade de o enfoque levar em consideração a interpretação e compreensão dos fenômenos, ao invés da quantificação. Sobre isso, Sampieri, Collado e Luccio (2013), explicam que, o que se busca com a pesquisa qualitativa é a dispersão ou expansão dos dados coletados e da informação;
- 3) considerando os objetivos e finalidades da área das Ciências Naturais para a aprendizagem dos estudantes, e que essa deve ocorrer em um contexto que vem sendo discutido na literatura como Letramento Científico, torna-se compreensível a escolha pela abordagem qualitativa.

Nessa perspectiva, foram considerados aspectos como a relação entre os estudantes e o meio, sua atuação e percepção de mundo, bem como os fenômenos que envolvem essas relações. Para Godoy (1995), esses aspectos devem ser levados em consideração, uma vez que esse tipo de abordagem, permite maiores possibilidades de se estudar os fenômenos que envolvem os seres humanos e suas intrincadas relações sociais, estabelecidas em diversos ambientes.

- 4) tomando por base o objeto deste estudo, sendo este a RA, considerada uma tecnologia recente (TORI, 2010), e emergente para o ensino de Ciências (LIMA et al., 2017).

Assim, a presente investigação, expressa o desejo de explicar como essa tecnologia quando incorporada nas práticas pedagógicas, pode contribuir com a aprendizagem de Ciências na perspectiva de um Letramento Científico.

Essa contextualização encontra respaldo nos apontamentos de Yin (2016), quando afirma que essa abordagem é guiada pelo desejo de explicar esses acontecimentos. Logo, na abordagem qualitativa, os acontecimentos podem ser explicados por meio de conceitos existentes ou emergentes.

A partir desses quatro pontos enfatizados, esta pesquisa se configura como exploratória e explicativa. Exploratória porque foi desenvolvida em um contexto cujo objetivo foi investigar um tema pouco estudado (PRODANOV; FREITAS, 2013; SAMPIERI; COLLADO; LUCCIO, 2013), neste caso, como a aprendizagem ocorre por meio da RA enquanto instrumento nas aulas de Ciências.

Todavia, esta investigação não se limitou a análise dos dados, uma vez que, buscamos por meio dela, proporcionar um entendimento sobre os fenômenos e suas possíveis relações com o contexto investigado. Logo, justifica-se seu propósito explicativo, uma vez que conforme Sampieri, Collado e Luccio (2013), seu principal interesse é explicar por que um fenômeno ocorre e em quais condições ele se manifesta.

Levando em consideração a abordagem qualitativa desta pesquisa e sua natureza exploratória e explicativa, cujas finalidades permitem esclarecer, por que duas ou mais variáveis estão relacionadas (SAMPIERI; COLLADO; LUCCIO, 2013), esta pesquisa pode ser delineada a partir da compreensão experiencial (STAKE, 2011). A escolha desse delineamento, justifica-se a partir dos objetivos desta pesquisa, que foi investigar como a aprendizagem ocorre, quando nas aulas de Ciências, os estudantes são submetidos a experiências pedagógicas com RA.

Conforme Stake (2011), a pesquisa experiencial não busca a simplicidade ou a melhor explicação, mas uma coleção de explicações. Esse entendimento reforça a sua integração nesta pesquisa, uma vez que a compreensão experiencial, possibilitou ao pesquisador analisar

diferentes realidades bem como os diferentes significados que serão atribuídos pelos estudantes a partir das experiências vivenciadas durante as aulas de Ciências.

Nesta perspectiva a presente pesquisa tomou por base as experiências vivenciadas pelos estudantes, uma vez que buscou investigar como a RA, no contexto do ensino de Ciências, pode possibilitar a aprendizagem. Logo percebe-se as relações que se estabelecem entre a pesquisa experiencial com o método qualitativo.

Assim, as aulas foram desenvolvidas por meio de experiências com recursos de RA. As experiências foram observadas e registradas por meio de diário de campo, fotos e questionário que possibilitaram ao pesquisador a compreensão acerca do que estava acontecendo. Estes registros, depois de triangulados e refletidos, foram significativos para o pesquisador reconsiderar uma análise prévia, compreender pontos que mereceram atenção e descobrir novas situações a partir das diferentes experiências analisadas.

As considerações de Stake (2011) sobre as diferentes experiências que as pessoas têm quando submetidas à mesma situação no mesmo lugar foram pontos enriquecedores para esta pesquisa. Todavia, o autor chama atenção para o rigor na forma de analisar os dados, para que as diferentes interpretações não comprometam a qualidade da pesquisa. A respeito da qualidade na pesquisa, Flick (2009) explica que esta é mais do que simplesmente definir critérios e padrões. Neste caso, a qualidade é o resultado de uma série de decisões que se inicia desde a formulação da questão norteadora de pesquisa até suas conclusões sobre a questão que se busca responder.

Assim, conforme os pressupostos da pesquisa experiencial (STAKE, 2011) as atividades foram selecionadas levando em consideração os diferentes contextos que em nosso entendimento ofereciam possibilidades para a compreensão do nosso objeto de estudo, bem como responder a nossa questão de pesquisa a partir das experiências desenvolvidas e vivenciadas com a tecnologia de RA.

3.2 Local e participantes da pesquisa

A presente pesquisa foi realizada no Colégio Rosalvo Félix, escola particular situada no município de Rio Largo - AL. A escolha deste espaço físico foi de conveniência, tendo em vista o pesquisador ser professor de Ciências e Biologia na instituição. Assim, justifica-se pela facilidade de acesso do pesquisador com o ambiente de pesquisa.

A escola tem seu expediente de funcionamento, nos horários matutino e vespertino. Assim, no turno da manhã, tem como oferta, a educação para os anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio, enquanto que no turno da tarde oferece a educação para a pré-escola e anos iniciais do Ensino Fundamental. Somando-se os turnos, a escola atende aproximadamente, 500 estudantes.

Em sua totalidade, dispõe de uma estrutura física (Figura 4) composta por uma edificação com primeiro andar. Abriga 13 salas de aula, 2 banheiros para estudantes, banheiro para professores, sala para os professores, sala para a coordenação escolar, sala de diretoria, biblioteca, sala destinada a práticas esportivas (jiu-jitsu), quadra esportiva, piscina, sala de apoio administrativo e cantina.

Figura 4 – Vista interna do Colégio Rosalvo Félix.



Fonte: O autor (2019) – Dados da pesquisa (2019)

Destacam-se ainda, os investimentos realizados pela escola para equipar todas as salas de aula com projetores multimídia e internet via cabo. A escola também possui internet via *wi-fi*. Na prática, esse espaço se torna favorável para o desenvolvimento desta pesquisa, uma vez que fortalece a incorporações de artefatos da cultura digital, nos permitindo investigar, como a RA, quando inserida nas práticas pedagógicas de forma reflexiva, permite a aprendizagem de Ciências na perspectiva do Letramento Científico.

Devido a familiaridade do pesquisador, não houve recusa da gestão da escola em concordar que a pesquisa fosse desenvolvida em seu âmbito. Assim, para que os objetivos da mesma fossem atendidos via pesquisa empírica, foi necessário a aprovação do CEP/UFAL (16289018.7.0000.5013). Assim, a pesquisa foi aprovada e o Termo de Consentimento Livre e

Esclarecido (TCLE) foi assinado junto aos pais e responsáveis dos estudantes, bem como pela livre expressão dos menores ao assinarem o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE).

Buscando responder à pergunta norteadora desta pesquisa, foram desenvolvidas algumas atividades com estudantes da turma de 7º ano “A” dos anos finais do Ensino Fundamental. A escolha da turma ocorreu pelos seguintes motivos: a) por esse pesquisador perceber um distanciamento dos estudantes com questões voltadas para o tema seres vivos; b) temas que envolvem seres vivos podem ser explorados de forma a dar significados a aprendizagem dos estudantes, despertando nos mesmos a capacidade de compreender diferentes funções que um organismo vivo pode ter para um determinado contexto; c) por questões de acessibilidade a recursos digitais e localização da sala na infraestrutura da instituição.

Dessa forma, participaram das atividades 28 estudantes. Tanto os participantes quanto a escola possuíam infraestrutura suficiente para o desenvolvimento das atividades, o que contribuiu significativamente com a coleta de dados. Buscando cumprir os objetivos e responder o problema de pesquisa, foram desenvolvidas atividades levando em consideração as seguintes direções de apropriação da RA para contextos educacionais indicadas por Yuen, Yaoyuneyong e Johnson (2011): *AR Books*; *AR Gaming*; *Discovery-based Learning* e *Skills Training*.

3.3 Critérios de inclusão e exclusão

Nesta pesquisa foram inclusos os estudantes matriculados na escola; cursando o 7º ano do Ensino Fundamental, cujos pais assinaram o TCLE. Foram excluídos da análise os estudantes que não participaram de todas as atividades com RA, uma vez que sua ausência nas atividades comprometeria as respostas de alguns itens do questionário aplicado, e como consequência comprometeria também a análise dos dados. Os estudantes que faltaram algumas atividades participaram das demais, porém sua participação não entrou na análise.

3.4 Coleta de Dados

Dados os encaminhamentos necessários a condução da pesquisa, os dados foram coletados por meio de observações, anotações em diários de campo, registro por meio de

imagens e questionário. Para um melhor entendimento, no quadro 3 constam as técnicas de coleta de dados, os objetivos e como foram utilizadas.

Quadro 3 – Síntese da coleta de dados.

Técnica	Objetivo	Como foi utilizado
Observações	Coletar dados sobre o fenômeno estudado; Analisar os acontecimentos na sala de aula; Extraír o máximo de aspectos que envolveram os participantes e o objeto de estudo.	Durante a execução das atividades desenvolvidas dentro e fora da sala de aula;
Diário de campo	Registrar as informações, para ser analisadas junto aos outros instrumentos; Descrever o processo de cada atividade desenvolvida.	As observações foram anotadas de forma descritiva e a partir dessas, foram feitas anotações interpretativas.
Imagens	Validar atitudes e comportamentos, que somando aos outros instrumentos contribuirá com a interpretação dos dados.	As imagens foram capturadas por meio de smartphone pelo pesquisador durante o desenvolvimento das atividades
Questionário	Identificar possíveis questões que não foram esclarecidas por meio dos outros instrumentos; Identificar as experiências que foram significativas para a aprendizagem dos estudantes.	Foi utilizado de forma mista, com questões abertas e fechadas uma semana após o encerramento da sequência de ensino.

Fonte: O autor (2019) – Dados da pesquisa.

A observação foi utilizada para verificar os acontecimentos na sala de aula como: a interação entre os estudantes; a interatividade com as tecnologias, as atividades individuais e coletivas dos estudantes entre outros aspectos, tendo o pesquisador como observador que viveu e desempenhou um papel no ambiente (SAMPIERI; COLLADO; LUCCIO, 2013).

Segundo Lüdke (1986), a observação ocupa um lugar privilegiado no contexto da abordagem qualitativa das pesquisas em educação. Conforme a autora, a observação é um dos principais métodos de investigação científica, e quando bem planejada, se caracteriza em um instrumento fidedigno para a pesquisa.

No contexto desta pesquisa, que se configura como qualitativa numa perspectiva experiencial, a observação foi participante, sendo um instrumento fundamental para a compreensão e interpretação das experiências vivenciadas e dos fenômenos observados, uma vez que as pesquisas qualitativas no enfoque experiencial, se baseiam parcialmente nas

experiências dos observados (LÜDKE, 1986; STAKE, 2011). Dessa forma, as ações elencadas foram registradas por meio de imagens via smartphones e anotações em diário de campo.

Referente ao questionário, por ser uma técnica que permite atingir maior número de pessoas simultaneamente (GERHARDT et al., 2009), foi um instrumento de coleta dados complementar. Quanto ao tipo, foi utilizado de forma mista, com questões abertas e fechadas para permitir as livres respostas e facilitar a identificação das categorias.

3.5 Análise dos Dados

Para analisar os dados (quadro 4), foram utilizados os seguintes procedimentos: a) revisão dos dados; b) estruturação; e c) codificação. A análise dos dados coletados buscou interpretações acerca da RA no contexto do ensino de Ciências de acordo com as observações, diário de campo e questionários. Os dados analisados, quando confrontados com os referenciais teóricos apresentados nesta pesquisa, contribuíram com o desenvolvimento desta dissertação.

Quadro 4 – Processo de análise dos dados.

Técnica	Objetivo	Como foi utilizado
Revisão dos dados	Obter um panorama detalhado; Lembrar casos ou experiências vivenciadas; Compreender o sentido geral dos dados; Avaliar quais os dados serão considerados para a análise.	Os dados coletados por meio do diário de campo e questionários foram transcritos, e logo após revisados.
Estruturação	Organizar os dados para facilitar o processo de categorização.	Os dados (já revisados) foram organizados por temas e padrões.
Codificação	Identificar unidades significativas para o estudo e suas aproximações com as categorias previamente estabelecidas.	Após análise dos questionários, foram comparadas as respostas e transformadas em unidades de análise, em seguida, agrupadas em categoria em relação aos significados.

Fonte: O autor (2019) – Dados da pesquisa.

Como nesta pesquisa obtivemos dados de quatro fontes (observações, anotações em diários de campo, registro por meio de imagens e questionários), optamos em primeiro momento realizar a revisão do material coletado. Dessa forma, a partir dos dados coletados, foi escrito um segundo diário denominado “diário de análise” (SAMPIERI; COLLADO; LUCCIO, 2013 p. 452), em que foram descritos os processos de cada atividade realizada com RA, os ajustes, anotações sobre ideias, significados e possíveis categorias que surgiram durante o processo de análise.

Levando em consideração que, na coleta de dados, o pesquisador não recebe o material estruturado, ficou sob responsabilidade do mesmo dar estrutura a estes. Assim, na segunda etapa foi realizada a estruturação, sendo este um dos principais objetivos da análise qualitativa (SAMPIERI; COLLADO; LUCCIO, 2013). Dessa forma, os dados já revisados, foram organizados por temas e padrões, buscando facilitar a etapa seguinte da análise desta pesquisa, que foi a codificação.

Conforme Sampieri, Collado e Luccio (2013), na codificação, o pesquisador considera dois segmentos de conteúdo, analisa-os e compara. Partindo deste pressuposto, buscamos a partir das respostas dos questionários, extrair categorias levando em consideração os significados e conceitos.

3.6 Descrição das categorias

Após a leitura completa do *corpus* de análise (observações e questionários) os dados foram organizados e subdivididos em categorias que facilitaram a organização e classificação do material coletados. A pesquisa foi desenvolvida por várias estratégias buscando possibilitar a aprendizagem dos estudantes.

As estratégias utilizadas, levaram em consideração as direções apontadas por Yuen, Yaoyuneyong e Johnson (2011) para a apropriação da RA no contexto da educação. Das cinco direções indicadas pelos autores, quatro foram possíveis de serem incorporadas ao contexto em que a pesquisa se desenvolveu. Dessa forma, trabalhou-se aprendizagem baseada em descoberta, jogos com RA, livros com RA e treinamento de habilidades.

Tendo como base o fenômeno estudado e os referenciais teóricos que serviram de base para a pesquisa e seu desenvolvimento, as categorias foram previamente estabelecidas

conforme o método dedutivo, sendo estas: motivação, interação, mediação e Letramento Científico. Para um melhor entendimento, as elencamos no quadro 5.

Quadro 5 - Categorias e elementos.

Categorias	Elementos	Instrumentos
Motivação	Foram analisadas, as motivações dos estudantes em participar das atividades com RA; estudar os conteúdos antes do desenvolvimento das atividades; estar presente nas aulas; aprender os temas por meio da descoberta.	Observação direta e participante, anotações em diário de campo e questionário.
Interação	Foram analisadas, as interações que ocorreram durante as atividades em grupo e individuais, proporcionadas pelas experiências da aprendizagem baseada em descoberta. Foram observadas ainda, situações de aprendizagem em que, para que um problema simulado fosse interpretado e resolvido, os estudantes trocaram informações, contribuindo para a resolução do problema e tomada de decisão.	Observação direta e participante, anotações em diário de campo e questionário.
Mediação	Nesta categoria, foram analisadas as possibilidades da RA como instrumento de mediação, buscando compreender como a aprendizagem ocorre de forma mediada pela tecnologia de RA. Para isso, foram analisadas quais das quatro possibilidades de RA incorporada ao contexto da pesquisa teve possibilidade de ser integrada aos recursos físicos existentes na escola.	Observação direta e participante, anotações em diário de campo.
Letramento Científico	Foi analisada a capacidade do estudante explicar informações novas ou previamente conhecidas por meio dos aportes das Ciências Naturais; os significados atribuídos as aprendizagens sobre temas que envolvem seres vivos; a compreensão da relação existente entre as espécies animais e a humanidade, levantamento e teste de hipótese, justificativa, previsão, explicação entre outras possibilidades tidas nesta pesquisa como possíveis indicadores de Letramento Científico.	Observação direta e participante, anotações em diário de campo e questionário.

Fonte: O autor (2019) – Dados da pesquisa.

Para a categorização, tratamento e análise dos dados, foi utilizado o Microsoft Excel⁵ e o *software* wordle⁶, que facilitaram o processo de tabulação e representação dos dados

⁵ O Microsoft Office Excel é um editor de planilhas desenvolvido para o sistema operacional Windows (em computadores) e Windows Phone, Android ou o iOS (dispositivos móveis).

⁶ Wordle é um *software* não comercial capaz de gerar nuvens de palavras dando maior destaque as palavras que aparecem mais vezes no texto (<http://www.wordle.net>).

organizados em tabelas e nuvens de palavras. A motivação pelas técnicas se deu pela possibilidade do avanço significativo na análise, uma vez que ambas permitiram melhor evidenciar as categorias a serem analisadas, bem como a triangulação dos dados com os referenciais teóricos que sustentam esta pesquisa, indo além da subjetividade do pesquisador.

3.7 Descrição das atividades

Neste tópico, serão descritos os processos de desenvolvimento das atividades com RA, durante as aulas de Ciências na turma em que a pesquisa foi realizada. Para Gibbs (2009), a descrição detalhada contribui para uma compreensão e uma eventual análise do contexto estudado. Assim, passaremos a descrever as etapas da pesquisa.

A sequência de experiências desenvolvidas com RA, buscou contribuir com aprendizagem dos estudantes, levando em consideração a infraestrutura da escola e dos participantes. O recurso de RA utilizado nas aulas de Ciências foi um aplicativo de autoria do pesquisador, desenvolvido levando em consideração as necessidades das aulas e as estratégias didáticas relacionadas ao tema seres vivos.

O aplicativo foi desenvolvido na *Engine* Unity 3D, um motor para desenvolvimento de jogos 2D/3D e diferentes tipos de aplicativos, com suporte para diferentes Interfaces de Programação de Aplicações (APIs) como: *Direct3D*⁷; *OpenGL*⁸; *OpenGL ES*⁹ e *WebGL*¹⁰ (UNITY, 2019). Por ser multi-plataforma, permite o desenvolvimento de aplicações para PCs e consoles, possibilitando a criação de jogos para Windows, Mac OS X, Nitendo Wii U, Xbox *One* dentre outras plataformas (DINIZ, 2018; UNITY, 2019). A *Engine* apresenta alguns modelos de licença comercial, em que o usuário pode adquirir versões completas para desenvolver recursos com fins comerciais. Disponibiliza ainda uma versão gratuita, com algumas limitações quando comparada a versão paga. Todavia, a versão *free* permite ao usuário se utilizar de diversos recursos para fins de aprendizagem, prototipagem ou comercial (DINIZ, 2018).

⁷ API de gráficos tridimensionais para os consoles XBox e XBox 360. É também base para o sistema operacional Windows.

⁸ Ambiente para o desenvolvimento de aplicativos gráficos portáteis, 2D e 3D interativos (OPENGL, 2019).

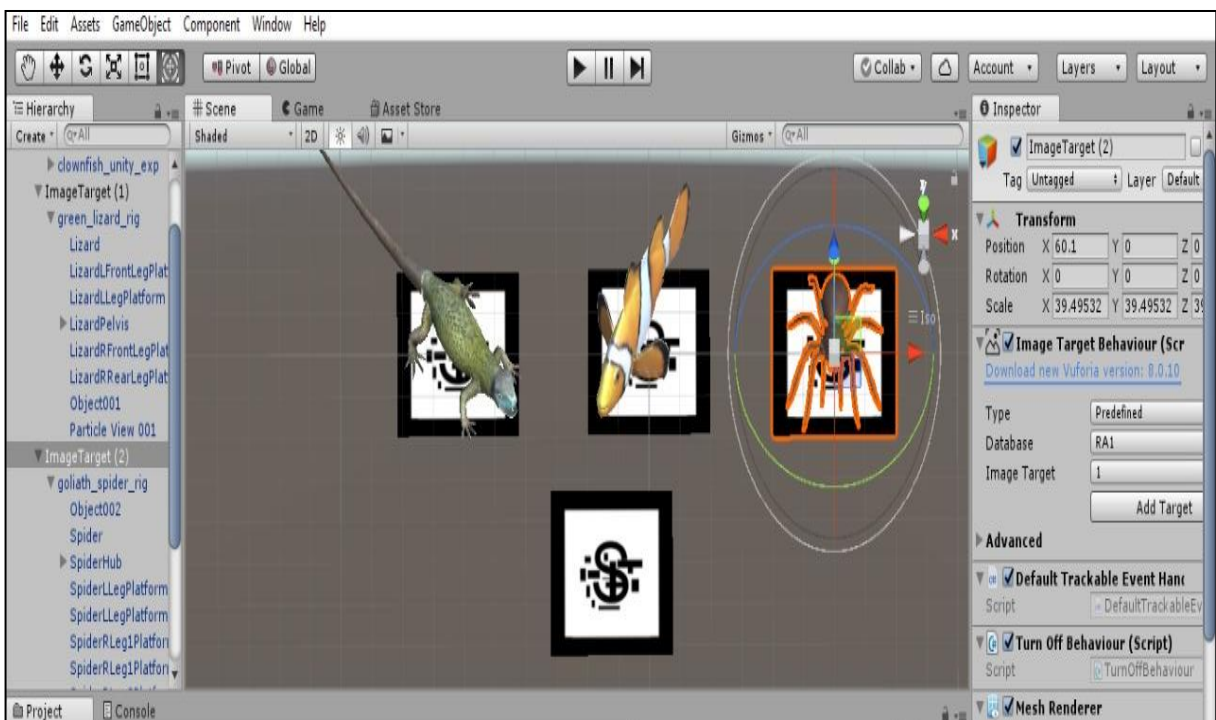
⁹ Trata-se de uma API para renderização de gráficos 2D e 3D avançados em sistemas móveis - incluindo consoles, telefones e outros dispositivos (<https://www.khronos.org/opengles/>).

¹⁰ API em JavaScript, disponível a partir do canvas da HTML5. Oferece suporte para renderização de gráficos 2D e 3D.

Por se tratar de uma aplicação computacional, definida por seus desenvolvedores como um “Ecossistema robusto” (UNITY3D, 2019), permite ainda o desenvolvimento de aplicações em RA. Para a escolha da Unity 3D, considera-se nesta pesquisa, o fato de a *Engine* permitir o desenvolvimento de aplicações por meio de diversas funcionalidades gratuitas, bem como a familiaridade do pesquisador com a plataforma para o desenvolvimento do aplicativo que seria utilizado nas aulas de Ciências.

Assim, a funcionalidade do aplicativo desenvolvido se dá por meio da leitura de marcadores, que ao serem reconhecidos por uma câmera (*webcam*, *smartphone* ou *tablet*) sobrepõe um objeto em 3D no contexto real. Para a leitura do marcador, foi utilizado no processo de desenvolvimento, a biblioteca de RA Vuforia. Trata-se de uma das plataformas mais usadas para desenvolver recursos em RA, tendo suporte para os principais dispositivos móveis (VUFORIA, 2018). Na figura 5, podem ser observados, objetos em 3D inseridos sobre os marcadores na interface da Unity 3D por meio da Vuforia.

Figura 5 - Interface da Unity 3D com o desenvolvimento do aplicativo *AR Game Book*.



Fonte: O autor (2019) – Dados da pesquisa.

Quanto aos objetos em 3D, estes foram adquiridos por meio da licença de uso comercial. Além do baixo custo, a escolha pela compra da licença se deu pelo fato do pesquisador, mesmo tendo habilidade para modelar objetos em 3D, não dispor de tempo necessário para o desenvolvimento dos recursos. Assim, os modelos adquiridos, foram

facilmente integrados a *Engine*, uma vez que esta (Unity 3D), tem a possibilidade de integração de objetos em 3D em compatibilidade com diversos tipos de recursos e utilização das câmeras de smartphones quando integrada a biblioteca Vuforia (ZORZAL; SILVA, 2018).

Dessa forma, as possibilidades oferecidas na versão gratuita da Unity 3D integradas a Vuforia, foram fundamentais para a idealização de um protótipo de aplicativo (Figura 6) que inicialmente foi desenvolvido por este pesquisador, como uma interface pedagógica para permitir aos estudantes a visualização tridimensional e interações bem próximas das reais com diversos seres vivos. Posteriormente, o aplicativo que foi intitulado *AR Game Book* foi modificado e adaptado a um livro em RA desenvolvido junto aos estudantes (Apêndice 4).

Figura 6 - Aplicativo *AR Game Book*.



Fonte: O autor (2019) – Dados da pesquisa.

A proposta do desenvolvimento do livro em RA, cuja temática envolve o Reino Animal, foi apresentada aos estudantes pelo professor. A ideia teve como base teórica alguns estudos (YUEN; YAOYUNEYONG; JOHNSON, 2011; FORTE et al., 2006; CORRÊA et al., 2012; GALVÃO; ZORZAL, 2012; ANDRADE, 2017) que foram significativos para a compreensão e apropriação dos *AR books* em contextos de educação.

O aplicativo foi desenvolvido para contemplar a unidade temática “Vida e Evolução” conforme os objetivos de aprendizagem da área das Ciências da Natureza descritos na BNCC (BRASIL, 2017) para turmas de 7º anos do Ensino Fundamental anos finais. Os objetos de conhecimento que podem ser trabalhados por meio do *AR Game Book* são: Diversidade de ecossistemas; Fenômenos naturais, Impactos ambientais e Programas e indicadores de saúde pública.

As habilidades selecionadas a partir da BNCC (BRASIL, 2017) para serem trabalhadas por meio do aplicativo foram: a) avaliar como os impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema afetam diferentes populações, podendo ameaçar ou provocar a extinção de espécies, alteração de hábitos, migração etc; b) interpretar as condições de saúde da comunidade, cidade ou estado; c) interpretar fenômenos naturais.

Vale destacar que o desenvolvimento do *AR Game Book* teve como base as seguintes competências da área de Ciências da Natureza: analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico; construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis, defendendo ideias e pontos de vista; utilizar diferentes linguagens e TD para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza (BRASIL, 2017).

Assim, com a versão inicial do aplicativo e suas funcionalidades necessárias para as experiências nas aulas de Ciências, as atividades foram programadas para ser desenvolvidas em oito aulas, com duração de 60 minutos cada. Ressalta-se que, oito aulas equivalem a quatro encontros, sendo duas aulas por encontro semanal.

A primeira aula ocorreu por meio de uma experiência investigativa com RA a partir de uma situação problema envolvendo o crescimento e diminuição de populações de animais. A experiência ocorreu em três etapas: observação dos acontecimentos/fenômenos (ambiente em RA dentro da sala de aula); socialização, discussão e interpretação dos fenômenos observados (grupos reunidos em diferentes espaços fora da sala de aula); e apresentação das possíveis hipóteses formuladas a partir das investigações e socialização de saberes. Nesta experiência, foram utilizados smartphones, marcadores impressos, cadernos, internet e o aplicativo AR

Game Book. Foi avaliada a participação dos estudantes na atividade, nas discussões em grupo, tomada de decisão, identificação, explicação e resolução de problema.

A segunda experiência, ocorreu em três momentos, sendo o primeiro em sala de aula, o segundo nas dependências da instituição (pátio, quadra e demais espaços da escola) e o terceiro sendo realizado novamente na sala de aula. Para o desenvolvimento desta atividade, foram utilizados smartphones, marcadores, projetor multimídia, *notbook* e internet. Nesta experiência, foram criadas situações de aprendizagem incentivando a investigação e descoberta com temas relacionados a classificação taxonômica das espécies, habitat, tipo de alimentação, importância econômica, ecológica e medicinal dos animais. Foi avaliado o trabalho em equipe, busca por evidências, levantamento de hipótese e a capacidade de explicações com base nas evidências encontradas.

A terceira experiência foi realizada por meio da RA na perspectiva dos jogos Digitais Assim, para que a atividade fosse desenvolvida, os estudantes tiveram que ler o módulo da escola, além de pesquisar em sites educativos, informações referentes aos seres vivos. Na sala de aula, a experiência ocorreu em duas etapas: a primeira com o *AR game* Tabuleiro Aumentado (SILVA; AMORIM; SILVA, 2019), utilizando *smartphones* e marcadores; e em seguida foram desenvolvidos mapas conceituais. Nesta experiência, buscamos avaliar o conhecimento dos estudantes a respeito do sistema de classificação taxonômica a nível de reino e filo, bem como a importância dos animais e suas possíveis relações com a humanidade.

A quarta experiência ocorreu por meio do desenvolvimento de um livro em RA. O livro cujo tema está relacionado aos seres vivos, foi desenvolvido pelos estudantes, com base em informações de sites e livros. Para o desenvolvimento desta atividade, foram utilizados *notbook*, projetor multimídia, *smartphones*, papel A4, livros, revistas, internet e o aplicativo *AR Game Book*. Nesta experiência, foi avaliada a organização, busca e seleção de informações, compartilhamento e divulgação das informações científicas.

4 RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados e discussões referentes aos dados coletados durante o desenvolvimento do estudo em campo, planejado e desenvolvido por este pesquisador na disciplina de Ciências, em uma escola privada da rede básica ensino. Assim, aprofundamos a discussão focando na RA como possibilidade para a aprendizagem de Ciências, tomando por base os objetivos desta pesquisa.

Nesta etapa, encontram-se os dados analisados e suas possíveis relações com os fatos e pressupostos teóricos apresentados nesta pesquisa. Assim, buscamos a partir da análise, compará-los e confrontá-los com outras pesquisas (YUEN; YAOYUNYONG; JOHNSON, 2011; CHANG; WU; HSU, 2013; DIEGMANN et al., 2015; LOPES et al., 2019), no intuito de responder como a RA no contexto do ensino de Ciências, pode possibilitar a aprendizagem dos estudantes.

Buscamos apresentar uma categoria de análise em cada tópico desta seção. Para um melhor entendimento, as categorias foram analisadas e discutidas conforme a seguinte estruturação: motivação; interação; mediação e Letramento Científico. Neste contexto, conforme a transcrição das respostas dos questionários, bem como das experiências desenvolvidas em cada categoria, os participantes da pesquisa foram identificados de forma aleatória como E₁ (Estudante 1), E₂ (Estudante 2), ..., E₂₈ (Estudante 28). Destacamos que, dos 28 estudantes que participaram da pesquisa, 25 responderam ao questionário.

4.1 Motivação

Nesta primeira categoria serão discutidas as questões 1, 2, 3 e 4 do questionário (apêndice 3), bem como alguns pontos elencados durante as experiências desenvolvidas por meio da RA. A categoria motivação, no contexto da educação, nos chama atenção quando atentamos para o tipo de ensino e aprendizagem que se busca quando analisados os documentos que regem a educação básica no país (BRASIL, 2017). Tal categoria é vista como um processo fundamental na aprendizagem dos estudantes (AVELAR, 2015) dentro ou fora da escola.

Entretanto, faz-se necessário que o estudante esteja inserido em um processo de ensino e aprendizagem que possibilite esta motivação. E no contexto do ensino de Ciências, a motivação pode despertar o interesse dos estudantes pelo estudo (SANTOS, 2007). Neste

caso, a incorporação das TD nas práticas pedagógicas pode alterar a dinâmica das aulas e permitir que a aprendizagem ocorra em diferentes perspectivas.

Dentre as TD, a RA vem sendo apresentada como uma tecnologia promissora pra o contexto da educação, com possibilidades para despertar o interesse e a motivação pelos estudos por parte dos estudantes. Mesmo sendo considerada uma tecnologia emergente em salas de aula, suas diferentes aplicações vêm sendo utilizadas pelos estudantes fora dos espaços formais.

Essa afirmativa é reforçada quando analisadas as questões 1 e 2 do questionário. Conforme a questão 1 (Tabela 1), quando questionados se conheciam a tecnologia de RA antes das atividades desenvolvidas durante as aulas de Ciências, observa-se que 72 % dos estudantes responderam que sim, enquanto que, 28% afirmaram que não conheciam a tecnologia de RA antes das aulas de Ciências.

Tabela 1 – Estudantes que conheciam a RA antes das aulas de Ciências.

<i>Descrição</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Porcentagem</i>
Conheciam a tecnologia de RA	18	72%
Não conheciam a tecnologia de RA	7	28%

Fonte: O autor (2019) Dados da pesquisa.

Os dados provenientes da questão em foco estão em concordância com os apontamentos de Hounsell, Tori e Kirner (2018), que demonstram por meio de seus estudos que a RA vem ganhando espaços em diferentes ambientes e contextos. Assim, a disponibilização de variadas ferramentas para o desenvolvimento de aplicações de RA em diferentes seguimentos bem como sua viabilização para uso por meio dos dispositivos móveis, é entendida nesta pesquisa como fatores que permitiram que a tecnologia fosse conhecida entre o público de estudantes envolvidos na pesquisa.

Entretanto, quando questionados se já haviam participado de alguma aula em outra disciplina, com outro professor ou em outra escola usando RA, todas as respostas foram negativas. Os dados coletados nesta questão, demonstram que mesmo as pesquisas reforçando que a RA vem sendo bastante utilizada em ambientes educacionais por cerca de 20 anos (HOUNSELL; TORI; KIRNER 2018; LOPES et al., 2019), no contexto educacional em que a pesquisa foi desenvolvida, a tecnologia de RA ainda não teve lugar nas práticas pedagógicas dos professores.

A divergência na intersecção dos dados empíricos e teóricos levantada nesta discussão nos abre um olhar à luz da integração da RA no contexto da educação básica. Assim, além das possibilidades elencadas por meio da RA, torna-se relevante a discussão sobre sua inserção nos ambientes educativos para um melhor entendimento das possíveis limitações, dificuldades ou barreiras que ainda precisam ser vencidas para que efetivamente essa tecnologia seja integrada a sala de aula.

Neste caso, voltamos nossos olhares para as pesquisas que nos dão indicativos que essa incorporação da RA nas práticas pedagógicas traz contribuições para a percepção e motivação dos estudantes em diferentes áreas do conhecimento (CHANG; WU; HSU, 2013; DIEGMANN et al., 2015; LOPES et al., 2019). Esses indicativos podem ser percebidos quando analisada a questão 3, em que foi perguntado se por meio das experiências com RA, os estudantes aprenderam sobre os filós dos animais (Tabela 2). Nesta questão, foi deixado um campo para que o estudante justificasse sua resposta.

Tabela 2 - Aprendizagem sobre filo dos animais.

Descrição	Quantidade	Porcentagem
Aprenderam sobre os filós dos animais	21	84%
Não aprenderam sobre os filós dos animais	4	16%

Fonte: dados da pesquisa (2019).

Conforme os indicativos da tabela 2, a maioria dos estudantes afirmaram ter aprendido sobre o filo dos animais, sendo 84% afirmando que aprenderam sobre esse conteúdo durante as aulas de Ciências, enquanto que 16% afirmaram que não conseguiram aprender a temática.

Esses dados trazem significados, tanto para esta pesquisa, quanto para áreas das Ciências Naturais como exemplo, o estudo dos seres vivos. Segundo Oliveira e Paranhos (2017) apesar da grande diversidade existente na fauna do Brasil, nas escolas o ensino sobre o tema ainda é incipiente, o que causa consequências na aprendizagem dos estudantes. Para Santos e Téran (2013) este cenário é tido como preocupante, uma vez que a aprendizagem numa perspectiva de interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade é um dos mais poderosos instrumentos para conservar e preservar a biodiversidade brasileira.

Nessa perspectiva, a apropriação de diferentes instrumentos pedagógicos como as TD, pode auxiliar na compreensão dos conteúdos que envolvem sistema de classificação dos seres vivos e suas relações com a Ciência, Tecnologia e Sociedade. Essa afirmativa é reforçada a

as mudanças ocorrem rapidamente, é fundamental que o professor saiba orientar os estudantes sobre onde buscar as informações, como tratá-las e como utilizá-las (MERCADO, 1998).

Outro ponto que nos chama atenção quando analisada a função da RA neste contexto, é o seu papel enquanto instrumento (VYGOTSKY, 2008), não sendo ela por si só a responsável pela motivação evidenciada no cerne desta análise, mas servindo como um condutor da influência humana sobre o objetivo das experiências. Esse entendimento ganha corpo quando analisadas as respostas de E₇, E₉ e E₂₂:

E₇. “as aulas na realidade aumentada foram diferentes porque eu tinha que ler bem o módulo e pesquisar na internet coisas sobre os animais para ajudar no grupo”.

E₉. “aprendi sobre os filos não só com a realidade aumentada, porque só usei ela na escola nas dinâmicas, mas eu tive que ler o módulo em casa e ler os sites de animais, pesquisar, assistir vídeos falando deles etc.”.

E₂₂. “a realidade aumentada ajuda bastante porque é interessante e não fica só na sala de aula mas se você não pesquisar e ler os assuntos e chegar sem saber de nada para participar da atividade não adianta ter a realidade aumentada”.

Diante do exposto nas respostas, enfatizamos que, mesmo os estudantes reconhecendo que por meio das atividades com RA eles conseguiram aprender, evidenciou-se que a TD não se sobressaiu sobre as práticas pedagógicas. Essas respostas são significativas para o entendimento da apropriação desta tecnologia na sala de aula, uma vez que esta, quando incorporada e atrelada às metodologias e estratégias pedagógicas pode contribuir com a eficácia da aprendizagem (TORI et al., 2018), não sendo protagonista, mas auxiliando o processo pedagógico.

Isto é percebido quando analisadas as respostas da questão 4 do questionário, em que foi perguntado se os estudantes conseguiriam descrever quais foram os filos do Reino Animal que foram trabalhados durante as experiências com RA sendo estes: *Porifera* (esponjas); *Cnidaria* (hidras, medusas, anêmonas-do-mar e corais); *Platyhelminthes* (vermes achatados); *Nematoda* (vermes cilíndricos) *Mollusca* (caramujos, lesmas, caracóis, lulas, polvos etc.); *Annelida* (minhocas, sanguessugas, etc.); *Arthropoda* (gafanhotos, aranhas, caranguejos, centopeias etc.); *Echinodermata* (estrela-do-mar, ouriços-do-mar, pepinos-do-mar, etc) e *Chordata* (sapo, leão, onça, etc.). As respostas estão representadas conforme o ilustrado na tabela 3.

Tabela 3 – Estudantes que conseguiram descrever os filões do Reino Animal na questão 4.

Descrição	Quantidade	Porcentagem
Estudantes que descreveram todos os filões citando seus principais representantes	5	20%
Estudantes que descreveram todos os filões sem citar representantes	2	8%
Estudantes que descreveram mais da metade dos filões citando os principais representantes	13	52%
Estudantes que descreveram mais da metade dos filões sem citar representantes	0	0%
Estudantes que descreveram menos da metade dos filões citando alguns representantes	3	12%
Estudantes que descreveram menos da metade dos filões sem citar representantes	2	8%

Fonte: O autor (2019) – Dados da pesquisa.

Levando em consideração os dados analisados e estruturados na tabela 3, percebemos que as atividades nos momentos presenciais por meio da RA, junto às atividades de leitura e pesquisa, sejam elas em sala de aula ou em casa, foram significativas, contemplando na taxonomia, a identificação e classificação dos seres vivos. Em nosso entendimento, essa análise traz significados para o ensino de Ciências, principalmente no Ensino Fundamental, em que a notória complexidade dos termos científicos próprios dessa área do saber, vem sendo apontados na literatura como fatores que desestimulam a aprendizagem e interesse pela temática (BOCCACINO, 2007).

No contexto desta pesquisa, quando observados os dados analisados nesta categoria e confrontados com os referenciais teóricos, concordamos com Tardif (2014) quando se trata da motivação dos estudantes para aprender. Nesta perspectiva, a motivação é um fator que pode ser considerado para que o estudante supere as dificuldades apontadas no ensino dos seres vivos (reconhecer e classificar) devido à grande variedade de organismos (BOCCACINO, 2007).

Entretanto, faz-se necessário que, de alguma forma, o estudante esteja inserido em um cenário no qual esteja motivado (TARDIF, 2014), indo além do ensino memorizador e livresco, para que além de aprender a reconhecer e classificar os seres vivos, os estudantes compreendam as possíveis relações que se estabelecem entre estes com o ambiente e com a

humanidade. Para complementar este entendimento, buscamos nas falas de E₉, E₂₁ e E₂₇, suas percepções a cerca do que aprenderam sobre os filós durante as experiências com RA.

E₉. “aprendi muito sobre como é importante os seres vivos [...] só percebi quando fui jogar um joguinho que o professor fez. De repente eu estava sabendo muitas coisas”.

E₂₁. “parecia que eu sabia de tudo, quando fui desafiado em um jogo, toda vez que eu via a cartinha do animal eu já sabia o filo e suas característica sem ter copiado aquele monte de nome no caderno”.

E₂₇ “para estudar com realidade aumentada tinha que ler e estudar e como usou o celular pra pesquisar motivou muita gente pra aprender outras coisas dos animais”.

Quando analisadas as falas de E₉ e E₂₇, percebe-se que a aprendizagem dos estudantes foi além da memorização e associação dos nomes científicos. Conforme a explicação de E₉, os conhecimentos foram construídos naturalmente e foram percebidos enquanto o estudante jogava, corroborando com Lopes e Lopes (2017) que o processo de construção do conhecimento pode ser favorecido pelos AR *games*.

Na fala de E₂₇, destacou-se a forma de apropriação do celular como um instrumento que motivou e facilitou a pesquisa dos estudantes sobre os seres vivos. Neste sentido, ganha destaque as possibilidades da aprendizagem ubíqua e aprendizagem móvel, como elementos que potencializaram a aprendizagem que foi favorecida por meio desses artefatos (SANTAELLA, 2013).

Quanto a E₂₁, a motivação em sua fala é evidente, uma vez que para o estudante, foi possível aprender sem ser necessário o quantitativo de informações copiadas em seu caderno. Todavia, diferente de E₉ e E₂₇, em sua percepção o estudante limita sua aprendizagem a memorização e associação dos filós as suas respectivas características, se distanciando com a proposta de aprender Ciências por meio da compreensão e explicação do mundo que o cerca (BRASIL, 2017).

Neste sentido, destaca-se a fala de E₁₂ sobre as experiências com RA para sua aprendizagem:

E₁₂. “a pessoa não tem que aprender do mesmo jeito de todo mundo. Com o celular na internet e atividade de investigação a gente sempre descobria uma coisa nova sobre um animal que pode ser boa para nossa vida como o sapo que é usado em alguns países para combater a dengue”.

A descrição de E₁₂ colabora para a aprendizagem de Ciências numa perspectiva em que o desenvolvimento de práticas de ensino e aprendizagem desenvolvidos por meio de diferentes instrumentos, pode contribuir para a construção de práticas e benefícios para a sociedade e meio-ambiente. Neste cenário, ganha destaque o papel da aprendizagem que ocorre em um contexto ativo e significativo, contribuindo para a explicação do mundo natural por meio das linguagens próprias das ciências (CHASSOT, 1993).

Diante dos elementos e indicativos analisados nesta categoria que foram confrontados com alguns dos referenciais teóricos que serviram como base para o desenvolvimento deste estudo, percebemos que em sua maioria, os dados convergiram com o que vêm apontando as pesquisas científicas, ainda que em contextos e áreas diferentes. Apesar das aproximações, não abrimos mão das divergências e distanciamentos apontados, ainda que estes se apresentem em minoria nesta análise.

Sendo assim, seguimos com a análise dos dados buscando aprofundar nossa visão acerca da RA no contexto do ensino de Ciências, suas possibilidades para a aprendizagem bem como suas dificuldades para a incorporação nas práticas pedagógicas. Dessa forma, passaremos para a análise da segunda categoria interação.

4.2 Interação

Nesta categoria, buscou-se discutir a RA no contexto da educação básica, mais precisamente no ensino de Ciências. Como parâmetros para o enfoque das discussões, foram utilizadas as anotações do diário de campo, uma situação problema envolvendo o aumento e diminuição de populações de seres vivos em um determinado ambiente, e a questão 8 do questionário.

Para a análise desta categoria, os dados extraídos do diário de campo tiveram origem a partir das interações que ocorreram durante as atividades em grupo e individuais, na perspectiva da Discovery-based Learning conforme os pressupostos de Yuen, Yaoyuneyong e Johnson (2011). A proposta partiu do princípio em que, nas situações de aprendizagens, um problema simulado fosse interpretado e resolvido.

4.2.1 Experiência em um ambiente hipotético

No intuito de compreender como as atividades com RA poderiam os contribuir com a aprendizagem, favorecer a resolução do problema e tomada de decisão, buscamos nas

observações das experiências, analisar os pontos que em nosso entendimento foram significativos para esta categoria.

Buscando novos olhares para a compreensão acerca de como a RA pode contribuir com a aprendizagem de Ciências, a primeira atividade foi realizada a partir de uma situação problema planejada com RA. Nesta atividade, buscamos explorar a habilidade e capacidade dos estudantes para interpretar um problema buscando possíveis explicações e soluções. A atividade foi desenvolvida levando em consideração as finalidades do ensino de Ciências conforme a BNCC (BRASIL, 2017), visando garantir aos estudantes, compreender os conceitos e fenômenos e suas possíveis relações com a ciência, tecnologia e sociedade. Para a realização desta atividade, foi utilizado o aplicativo *AR Game Book*, marcadores, smartphones, internet, projetor multimídia, sala de aula e o pátio do colégio.

Assim, foi pedido aos estudantes que formassem 5 grupos, sendo 3 grupos compostos por 6 componentes e 2 grupos com 5. Feito isso, na primeira experiência, o pesquisador por meio da RA, simulou um ambiente com vários seres vivos. O ambiente simulado foi a sala de aula, onde diversos marcadores foram intencionalmente dispostos no chão conforme a figura 8.

Figura 8 - Atividade investigativa com RA.



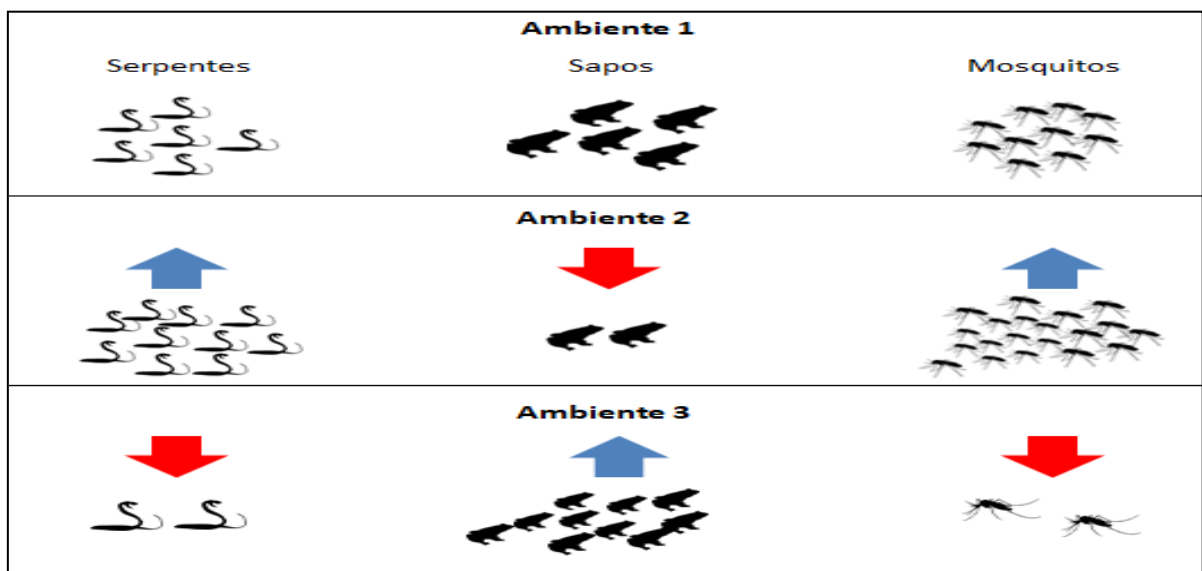
Fonte: autor (2019) – Dados da pesquisa.

Na primeira etapa da experiência, todos os grupos ficaram fora da sala de aula que hipoteticamente se configurava em um ambiente composto por 6 serpentes, 5 sapos e 10 mosquitos. Assim, foi pedido que apenas um representante de cada grupo entrasse por vez na

sala de aula e realizasse observações do respectivo cenário. Após sua observação, o estudante deveria se acomodar nos assentos da sala para que o observador do outro grupo realizasse sua análise.

Não era permitido que os estudantes trocassem informações até que a última etapa fosse analisada. Assim, na segunda situação, com novos observadores, aumentou-se o número de marcadores com serpentes para 10, enquanto foram diminuídos os marcadores de sapos para 2 e em seguida aumentou-se também o número de marcadores de mosquitos para 20. Já na terceira situação, seguindo o mesmo padrão de mudança de observador, diminui-se o número marcadores de serpentes para 2, aumentou-se o número de marcadores de sapos para 10 e reduziu-se o número de marcadores de mosquitos para 2. A figura 9 ilustra o esquema básico do ambiente hipoteticamente simulado nas três situações.

Figura 9 - Esquema básico do ambiente simulado.



Fonte: O autor (2019) – Dados da pesquisa.

Realizada a experiência, cada grupo se reuniu em diferentes espaços físicos da escola para que pudessem discutir entre eles, os fatos observados, afim de que por meio das experiências compartilhadas, fosse trabalhado o levantamento e teste de hipótese, justificativa, explicação e identificação de conceitos e significados. Nesta etapa da pesquisa, o cenário que desenvolvemos, visou contemplar os objetivos e finalidades do ensino de Ciências por meio de práticas investigativas (YUEN; YAOYUNEYONG; JOHNSON, 2011; DENARDIN; MANZANO, 2017). Assim, ganhou corpo nesta investigação, o papel da interação que ocorreu por meio da troca de experiências entre os estudantes durante o desenvolvimento das

atividades para resolver problemas, levantar hipótese e para contemplar a apropriação dos conhecimentos advindos das discussões.

Durante as observações, percebemos que alguns conflitos surgiram para que as ideias fossem sistematizadas. Dentre os dados registrados no diário de campo, destacam-se algumas frases que chamaram a atenção do pesquisador, como exemplo, destaca-se a frase usada por E₄ (2019): “você não sabe contar¹¹?”, questionando outro companheiro de grupo sobre a divergência encontrada no cenário observado por meio da RA.

Outro ponto que mereceu destaque foi a análise feita por E₂₅ (2019) após transcrever cada informação compartilhada entre os membros de sua equipe. O estudante analisou que “alguma coisa estava acontecendo e alterando o tamanho das populações¹²”. Seu pensamento logo foi compartilhado pelo grupo e novos conhecimentos foram surgindo (Figura 10).

Figura 10 - Grupo discutidos os acontecimentos observados na experiência com RA.



Fonte: O autor (2019) – Dados da pesquisa.

Destacamos que, em cada grupo, um participante ficou responsável por escrever as informações passadas pelos participantes que observaram os cenários conforme a figura 13, enquanto que outro participante deveria pegar as informações analisar e apresentar para toda a turma. Vale salientar que ambos não participaram das observações.

¹¹ (informação verbal). Anotação realizada pelo pesquisador durante a observação da atividade.

¹² (informação verbal adaptada da fala de E₂₅). Anotação realizada pelo pesquisador durante a observação da atividade.

No desenvolvimento e análise desta atividade, destaca-se o papel da linguagem e comunicação. No cenário desenvolvido, observa-se que o conhecimento foi sendo construído e favorecido por meio das interações que inicialmente foram possibilitadas pela interatividade dos estudantes com a tecnologia e em seguida foi potencializado pela interação entre os indivíduos com o meio (VYGOTSKY, 2008). Esta constatação pode ser reforçada quando analisada a última etapa da atividade. Para concluir a experiência, os estudantes voltaram à sala de aula, para dar possíveis explicações sobre os fenômenos observados (Figura11).

Figura 11 -Apresentação dos fenômenos observados.



Fonte: O autor (2019) – Dados da pesquisa.

Na análise desta etapa, algumas explicações nos chamaram atenção para o entendimento das estratégias utilizadas para a compreensão dos cenários observados. Na fala de E₁₂ (2019) por exemplo, ficou evidente como as informações foram sistematizadas. Conforme a estudante, após perceber que as informações compartilhadas pelos companheiros de grupo não convergiram, imediatamente buscou formular duas hipóteses: a) “ou o professor mudou os marcadores¹³”; b) “ou o aplicativo não lê da mesma forma os marcadores¹⁴”. Outro ponto que merece destaque na fala de E₁₂ (2019), foi o fato do grupo em unanimidade escolher a primeira hipótese, defendendo que o professor mudou os marcadores para exemplificar uma cadeia alimentar.

¹³ (informação verbal). Anotação realizada pelo pesquisador durante a observação da atividade.

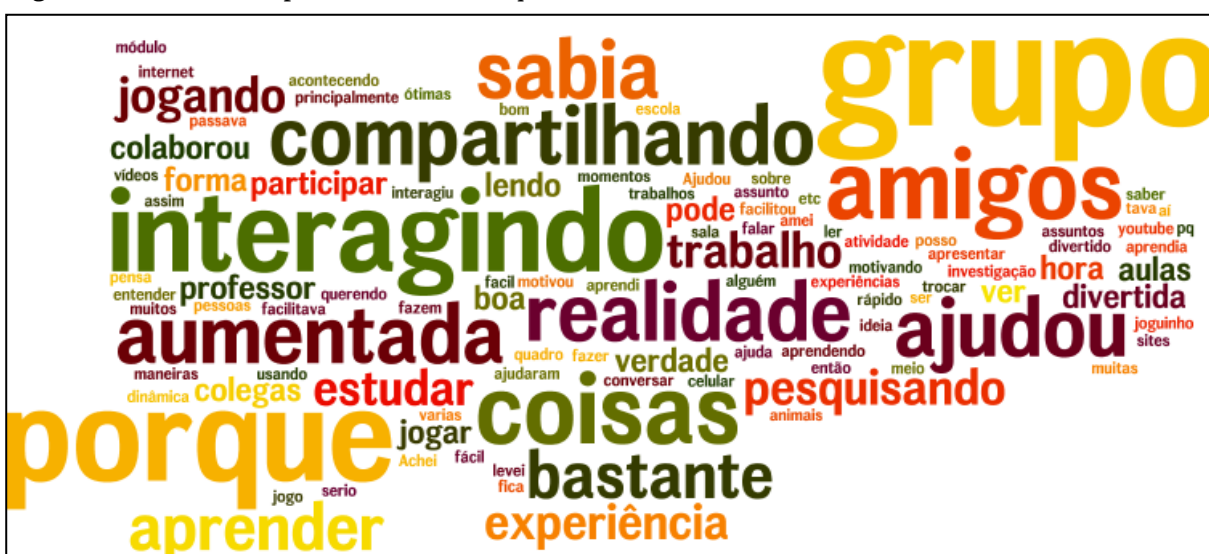
¹⁴ (informação verbal). Anotação realizada pelo pesquisador durante a observação da atividade.

Quando questionados oralmente pelo pesquisador sobre possíveis fatores que poderiam alterar a dinâmica das populações de animais no cenário observado, as respostas obtidas pelos grupos foram: perda de habitat pelo desmatamento; poluição; extinção; caça e introdução de espécies exóticas em determinados ecossistema. Os fatores citados durante as apresentações dos grupos estão em concordância com os indicativos de pesquisadores como Oliveira (2004) e Roos (2012). Quando questionados como chegaram a essas conclusões, todos os grupos citaram a internet. Destaca-se ainda que, durante as apresentações, foi possível perceber que temáticas como controle biológico e relações ecológicas ganharam força no discurso dos estudantes.

Salienta-se que, nesta etapa, as interações que antes ocorreram entre os estudantes e desses com o meio, agora tem a presença do professor sendo este o pesquisador, que passou a questionar as explicações dos estudantes sobre os fenômenos observados. Neste contexto, o papel do professor é propiciar um ambiente favorável à descoberta, incentivando a investigação científica, instigando os estudantes a levantar suposições e construir conceitos sobre os fenômenos observados (VIECHENESKI; LORENZETTI; CARLETTTO, 2012).

Esse entendimento é reforçado quando analisada a questão 8 do questionário, em que foi perguntado aos estudantes como a experiência das aulas com RA colaborou para a aprendizagem. Conforme as respostas, evidenciou-se que, na percepção dos estudantes, eles conseguiram aprender trabalhando em grupo e interagindo com outros estudantes conforme a representação na nuvem de palavras (Figura 12).

Figura - 12- Nuvem de palavra referente a questão 8.



Fonte: O autor (2019) – Dados da pesquisa.

Conforme representado na figura 15, os termos “grupo”, “interagindo”, “amigos”, e “compartilhando”, constata-se nesta análise que, os estudantes compreenderam que as ações recíprocas ocorridas entre eles contribuíram de alguma forma para o aprendizado. Somando-se a isto, a presença do termo “aprender” reforça esta análise e corrobora com o pensamento vygotskiano, que o desenvolvimento cognitivo do estudante se dá por meio das interações sociais.

Esta análise busca amparo nas ideias de Martins (1997), reforçadas pela abordagem vygotskiana, em que as interações que se estabelecem entre os membros mais experientes com os menos experientes de uma determinada cultura, podem ser um elemento fundamental para a tomada de decisão e resolução de problemas. Neste caso, consideramos as experiências vivenciadas nos trabalhos em grupo como pontos significativos, para que as questões trabalhadas no coletivo fossem posteriormente resolvidas de forma independente por cada membro.

Confrontada esta análise com algumas respostas obtidas na questão 8, parece-nos pertinente afirmar que as interações estabelecidas entre os estudantes no contexto das estratégias desenvolvidas com RA, foram internalizadas pelos mesmos contribuindo com sua aprendizagem e conseqüentemente com seu desenvolvimento. Vejamos as respostas de E₃, E₈, E₁₀ e E₂₁.

E₃. “as atividades de realidade aumentada foram ótimas porque em muitos momentos eu sabia de muitas coisas que meu grupo não sabia e quando eu não sabia eu aprendia só interagindo rápido com alguém”.

E₈. “a experiência foi muito boa pra aprender porque quando é só no quadro você não pode conversar para trocar ideia”.

E₁₀. “as aulas com realidade aumentada me ajudaram a fazer trabalhos em grupo com meus colegas de sala aí era fácil quando eu estava só e meus amigos também”.

E₂₁. ajudou bastante porque eu levei muito a sério as coisas então era como se eu tivesse fora da escola aprendendo com aquelas pessoas que fazem a investigação.

Neste contexto, percebe-se que a aprendizagem ocorre dentro da ZDP (VYGOTSKY, 2008), sendo possível identificar nas respostas de E₃ e E₁₀ as relações que se estabelecem entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial.

Para E₈, o diálogo proporcionado nas experiências desenvolvidas com RA foi mais significativo. Em sua resposta, fica evidente que a “troca de ideias” contribuiu para sua aprendizagem. Neste caso, retomamos a experiência desenvolvida e analisada nesta categoria que se tratava de uma situação problema de alteração nos tamanhos das populações. Dessa forma, dentre outras possibilidades, destaca-se o fato do estudante ser estimulado a operar com ideias.

E se tratando de um modelo de aprendizado que vai além dos quadros e livros, conforme os pressupostos de um Letramento Científico, faz-se necessário esse estímulo para que o estudante possa operar com ideias. Dessa feita, o mesmo pode atuar analisando os fatos para discuti-los posteriormente com um determinado grupo, para que na troca com o outro, seu desenvolvimento esteja comprometido com diferentes práticas científicas, sociais e com o mundo que o cerca (MARTINS, 1997).

Neste contexto, as interações estabelecidas nos grupos durante as atividades desenvolvidas, se sobrepõem a interatividade entre os estudantes com as TD. Este fato pode ser justificado por uma das principais características da RA, que é a modificação no foco da interação que se estabelece entre o homem e a máquina. Neste contexto, a interação não se dá com um único componente, mas, com o ambiente em que se encontra inserido aquele que interage (CARDOSO et al. 2007).

Essa compreensão pode ser aceita a partir da ênfase dada à resposta de E₂₁, a qual nos chamou atenção o fato do estudante se sentir imerso na atividade, a ponto de imaginar-se em uma experiência que estava ocorrendo fora da escola de forma real. No tocante a resposta de E₂₁, evidenciou-se que, foi possível por meio da RA, produzir imersão sem uso de equipamentos e *softwares* complexos (TORI et al., 2018) uma vez que, a experiência do estudante se deu por meio visualizadores de apontamento direto baseados em “*handheld*”¹⁵ no próprio ambiente real.

Diante deste contexto, o papel da RA foi contribuir com a reprodução de situações, que no entendimento dos estudantes foram bem próximas das reais pela sua capacidade de promover as interações em tempo real (AZUMA et al., 2001). Dentre as interações,

¹⁵ Dispositivos portados em mãos, como celulares e tablets (HOUNSELL; TORI; KIRNER, 2018)

observam-se: a) estudante-artefato; b) estudante-ambiente; c) estudante-estudante; e d) estudante-professor.

E no contexto destas interações, reforçamos nosso entendimento que, ao longo deste estudo, estas ocorreram dentro da ZDP. Para isso, voltamos nossa análise para as respostas de E3: [...] “quando eu não sabia eu aprendia só interagindo rápido com alguém”; e E₂₁. [...] me ajudaram a fazer trabalho em grupo [...] aí era fácil quando eu estava só”. Nesses exemplos destacam-se duas situações: a) o estudante tinha domínio de algum conteúdo envolvendo os seres vivos, mas para ter conhecimento a respeito do tema específico tratado em algum momento da atividade, necessitou da mediação de outro estudante; b) o estudante aprendeu as temáticas em grupo e isso facilitou seu conhecimento para a resolução de problema quando estava só.

Diante deste contexto, continuamos nossa discussão aprofundando a análise acerca das possibilidades da RA para o contexto da educação. Todavia, como a mediação ganhou destaque neste momento da análise, passaremos a analisá-la a parte, uma vez que a mesma se trata da terceira categoria.

4.3 Mediação

Nesta categoria, passamos a discutir os resultados da experiência desenvolvida na perspectiva dos *AR games*. Foram analisadas também, as questões 8 e 9 do questionário, que serviram para reforçar e contribuir com as observações realizadas durante a atividade.

Nesta categoria, foram analisadas as possibilidades da RA como instrumento de mediação, buscando compreender se no contexto em que a pesquisa foi desenvolvida, a aprendizagem poderia ocorrer de forma mediada por meio desta TD. Foram analisadas as possibilidades da RA incorporada ao contexto da pesquisa, que em nossa análise baseada nas observações e respostas do questionário, ganhou destaque à experiência por meio dos *AR games*.

4.3.1 Experiência mediada com AR game

Para o desenvolvimento da experiência, foi utilizado o jogo Tabuleiro Aumentado (SILVA; AMORIM; SILVA, 2019). De autoria deste pesquisador, o *AR game* (Figura 13), ainda em modo protótipo tem como finalidade contribuir com a aprendizagem dos estudantes de forma lúdica e motivadora por meio do desafio.

Figura 13 - Jogo Tabuleiro Aumentado.



Fonte: Arquivo pessoal (2019)

O AR *game* é baseado em pontos de marcadores, assim, sua mecânica se dá da seguinte forma: inserção de *cards* no tabuleiro. A ideia é que, ao ver a projeção em 3D do organismo inserido via *card* pelo primeiro jogador, o segundo jogador deverá inserir o *card* de combinação do filo do animal visto no tabuleiro. Neste momento o jogador que colocar a carta de combinação, poderá pontuar desde que a combinação animal-filo esteja correta. Caso a combinação seja entre o animal e um filo diferente, a pontuação passará para o outro jogador.

Uma das vantagens de se apropriar da RA no contexto jogo desta experiência, foi à possibilidade de combinar as características dos jogos que não usam o meio eletrônico, (jogos clássicos de cartas e tabuleiro), com a multimídia, gráficos e outros elementos dos jogos eletrônicos (FERNANDES et al., 2015), levando em consideração que estes (os jogos) podem se constituir em espaços de aprendizagens (ALVES, 2015). Dessa forma, para que a atividade fosse desenvolvida, os estudantes tiveram que ler o módulo da escola, além de pesquisar em sites educativos informações referentes aos seres vivos. O jogo teve como objetivo, avaliar o conhecimento dos estudantes a respeito do sistema de classificação taxonômica.

Assim, em cada rodada o participante de um grupo desafiava o participante de outro. Para isso, o jogo ocorreu por meio de sobreposição de cartas (Figura 14).

Figura 14 - Estudantes jogando com RA.



Fonte: O autor (2019) – Dados da pesquisa.

Mesmo o jogo trazendo em sua proposta os elementos competitivos, foi possível perceber a socialização, e a construção de significados para a aprendizagem de forma mediada. Neste contexto, ganha destaque o papel da RA, que somado ao jogo (*AR game*), permitiu que diferentes temáticas fossem abordadas de forma interativa e motivadora por meio da mediação com estes artefatos da cultura digital.

Logo, na ecologia da sala de aula em que foi desenvolvida a experiência, ganha corpo nesta pesquisa o papel mediador do *AR game*. Isso se justifica pelo fato de tanto o jogo (analógico ou digital) quanto a RA atuarem como instrumentos e signos que medeiam os processos de construção do conhecimento, contemplando o desejo e interesse dos estudantes (VYGOTSKY, 1991; ALVES, 2015; MORAIS; SILVA; MENDONÇA, 2017). Esse entendimento é percebido quando analisada a questão 9, em que foi pedido aos estudantes, que colocassem em ordem de importância a experiência com RA que mais colaborou para sua aprendizagem. Os resultados foram transcritos conforme representados na tabela 4.

Tabela 4 - Experiências mais interessantes com RA para os estudantes.

Descrição	Quantidade	Porcentagem
Jogos com RA	16	64%
Outras atividades com RA	9	36%

Fonte: O autor (2019) – Dados da pesquisa.

Os resultados indicaram que, conforme a percepção dos estudantes, dentre as experiências desenvolvidas nas aulas de Ciências, a que mais contribuiu para a aprendizagem foi à forma de apropriação da RA por meio do jogo. Essas respostas confirmam o que já vem indicando muitas pesquisas científicas: que no contexto da cultura digital, as crianças apresentam uma estreita relação com os jogos digitais, sendo estes, um aliado e incremento ao desenvolvimento cognitivo (SANTAELLA, 2012; PIMENTEL, 2017).

Em consonância com o discutido nesta análise, retomamos a questão 8 discutida anteriormente na categoria interação, quando foi perguntado aos estudantes como as experiências com RA colaborou para suas aprendizagens. Neste sentido, destacam-se as seguintes respostas:

E₁. “achei muito bom as experiências porque o trabalho em grupo facilitou pra entender a dinâmica do professor interagindo e jogando com meus amigos”.

E₇. “ajudou bastante, na verdade como você pensa que as coisas são de verdade, você fica querendo aprender pra participar mais de coisas assim principalmente na hora de jogar porque se não saber o assunto não ajuda o grupo na hora do jogo”.

E₁₈ “a experiência colaborou para aprender sobre os animais de forma divertida e eu amei estudar pra jogar o joguinho também”.

Neste ponto da análise, centramos nossas observações no processo de construção que se deu por meio das experiências com RA na perspectiva dos jogos digitais. Conforme observado nas respostas de E₁ e E₁₈, ficou evidente que a TD foi um instrumento significativo para os estudantes compreenderem a dinâmica de aula do professor além de aprender de forma divertida. Neste contexto, percebe-se o papel mediador da RA na interação do estudante com a tecnologia, com os outros estudantes e com o professor.

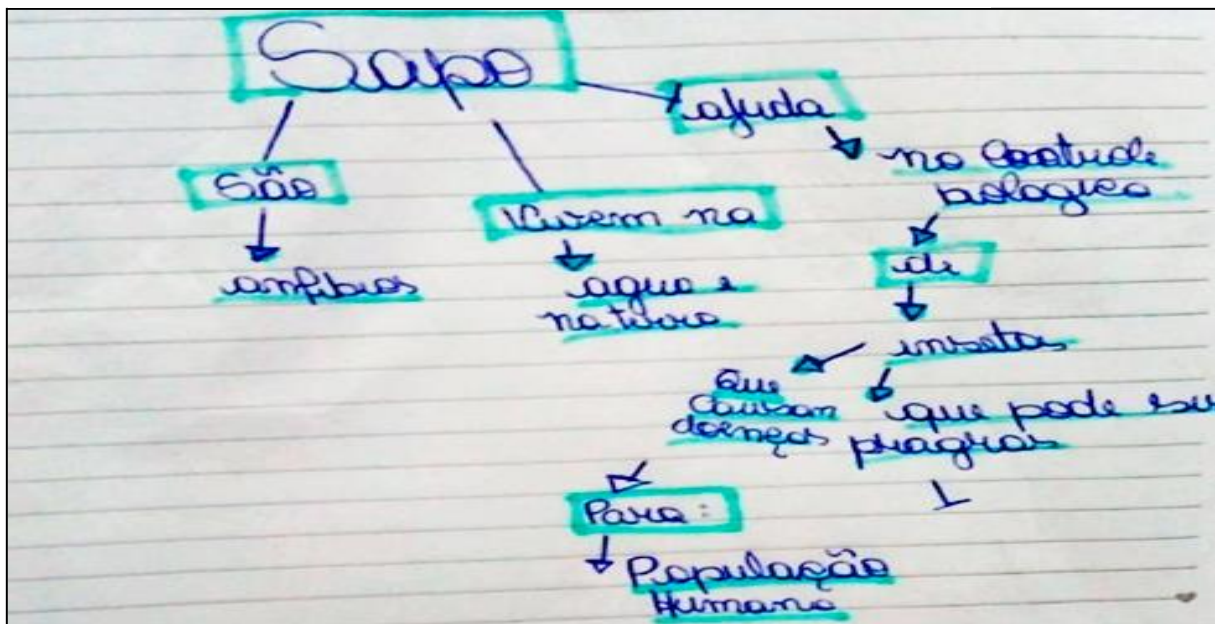
Na resposta de E₇, percebemos a RA como instrumento que além de mediar às interações humanas por meio do jogo digital, motivou a aprendizagem do estudante para aprender sobre as temáticas abordadas possibilitando o trabalho colaborativo. No tocante a isso, é pertinente nesta análise, ainda que desenvolvida em contexto e temáticas diferentes, corroborar com os apontamentos de Yuen; Yaoyuneyong; Johnson (2011) e Lopes (2017) que a RA quando introduzida de forma reflexiva nas aulas, pode incrementar a aprendizagem e favorecer o processo de construção do conhecimento.

Referente ao processo de aprendizagem incrementado por meio da RA como instrumento mediador, avançamos em nossa análise, descrevendo os resultados da atividade avaliativa desenvolvida com os estudantes após a aula com o AR *game*. Ao término da experiência com o jogo Tabuleiro Aumentado, foi solicitado que cada grupo escolhesse um animal, e fizesse um mapa conceitual¹⁶ para representar as características mais relevantes conforme suas percepções.

A escolha dos mapas conceituais para este trabalho, teve como base teórica as considerações e apontamentos de Souza e Boruchovitch (2010). Conforme as autoras, os mapas conceituais cumprem uma importante função quando são utilizados como instrumento avaliativo, possibilitando que a avaliação esteja menos preocupada com os aspectos quantitativos e mais voltada para o feedback dado pelos estudantes.

Para Silva (2015), os mapas conceituais são instrumentos eficientes que além de auxiliar e facilitar a compreensão e interpretação de determinados conceitos, tem potencial para desenvolver nos estudantes sua capacidade de organizar e estruturar o conhecimento. Essa possibilidade é percebida quando analisado o mapa conceitual desenvolvido em grupo conforme a figura 15.

Figura 15 - Mapa conceitual da atividade avaliativa com o AR *game*.



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

¹⁶ Os mapas conceituais podem ser compreendidos como diagramas bidimensionais que mostram de forma hierárquica as relações entre conceitos referentes a uma disciplina ou parte dela (MOREIRA, 1984). Dentre outras possibilidades, os mapas conceituais podem ser usados tanto no ensino quanto na avaliação.

Conforme o mapa conceitual analisado, percebe-se que os estudantes tiveram a capacidade de organizar e estruturar o conhecimento, estabelecendo relações entre os conteúdos ensinados, com o mundo que os cercam. Entretanto, a escolha do animal de certa forma surpreendeu o pesquisador. O fato se justifica pelo organismo selecionado (que neste caso foi o sapo¹⁷), fazer parte dos animais que culturalmente são vistos como perigosos e que causam mal. Pensamento este compartilhado principalmente entre indivíduos dos meios urbanos (BARROS, 2005).

Todavia, percebe-se que, em seu mapa conceitual, os estudantes trouxeram dados referentes à sua classificação taxonômica, uma vez que aparece a classe dos “anfíbios”. Além disso, utilizaram o termo “vivem na água e na terra”, para designar uma das suas principais características que é a vida dupla. Outro ponto que merece destaque nesta análise, faz menção ao termo “ajuda”, utilizado como conector ao termo “controle biológico¹⁸”. Neste caso, percebe-se que, os estudantes compreenderam além dos detalhes referentes aos conteúdos (classificação, características, habitat etc.), a função ecológica desses organismos bem como sua relação com a humanidade. Essa afirmativa é reforçada quando os estudantes reconhecem no sapo seu papel ecológico como controladores de insetos (BARROS, 2005) que conforme os estudantes “podem ser pragas” e “causar doenças” para a população humana.

Esta análise nos permite afirmar que, quando avaliado os mapas conceituais, as estratégias desenvolvidas por meio da RA, no contexto em que a pesquisa foi desenvolvida, possibilitaram a aproximação do conteúdo ensinado em sala de aula, com aquilo que se busca para o ensino de Ciências conforme a BNCC (BRASIL, 2017) na perspectiva de um Letramento Científico.

Justificamos esse entendimento a partir da possibilidade de apreensão do conteúdo por parte dos estudantes, sua compreensão e interpretação das situações locais e dos acontecimentos que ocorrem no mundo como um todo, bem como suas relações com a ciência, tecnologia e sociedade. Assim, essa análise nos permite compreender a RA como um instrumento que além de mediar à aprendizagem dos estudantes, cria possibilidade para o Letramento Científico, sendo esta a próxima categoria a ser analisada.

¹⁷ Animais que compreendem o grupo dos anfíbios anuros.

¹⁸ Fenômeno natural ou técnica usada para controlar uma população de animais por meio de seus inimigos naturais ou introduzidos.

4.4 Letramento Científico

Nesta categoria, foi analisada a capacidade do estudante explicar informações novas ou previamente conhecidas por meio dos aportes das Ciências Naturais. Foram analisados os significados atribuídos às aprendizagens sobre temas que envolvem seres vivos; a compreensão da relação existente entre as espécies animais e a humanidade, levantamento e teste de hipótese, justificativa, previsão, explicação entre outras possibilidades tidas como possíveis indicadores de Letramento Científico (MILLER, 1983; GOMES, 2015; PISA, 2015; BRASIL, 2017).

Para isso, serão apresentados e discutidos os resultados de uma experiência investigativa com RA desenvolvida junto aos estudantes; a produção de um *AR Book*; as questões 5 e 6 do questionário e algumas anotações em diário de campo registradas por meio das observações diretas e participante. Por se tratar de uma categoria que é vista como o objetivo do ensino de Ciência para os anos finais do Ensino Fundamental (BRASIL, 2017), enfatizamos que apesar de ser analisada separadamente, ela é complemento para o que foi discutido nas categorias anteriores desta pesquisa.

4.4.1 Experiência investigativa

Para o desenvolvimento dessa atividade, o pesquisador espalhou marcadores em diferentes espaços físicos da escola. Em seguida, foi solicitado que os estudantes formassem grupos para que se iniciassem as investigações. Para Baptista (2010), o ensino por investigação estimula o questionamento, a busca por evidências e possíveis explicações com bases nas evidências encontradas. Neste contexto, destaca-se o papel da comunicação.

Assim, foram elencados alguns números e deixados em exposição em um slide na sala de aula. Inicialmente, cada grupo deveria escolher apenas um dos números listados. Cada número possuía uma característica específica de algum animal, como classificação, habitat, tipo de alimentação, importância econômica, ecológica e medicinal.

E se tratando da categoria Letramento Científico, em que o que se busca nesta análise são seus indicativos, buscamos nessa experiência ir além da memorização de conceitos e características, inserindo questões de ordens políticas e socioambientais, bem como o uso social da ciência (GOMES, 2015). Nesta experiência, buscamos ainda, trabalhar habilidades de leitura, interpretação e escrita, uma vez que, para fazer uso social da ciência, o estudante

deve possuir as habilidades de leitura e interpretação dos conhecimentos científicos que são difundidos por meio da mídia escrita (SANTOS, 2007).

Após a escolha dos números em sala de aula com as características, os estudantes saíram para o pátio da escola, que hipoteticamente foi configurado pelo pesquisador em vários ecossistemas, levando em consideração o habitat dos animais, sendo que alguns foram inseridos fora de sua área de distribuição natural. Assim, com o aplicativo *AR Game Book* instalado em seus smartphones, os estudantes deveriam encontrar os animais cujas características descritas nos números selecionados fossem pertencentes a eles (Figura 16).

Figura 16 – Atividade investigativa com RA.



Fonte: O autor (2019) – Dados da pesquisa.

Após encontrar e coletar os marcadores com os animais, os grupos deveriam realizar o sistema de classificação taxonômica das espécies, registrando as informações das explorações e buscar novos dados para complementar suas investigações. Vasconcelos, Praia e Almeida (2003, p. 14), explicam que: “as relações que as crianças descobrem a partir das suas próprias explorações são mais passíveis de serem utilizadas e tendem a ser melhor retidas do que os fatos meramente memorizados”. Partindo deste pressuposto, foi dado aos estudantes,

autonomia para selecionar as informações que em seus entendimentos foram relevantes para a atividade.

Em seguida os grupos voltaram para a sala de aula para a apresentação e discussão de suas descobertas. Assim, por esta categoria se tratar de Letramento Científico, durante as apresentações e discussões, foi dada a atenção especial às ações que envolveram o vocabulário científico, leitura crítica do mundo, as relações de causa e consequência, o engajamento dos estudantes no debate, o posicionamento crítico e a tomada de decisão (GOMES, 2015; BRASIL, 2017).

Assim, foi observado se, durante as apresentações, os estudantes fariam uso do conhecimento científico para descrever situações observadas relacionando-as ao seu dia a dia. Diante disso, analisaremos uma discussão entre uma estudante que apresentava um dos seus registros (E₁₂), com E₂, estudante de outro grupo que assistia à exposição.

Citando suas descobertas, E₁₂ (2019) explicou para a turma que: “achei interessante encontrar esse bichinho aqui que é um caracol [...] muita gente chama de caramujo, mas como eu o encontrei em um ecossistema terrestre ele é um caracol”¹⁹. Em seguida a estudante chama atenção pelo fato desses organismos “fazer parte do cotidiano da população”; que ainda os vê como “nojentos”, mas que na verdade, “não causam mal pra ninguém”; e “poderiam ser mais bem aproveitados [...] na alimentação”, citando o caso de alguns países como a França.

Entretanto, para E₂ o caracol encontrado na atividade com RA, se tratava de uma espécie exótica, e discordando de E₁₂, explica que o molusco não deveria ser aproveitado e a solução era que o organismo fosse eliminado no Brasil. Conforme E₂ (2019) “se fosse outro tudo bem [...] mas vi na internet que esse caracol é uma das piores espécies exóticas e invasoras do planeta”²⁰. Percebe-se o aparecimento dos conceitos científicos e suas possíveis relações com a humanidade, em um cenário em que ganha papel a capacidade do estudante para aprender de forma autônoma e ativa. Neste momento, o professor (sendo este o pesquisador), participa da discussão fazendo questionamentos no intuito de fomentar o debate e o desenvolvimento de novos conhecimentos.

¹⁹ (informação verbal). Anotação realizada pelo pesquisador durante a observação da atividade.

²⁰ (informação verbal). Anotação realizada pelo pesquisador durante a observação da atividade.

Sobre o papel do professor, Vasconcelos, Praia e Almeida (2003) explicam que, nessa perspectiva, é fundamental que o professor tenha a capacidade de despertar a curiosidade dos estudantes, provocando e desenvolvendo seus pensamentos por meio dos questionamentos durante as atividades. Assim, quando questionados pelo professor, sobre quais fatores justificam a presença ou ausência desse organismo no contexto brasileiro, as respostas foram:

E₁₂. (2019) “eu não tinha olhado por esse lado, [...] como foi dito aqui, trouxeram essa espécie para o nosso país para ser consumida e não deu certo virando uma praga [...] então acho que é um problema [...] só não sei por que não foi resolvido ainda”²¹. Quando analisada a justificativa de E₁₂, comparada com sua fala inicial, percebe-se a mudança de opinião quanto à presença do caracol no contexto brasileiro. Esse fato pode ser compreendido como relevante, quando se trata na iniciação do Letramento Científico levando em consideração as atitudes (MILLER, 1983).

A atitude neste contexto é compreendida a partir de Motta-Roth (2011) como uma das dimensões do Letramento Científico. Este entendimento, leva em consideração alguns pontos, e dentre estes, destacamos a abertura para mudança de opinião com base em novas evidências; as relações de causa/consequência, e a habilidade para a distinção entre teoria e fato (MILLER, 1983). Por outro lado, E₂ ao ser questionado pelo professor, manteve seu posicionamento reforçando que: “ameaçam outras espécies, habitats [...] causam danos em plantações e a saúde humana [...] e além do mais professor, é exótico, então se combater ele aqui no Brasil ele vai continuar existindo lá na África”²² explicou E₂ (2019). Dessa forma, percebe-se que, por meio do engajamento dos estudantes no debate, as discussões foram além das características e classificação dos seres vivos.

Essa afirmativa fica evidente quando analisada a interatividade dos estudantes com as TD, para investigar os fatos e compartilhar as descobertas com base nos critérios científicos. Destaca-se ainda, as interações estabelecidas que proporcionaram um ambiente favorável para o desenvolvimento de competências e atitudes, como o observado no caso da discussão acerca da introdução de uma espécie no Brasil, levando em consideração seus benefícios e eventuais riscos acarretados para contexto brasileiro.

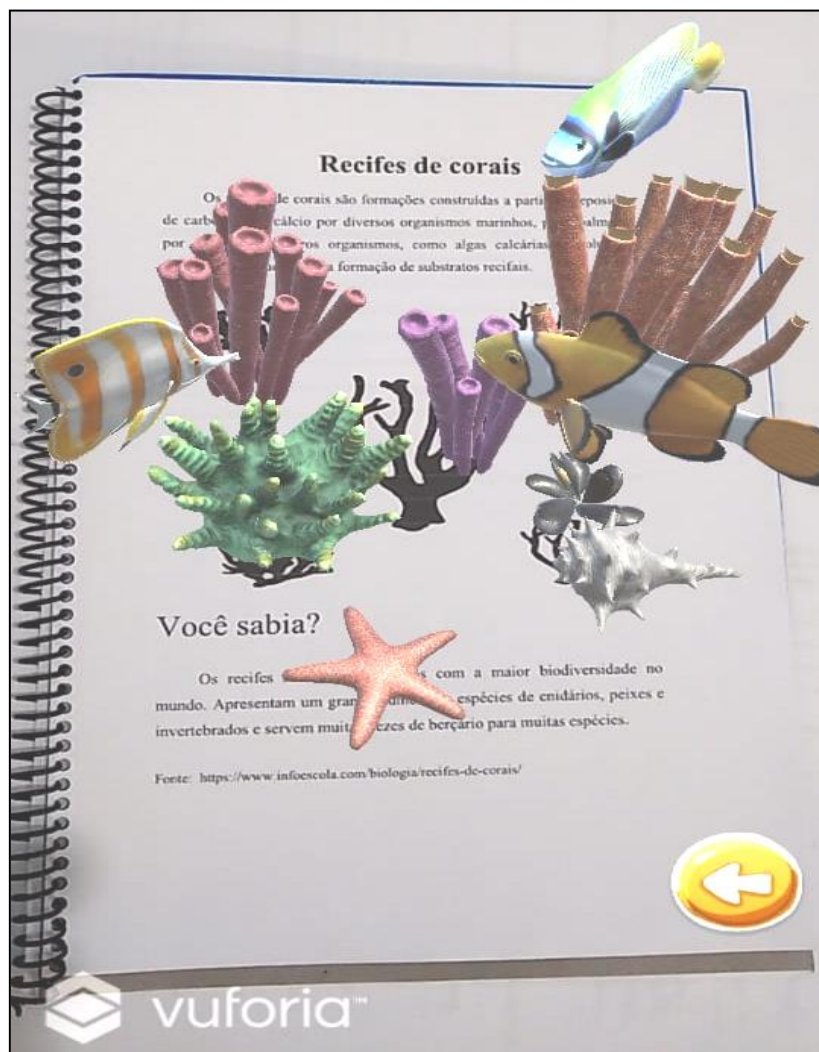
²¹ (informação verbal). Anotação realizada pelo pesquisador durante a observação da atividade.

²² (informação verbal). Anotação realizada pelo pesquisador durante a observação da atividade.

4.4.2 Produção do AR Book

Esta experiência trata-se do desenvolvimento de um AR *Book* como etapa final da sequência de atividades. A proposta cuja temática envolve o Reino Animal, foi apresentada aos estudantes pelo professor. Mantendo o mesmo grupo da atividade investigativa, foram discutidos em sala os seguintes pontos: quais seres vivos iriam compor o AR *Book*; quais informações seriam relevantes para o livro; forma de designe e outras questões pertinentes a cada organismo selecionado (Figura 17).

Figura 17 - Livro em RA.



Fonte: O autor (2019) – Dados da pesquisa.

Depois de selecionadas, as informações foram avaliadas pelo professor, em seguida corrigidas e inseridas para compor o livro. Para a visualização dos modelos, faz-se necessário o aplicativo AR *Game Book* (Figura 6 / capítulo da metodologia).

Durante o desenvolvimento das atividades, tanto de pesquisa, quanto de seleção das informações, foi possível observar alguns fatores que foram discutidos nas categorias anteriores, sendo estes:

a) motivação: para pesquisar, ler e selecionar conteúdos; participar do desenvolvimento do recurso em RA; aprender usar ferramentas para diagramação e design do *AR Book*; e divulgação do material construído;

b) interação: por meio de grupos durante as atividades presenciais e online via *whatsapp* para a seleção das informações e imagens; com o professor, durante os momentos de análise das informações; com os artefatos para desenvolver e testar os recursos desenvolvidos; e com outros estudantes da escola para a divulgação e avaliação do *AR Book*.

c) mediação: por se constitui um instrumento que foi desenvolvido em parceria entre o professor e os estudantes, e auxiliou no processo de construção do conhecimento, aproximando os conteúdos aprendidos em sala de aula com o contexto no qual estão inseridos.

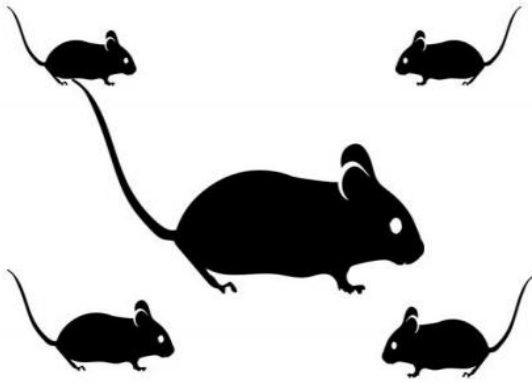
Dessa forma, o que se buscou neste cenário foi o estímulo para o desenvolvimento de um letramento, tanto científico, quanto tecnológico, uma vez que a experiência proporcionou aos estudantes a possibilidade para adquirir competências para a leitura e escrita num sentido mais básico em Ciências Naturais (VITOR; SILVA, 2017), além de proporcionar ao estudante a reflexão e a interação com questões que envolvem ciência, tecnologia e sociedade. Assim, a busca por esse modelo de letramento se iniciou por meio da prática investigativa durante as atividades de pesquisa, passando agora para uma etapa de produção e socialização dos conhecimentos construídos conforme as finalidades do ensino de Ciências na perspectiva de um Letramento Científico (BRASIL, 2017).

Conforme os pressupostos de um Letramento Científico tomando por base a proposta da BNCC (BRASIL, 2017), buscamos por meio de diferentes linguagens e TD, criar possibilidades para a comunicação, produção e disseminação de informações baseadas nos conhecimentos científicos desenvolvido pelos estudantes. Como exemplo, destacamos um dos animais selecionados para compor o livro (Figura 18).

Figura 18 - Informações pesquisadas e compartilhadas no livro pelos estudantes.

Rato

Os ratos são roedores onívoros, com um bom olfato e com uma rápida gestação. Estimasse que existam cerca de 700 espécies em todo o mundo. Se alimentam de tudo aquilo que é comestível, e também devoram caixas, fios de alta tensão, até mesmo madeira, tijolos e alumínio.



Você sabia?

Apesar de sua importância para a sustentação da cadeia alimentar, uma vez que ele serve de alimento não só para os gatos de rua, mas também para corujas e cobras, os ratos podem transmitir pelo menos 55 doenças, direta ou indiretamente.

Fontes: <https://brasilescola.uol.com.br/animais/rato.html>

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Conforme observado, o animal em questão selecionado pelos estudantes trata-se de um rato²³. No texto descritivo, percebe-se que, os estudantes buscaram informações referentes à: a) taxonomia (quando citaram o termo “roedor” fazendo menção ao nível hierárquico na classificação científica); b) ecologia (quando citaram o termo “onívoros” fazendo menção a sua dieta); c) características e desenvolvimento (quando mencionam o seu “olfato” e “tempo de gestação”); d) sua distribuição espacial, fazendo referência ao quantitativo de espécies distribuídas no planeta; e e) suas relações com o eixo ciência-tecnologia-sociedade (citando sua importância na cadeia alimentar e as questões relacionadas à saúde pública) por meio de uma linguagem que facilitasse a leitura do mundo natural (CHASSOT, 1993; 2003).

Dessa forma, a experiência foi fundamental para que os saberes construídos nas experiências anteriores fossem aprimorados e incorporados gradualmente pelos estudantes

²³ Nome genérico dado a animais roedores pertencentes à Família *Muridae*

levando em consideração o conhecimento científico de modo significativo (BRASIL, 2017). Essa apropriação significativa é compreendida a partir da análise da questão 5 do questionário, quando perguntado aos estudantes a importância de se estudar os seres vivos. Neste contexto, destacam-se as respostas de E₆; E₈; E₁₁; E₁₆ e E₂₄:

E₆. se não estudar não aprende, se não aprender não vai conseguir resolver problemas de pragas, de saúde etc;

E₈. aprender mais sobre a importância e ter mais responsabilidade com a terra;

E₁₁. para que eles sempre existam;

E₁₆. para adquirir conhecimento e sempre existir vida;

E₂₄. depende, muitos estudam para ter conhecimento, outros para tratar doenças, outros para produção de alimento como (boi, galinha, peixe).

Observando as respostas, percebe-se a preocupação dos estudantes com o planeta e com a existência da vida. A relevância da análise, nos leva a compreender a discussão como imprescindível para o ensino de Ciências que visa formar indivíduos para a vida (BRASIL, 2017). Neste contexto, ganha destaque os conhecimentos éticos, políticos, culturais e científicos presentes nas respostas dos estudantes.

Diante do que foi coletado, analisado e discutido nesta categoria, centramos nosso entendimento em um contexto em que a Ciência vai além dos métodos científicos, experimentação ou técnica. Assim, nossa análise nos permite compreendê-la enquanto prática social, que pode ser potencializada nas escolas quando se cria condições para que os estudantes sejam ativos no processo de aprendizagem. Assim, ganham destaque as experiências desenvolvidas que oferecem aos estudantes questões desafiadoras, que motivam o interesse para a leitura, não só dos conteúdos, mas do mundo como um todo. Dessa forma, criam-se possibilidades e condições para a construção do conhecimento, reduzindo a distância entre o que foi ensinado em sala de aula com aquilo que faz parte do cotidiano dos estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações aqui apresentadas, visam contribuir com a investigação sobre como ocorre à aprendizagem de Ciências por meio da RA. Conforme os referenciais teóricos, além da aprendizagem, as estratégias devem garantir o desenvolvimento de competências e habilidades aos estudantes. E com base nas competências específicas descritas na BNCC para o ensino de Ciências, o que nos chama a atenção é a presença da tecnologia em seis das oito competências apresentadas no campo das Ciências da Natureza.

Em nosso entendimento, a presença das tecnologias, em específico as digitais no contexto da educação básica conforme a orientação da BNCC, reforça a relevância da inclusão e compreensão das questões relacionadas tanto a Ciência quanto a Tecnologia no contexto da sociedade e escola, uma vez que estas vem se integrando cada vez mais as atividades do cotidiano da humanidade. Nesta pesquisa, destacou-se o aumento na proporção de professores de escolas públicas e particulares, que desenvolvem atividades com os estudantes por meio do celular e internet. Some-se a isto, o aumento na quantidade de dispositivos móveis no país. Esses indicativos, nos levaram a compreensão de que estes artefatos também estão presentes nos ambientes educativos.

Diante do exposto, tecnologias como a RA cuja forma de uso se dá normalmente a partir de dispositivos móveis, vem ganhando espaço em diferentes áreas. Por se tratar de uma tecnologia emergente para a área das Ciências Naturais, buscou-se nesta pesquisa responder a seguinte questão: como a RA, no contexto do ensino de Ciências, possibilita a aprendizagem dos estudantes?

Pretendendo investigar essa possibilidade, além da contextualização partimos para a investigação a partir da pesquisa empírica tendo como hipótese: a RA, quando inserida de forma reflexiva nas aulas de Ciências, pode motivar a aprendizagem, contribuindo com o processo de Letramento Científico dos estudantes. Dessa forma, buscamos investigar como a RA, no contexto do ensino de Ciências, pode possibilitar a aprendizagem dos estudantes nos anos finais do Ensino Fundamental, sendo este, o objetivo geral da pesquisa.

Para que o objetivo fosse atendido, fez-se necessário pesquisar diferentes formas de apropriação e integração dos recursos de RA aos recursos físicos existentes no contexto em que a pesquisa foi desenvolvida. Neste sentido, surgiram algumas dificuldades, como exemplo, a falta de aplicativos e recursos em RA específicos para que as aulas fossem

desenvolvidas conforme o planejamento do professor. Tal dificuldade fez com que o pesquisador mudasse a estratégia inicialmente adotada e desenvolvesse um aplicativo que atendesse o planejamento de suas aulas. Dessa forma, a dificuldade foi superada e foi dado continuidade ao desenvolvimento das atividades.

Conforme os dados coletados, evidencia-se que, tanto a questão norteadora da pesquisa foi respondida, quanto o seu objetivo geral foi atendido por meio da pesquisa qualitativa. O enfoque experiencial contribuiu para que o pesquisador observasse e registrasse os principais processos do desenvolvimento da pesquisa, e como consequência produziu dados fidedignos, que, quando analisados e confrontados com os referenciais teóricos foram capazes de fornecer ao pesquisador, subsídios teóricos e práticos para confirmar a hipótese previamente levantada.

Dessa forma, para compreender como a RA, no contexto do ensino de Ciências, pode possibilitar a aprendizagem dos estudantes, foram estabelecidas quatro categorias a partir dos pressupostos teóricos que serviram de base para a pesquisa. As categorias foram previamente estabelecidas, sendo estas: a) motivação; b) interação; c) mediação; e d) Letramento Científico.

As categorias foram analisadas a partir de experiências desenvolvidas na perspectiva dos *AR Books*; *AR Gaming*; *Discovery-based Learning*; e *Skills Training* em um total de quatro semanas, totalizando oito aulas de Ciências em uma turma de 7º ano do Ensino Fundamental do colégio Rosalvo Félix. Conforme os dados levantados, percebeu-se que, no contexto em que a pesquisa foi desenvolvida, a maioria dos estudantes conheciam a tecnologia de RA, porém nunca haviam participado de uma atividade com RA na escola.

Esse achado nos leva a reflexão a respeito do lento processo de incorporação e apropriação dessa TD nos ambientes de educação formal, uma vez que se trata de uma tecnologia que foi introduzida a cerca de 20 anos no contexto educacional e pode contribuir com educação em diferentes perspectivas e contextos. Os resultados desta pesquisa podem reforçar o entendimento a respeito das possibilidades da RA para educação, e em específico para o ensino de Ciências.

Conforme os indicativos desta pesquisa, a partir da categoria motivação, percebeu-se que os estudantes aprenderam um determinado conteúdo e suas possíveis relações com seu cotidiano a partir de experiências vivenciadas com RA nas aulas de Ciências. Na percepção

dos estudantes, as experiências com RA, além de motivar a leitura, despertaram o interesse para a pesquisa e descoberta.

Quanto a interação, esta foi um impulsionador para a troca de experiências entre os estudantes, que possibilitou trabalhar competências e habilidades por meio de diferentes atividades para resolver problemas, levantar hipótese e para contemplar a apropriação dos conhecimentos advindos das discussões. Neste sentido, ganhou destaque as interações que se estabeleceram entre o estudante com outros estudantes, com o professor, com a tecnologia e com o meio.

Um ponto que merece destaque nesta categoria, é a compreensão por parte dos estudantes que, o trabalho em grupo e as ações recíprocas ocorridas entre eles contribuíram de alguma forma para seu o aprendizado, o que nos permite fazer algumas aproximações com o pensamento vygotskiano, sendo possível compreender a aprendizagem ocorrendo dentro da ZDP (VYGOTSKY, 2008).

Referente a mediação, conforme a percepção dos estudantes, ganhou destaque a RA na perspectiva dos games, reforçando o que indicam muitas pesquisas sobre a relação das crianças e estudantes com os games (SANTAELLA, 2012; PIMENTEL, 2017). Neste contexto, a partir da avaliação da experiência mediada pelo AR *game* que se deu por meio de mapas conceituais, percebeu-se nos estudantes a habilidade para organizar e estruturar o conhecimento, estabelecendo relações entre os conteúdos ensinados, com o mundo que os cercam.

Quanto a categoria Letramento Científico, esta pesquisa traz como indicativos os significados que os estudantes atribuíram às aprendizagens a respeito dos seres vivos; a compreensão da relação existente entre as espécies animais e a humanidade, levantamento e teste de hipótese, justificativa e possíveis explicações para acontecimentos.

A partir da breve descrição dos achados nas categorias analisadas, parece-nos pertinente confirmar nossa hipótese: a RA, quando inserida de forma reflexiva nas aulas de Ciências, pode motivar a aprendizagem, e contribuir com o processo de Letramento Científico dos estudantes. Reforçamos este entendimento a partir da resposta para nossa questão norteadora que, no contexto do ensino de Ciências, a RA pode possibilitar a aprendizagem dos estudantes por meio da motivação, interação e mediação, além de contribuir com o processo de Letramento Científico.

Todavia, os achados nesta pesquisa também nos trazem alguns alertas. Neste sentido, chamamos atenção para o planejamento das práticas pedagógicas, bem como para o papel do professor, para selecionar as experiências que em sala de aula atenda ao currículo escolar e proporcionem a aprendizagem para os estudantes.

Vale salientar que no contexto em que a pesquisa foi desenvolvida, a RA não se sobressaiu sobre as práticas pedagógicas, mas serviu como um instrumento, auxiliando o processo pedagógico. Dessa forma, concluímos que, apesar dos indicativos elencados nessa pesquisa serem animadores e trazer novas possibilidades para o ensino de Ciências, ainda existem muitos caminhos a trilhar e desafios a superar. Apesar do aumento dos dispositivos móveis e aplicações de RA para smartphones, ainda são escassos os recursos para atender temas específicos das áreas das Ciências da Natureza, o que exige do professor novas competências e habilidades para que efetivamente a RA seja incorporada levando em consideração as particularidades da escola em que será integrada.

Quanto a RA, foi possível perceber que pode ser incorporada nas práticas pedagógicas por meio de diferentes estratégias. Tais estratégias podem contribuir com o desenvolvimento de competências e habilidades nos estudantes conforme orienta o documento norteador da educação básica. Entretanto, é necessário que novos estudos sejam desenvolvidos para que novas possibilidades sejam exploradas no campo das estratégias didáticas com RA no ensino de Ciências.

Referente aos resultados desta pesquisa, reforçamos que depois de publicada, será assegurado aos participantes, cópias por meio de material em formato de arquivo portátil (PDF), ou material impresso caso haja necessidade. Sendo assim, espera-se que, as diferentes situações de ensino e aprendizagem que foram criadas nesta pesquisa, possam ampliar as perspectivas de incorporação de TD emergentes para o ensino de Ciências e o desenvolvimento de novas pesquisas. Espera-se ainda que, tais estratégias que possibilitaram explicação, disseminação de informações, a formulação de hipóteses e a produção e compartilhamento de conhecimentos, amplie tanto a visão quanto compreensão de mundo dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, G. G.; SANTOS, R. F. GIANNELLA, T. R. Aprendizagem Baseada em Investigação integrada às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no Ensino de Ciências: uma revisão da literatura. In: **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2017. Disponível em: < <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1140-1.pdf>> Acesso em: 12 jan. 2019.

ALMEIDA, R. R.; DE ARAÚJO, C. A. F. J. O Uso de Dispositivos Móveis no Contexto Educativo: Análise de Teses e Dissertações Nacionais. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, São Cristóvão, v. 6, n.11, p. 25-36, 2014.

ALVES, L. Aprendizagem mediada pelos jogos digitais: delineando design investigativo. In: SOUZA, C. R.; SAMPAIO, R.R. (orgs). **Educação, Tecnologia & Inovação**, Salvador, p. 187-208, 2015.

ANDRADE, V. G. **O desenvolvimento do aplicativo RA.Geo**: contribuições da realidade aumentada para o ensino de geometria espacial. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Jataí, 2017.

AVELAR, A. C. A motivação do aluno no contexto escolar. **Anuário de produções acadêmico-científicas dos discentes da Faculdade Araguaia**, Goiânia, v. 3, p. 71-90, 2015.

AZUMA, R.; BAILLOT, Y.; BEHRINGER, R.; FEINER, S.; JULIER, S.; MACINTYRE, B. Recent advances in augmented reality. **IEEE Computer Graphics and Applications**. 2001 v. 20, n. 6, p. 34-47. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/963459>> Acesso em: 10 jan. 2019

BAPTISTA, M. L. **Concepção e implementação de actividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico**. 2010. Tese (Doutorado em Educação) -Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa. 2010.

BARROS, F. B. Sapos e seres humanos: uma relação de preconceitos? **Núcleo de estudos Integrados Sobre Agricultura Familiar – NEAF**. Programa de Pós-Graduação em Agricultras Amazônicas– MAFDS. Universidade Federal do Pará, 2005.

BOCCACINO, D. Uma proposta para o ensino de taxonomia com enfoque construtivista. **La Salle**, Canoas, v. 12, p. 161-175, 2007.

BOTTENTUIT JUNIOR, J. B. Do Computador ao Tablet: Vantagens Pedagógicas na Utilização de Dispositivos Móveis na Educação. **Revista Educação Online**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1. 2012.

BOTTENTUIT JUNIOR, J. B.; COUTINHO, C. P.; ALEXANDRE, D. S. Desenvolvimento, avaliação e metodologia de utilização para uma webQuest na área de Ciências da Natureza 2006. In CARVALHO, A. A. (org.), **Actas do Encontro sobre WebQuest**. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/6451/1/Joaocb006.pdf>> Acesso em: 06 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio**. Brasília: MEC/CNE, 1998.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. 2017.

BULLA, F.D. **Modelagem matemática na perspectiva da realidade aumentada: possibilidades à formação de professores**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO T. M.; FELÍCIO, A. K. C. A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. **Caderno dos núcleos de Ensino**, São Paulo, v. 47, p. 47-60, 2003.

CARDOSO, A; LAMOUNIER, E; KIRNER, C; KELNER, J. Tecnologias e ferramentas para o desenvolvimento de sistemas de realidade virtual e aumentada. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2007. Disponível em:

<<https://www.gprt.ufpe.br/grvm/wpcontent/uploads/Publication/Books&Chapters/2007/TecnologiasParaODesenvolvimentoDeSistemasdeRealidadeVirtualEAumentada.pdf.pdf>> Acesso em: 22 out. 2018.

CARDOSO, R.G.; PEREIRA, S.T.; CRUZ, J.H.; ALMEIDA, W. R. Uso da realidade aumentada em auxílio à educação. In: COMPUTER ON THE BEACH, 5., 2014. São José. **Anais [...]** São José: UNIVALI, 2014. p.330-339.

CGI.br. **Pesquisa sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas escolas brasileiras**. TIC educação 2017. São Paulo. Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2018.

CHANG, H.Y.; WU, H.K.; HSU, Y.S. Integrating a mobile augmented reality activity to contextualize student learning of a socioscientific issue. **British Journal of Educational Technology**, Oxford , v. 44, n.3, 2013. Disponível em:<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1467-8535.2012.01379.x>> Acesso: Acesso em: 07 jan. 2019.

CHASSOT, A. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí: UNIJUÍ. 1993.

_____. A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 22, p. 89-100, 2003.

CORRÊA, A.G; LIMA, M.; MELO, D.G; SANTOS, I.I. Desenvolvimento de um livro interativo em realidade aumentada para ensino e aprendizagem musical. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 10 n.3, 2012.

COSTA, G. S. **Mobile Learning: explorando potencialidades com o uso do celular no ensino/aprendizagem de língua inglesa como língua estrangeira com alunos da escola pública**. 2013.Tese (Doutorado em Letras) – Centro de Artes e Comunicação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2013.

COSTA, S.R.; DUQUEVIZ, B.C.; PEDROZA, R.L. Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. **Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, v. 19, n. 3, 2015.

COUTINHO, G. L. **A era dos smarthphones**: um estudo exploratório sobre o uso dos smarthphones no Brasil. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Publicidade e Propaganda) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

CUNHA JÚNIOR, L. S.; CABRAL, R. H.; RAIMUNDO, P. H. S.; DE MELLO, R. B. A Realidade Aumentada Aplicada ao Ensino Fundamental: Estudo de caso no Colégio Alpha de Varginha. **Interação-Revista de Ensino, Pesquisa e Extensão**, Varginha, v.17, n.17, p. 146-160, 2016.

CUNHA, R. B. Alfabetização científica ou letramento científico. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 68, p. 169-186, 2017.

DA SILVA, R. L.; BARBOSA, A. R. Ensino de ciências e tecnologias digitais: desafios e potencialidades. **Ciclo Revista**, Goiânia, v. 1, n. 2, p.5-10, 2016.

DENARDIN, L.; MANZANO, R.C. Desenvolvimento, utilização e avaliação da realidade aumentada em aulas de física. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 15 n.2, 2017.

DIAS, D. D. DEUS, M. M. IRELAND, T.D. A contribuição do uso de dispositivos móveis para um currículo voltado a uma educação transformadora na EJA. **Espaço do currículo**, João Pessoa, v.6, n.2, p.280-291,2013.

DÍAZ, V. M.; REQUENA, B. S; GONZÁLEZ, J. M. L. A realidad aumentada en el aula de educación primaria. **Revista Observatório**, Palmas, v. 3, n. 5, p. 634-668, 2017.

DIEGMANN, P.; KRAEPELIN, M.S.; EYNDEN, S.; BASTEN, D. Benefits of augmented reality in educational environments – a systematic literature review. **International Conference on Wirtschaftsinformatik**. Osnabruck, 2015.

Disponível em: <<https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1102&context=wi2015>> Acesso em: 10 jan. 2019

DINIZ, C. H. **Tecnologias de jogos aplicadas à representação tridimensional de processos de erosão costeira em ilhas barreiras**. 2018. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Petróleo) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

FAORO, R.R; VENTURIN, F.; ABREU, M. F. A Utilização da Tecnologia Mobile nos Processos Organizacionais. **Revista de Administração do Unifatea**, Lorena, v. 13, n. 13, p. 6-188, 2016.

FARINACCIO, R. **Tecnologia de realidade aumentada permite a exploração de museus. Tecmundo**. 2017. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/realidade-aumentada/113334-tecnologia-realidade-aumentada-permite-exploracao-museus.htm>> Acesso em: 15 jul. 2019.

FERNANDES, A. M.; CAMARA, B. H.; PASCHOAL, A. R.; DAMASCENO, E. F. Inteligência Artificial aplicada a Jogos de Tabuleiro com Realidade Aumentada. In: 15º Workshop de Realidade Virtual Aumentada, Marília-SP. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267395215_Inteligencia_Artificial_aplicada_a_Jogos_de_Tabuleiro_com_Realidade_Aumentada> Acesso em: 27 out. 2018.

FIALHO, A.S. **Realidade virtual e aumentada: tecnologias para aplicações profissionais**. São Paulo: Erica, 2018.

FLICK, Uwe. **Qualidade na pesquisa qualitativa**. São Paulo: Bookman, 2009.

FONSECA, A. G. Aprendizagem, Mobilidade e Convergência: Mobile Learning com Celulares e Smartphones. **Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Mídia e Cotidiano**, Niterói, v.2, n.2, p.163-181, 2013.

FONTANA, R.; CRUZ, N. **Psicologia e trabalho pedagógico**. São Paulo: Atual, 1997.

FORTE, C.; OLIVEIRA, F.C.; KIRNER, C.; DAINESE, C.A. LIDRA Livro didático com realidade aumentada. Workshop em Informática na Educação (sbie) 2006 XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE - UNB/UCB – 2006. Disponível em: <www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/download/527/513>. Acesso em: 06 abr. 2019.

FORTE, C.; OLIVEIRA, F.C.; SANTIN, R.; KIRNER, C. Implementação de laboratórios virtuais em realidade aumentada para educação à distância. In. 5º WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA, 5., 2008. Bauru. **Anais [...]**. Bauru: UNESP, 2008. p. 20-28.

FOUREZ, G. **Alphabétisation scientifique et technique: essai sur les finalités de l'enseignement des sciences**. Bruxelles: DeBoeck-Wesmael, 1994.

_____. G. Crise no Ensino de Ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.

FREITAS, F. V, NAGEM, R.L, BONTEMPO, G.C. Contribuições e desafios de um modelo análogo ao microscópio óptico baseado em smartphone para o ensino de Ciências. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**. Águas de Lindóia, SP. 2015.

FURTADO, I. O. **A importância da análise da paisagem para o ensino de geografia: os smartphones como uma ferramenta no processo de ensino-aprendizagem**. 2015. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Ciências Humanas. Universidade Federal de Pelotas, 2015.

GALVÃO, M.A.; ZORZAL, E.R. Aplicações móveis com realidade aumentada para potencializar livros. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, 2012.

GARCÍA, C. L.; ORTEGA, C. A. C; ZEDNIK, H. Realidade virtual e aumentada: estratégias de metodologias ativas nas aulas sobre meio ambiente. **Informática na educação: teoria & prática**, Porto Alegre, v.20, n.1, p. 46-59, 2017.

GARCIA, S. C.; LEFFA, V. J. Percepção e uso da informática por um grupo de professores da área de letras. **Revista Contrapontos - Eletrônica**, Itajaí, v. 10, n. 3 - p. 327-337, 2010.

GARZÓN, J. C; MAGRINI, M. L.; COSTA, C.; GALEMBECK, E. Realidade aumentada no ensino de vias metabólicas. **Revista de Ensino de Bioquímica**, São Paulo, v.12, n.2, p. 129-143, 2014.

GERHARDT, T. E.; RAMOS, I. C. A.; RIQUINHO, D. L.; SANTOS, D. L. Estrutura do projeto de pesquisa. In: GERHARDT, T. E; SILVEIRA, D. T. Org. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIBBS, G. **Análise de dados qualitativos**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

GOMES, A. S. L. **Letramento Científico: um indicador para o Brasil**. São Paulo: Instituto Abramundo. 2015

GÓMEZ, A. **Educação na era digital: a escola educativa**. Porto Alegre: Penso, 2015.

GONÇALVES, L. J; VEIT, E. A; Textos, animações e vídeos para o ensino aprendizagem de física térmica no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v.1, n.1, p 33-42, 2006.

GRAZIANO, D.C. Avanços e desafios na tecnologia audiovisual brasileira: caso da IPTV. **VII Encontro Nacional de História da Mídia**. Fortaleza, 2009.

HERPICH, F, GUARESE, R.L.; AMAURY; CASSOLA, A.T; TAROUCO L.M. realidade aumentada no desenvolvimento da habilidade de visualização espacial de estudantes em Física. VII CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - CBIE 2018. Disponível em: <<http://brie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/8256/5933>> Acesso em: 02 jul. 2019.

HOUNSELL, M.S.; TORI, R.; KIRNER, C. Realidade Aumentada. In: TORI, R.; HOUNSELL, M. S. **Introdução a realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: SBC, 2018.

HUIZINGA, J. Homo Ludens: **O jogo como elemento da cultura**. Trad: João Paulo Monteiro. São: Perspectiva, 2014.

INCONTRI, D. Multimídia na educação. **Comunicação & Educação**. São Paulo: Moderna, 1996.

INEP. PISA 2015. Programa Internacional de Avaliação de Estudantes. 2015. Disponível em:<http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa2015_completo_final_baixa.pdf> Acesso em: 09 jun. 2020.

JENKINS, Henry. **Cultura da convergência**. São Paulo: Aleph, 2006.

KENSKI, V. M. Educação e comunicação: interconexões e convergências. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 29, n. 104, p. 647-665, 2008.

KIRNER, C.; KIRNER, T.G. Evolução e Tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. In: RIBEIRO, M.W.S.; ZORZAL, E.R. **Realidade virtual e aumentada: aplicações e tendências**. Uberlândia: SBC, 2011.

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. 2007. Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações. **Sociedade Brasileira de Computação, Porto Alegre, 2007**.

KIRNER, C.; TORI, R. Fundamentos de realidade aumentada. In TORI, R, KIRNER C, SISCOOTTO R. (2006) **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: SBC; 2006.

KIRNER, C.; ZORZAL, E.R. Aplicações educacionais em ambientes colaborativos com realidade aumentada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 1., 2005, Juiz de Fora. **Anais [...]**. Juiz de Fora: UFJF, 2005. p. 114-124.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004.

LEITE, B.S. M-Learning: o uso de dispositivos móveis como ferramenta didática no Ensino de Química. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v.22. n. 3, 2014.

LÉVY, P., **Cibercultura**. Tradução Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1997.

LIMA, M.B.; PEREIRA, L.B.; SILVA, L.A.; MERÍNO, C.G.; STRUCHINER, M. Realidade Aumentada no Ensino de Ciências: uma revisão de literatura. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC, 2017. p. 1-11.

LITTO, F. M.; FORMIGA, M. (Org.). **Educação a distância: o estado da arte**. São Paulo: Pearson/Abed, 2009.

LOPES, L. A.; LOPES, P. T. C. Explorando o Pokémon Go como modelo para o ensino de biologia. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 9, n. 3, p. 517–529, 2017.

LOPES, L. M. D.; VIDOTTO, K. N. S.; POZZEBON, E.; FERENHOF, H. A. Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada: uma revisão sistemática. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 35, n. 197403. 2019.

LORENZETTI, L. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação) - Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte**, v.3, n.1, p. 45-61, 2001.

LÜDKE, M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986. MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais [...]** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2005.

Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/listatrabcompleta.html>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

MARÇAL, E; ANDRADE, R.; RIOS, R. Aprendizagem utilizando dispositivos móveis com sistemas de realidade virtual. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 1-11, 2005.

MARTINHO, T.; POMBO, L. Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais – um estudo de caso. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.8 n.2, p.527 -538, 2009. Disponível em: <http://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART8_Vol8_N2.pdf> Acesso em: 10 nov. 2018.

MARTINS, J. C. Vygotsky e o papel das interações sociais na sala de aula: reconhecer e desvendar o mundo. Série Idéias, São Paulo, n.28, p. 111 - 122, 1997. Disponível em: <http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_28_p111-122_c.pdf>. Acesso em: mar. 2019.

MATTAR NETO, J.; DZIEDZIC, M. ; KRÜGER, Cláudio Marchand . Análise de indicadores ambientais no reservatório do passaúna. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 14, p. 205-214, 2008.

MEIRELLES, F. S. **Pesquisa Anual do uso de ti nas empresas**, FGVcia: Centro e Tecnologia de Informação Aplicada da EAESP. 29ª Pesquisa Anual do Uso de TI, 2018. Disponível em: <<https://eaesp.fgv.br/sites/eaesp.fgv.br/files/pesti2018gvciappt.pdf>> Acesso em: 02 jun. 2019.

_____. F. S. **Pesquisa anual do uso de ti nas empresas**, FGVcia: Centro e Tecnologia de Informação Aplicada da EAESP, 30ª edição, 2019. Disponível em: <https://eaesp.fgv.br/sites/eaesp.fgv.br/files/pesti2019fgvciappt_2019.pdf> Acesso em: 22 fev. 2020.

MELO, R. S.; CARVALHO, M. J. S. Aplicativos educacionais livres para mobile learning. In: ENCONTRO VIRTUAL DE DOCUMENTAÇÃO EM SOFTWARE LIVRE E CONGRESSO INTERNACIONAL DE LINGUAGEM E TECNOLOGIA ONLINE, v.3.n.1, 2014, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte, 2014. P. 1-6.

MERCADO, L. P. Formação docente e novas tecnologias. In: **IV Congresso RIBIE**, Brasília 1998. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/niee/eventos/RIBIE/1998/pdf/com_pos_dem/210M.pdf> Acesso em: 21 dez. 2018.

_____. Metodologias de ensino com tecnologias da informação e comunicação no ensino jurídico. **Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)**, Sorocaba, v. 21, n. 1, p. 263-299, 2016.

MILGRAM, P; TAKEMURA, H.; UTSUMI, A. KISHINO, F. Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. **Telemanipulator and Telepresence Technologies**.1994. Disponível em: <http://etclab.mie.utoronto.ca/publication/1994/Milgram_Takemura_SPIE1994.pdf> Acesso em: set. 2018.

MILLER, J. D. Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review. **Daedalus**, v. 112, n. 2, 1983, pp. 29–48. Disponível em: <JSTOR, www.jstor.org/stable/20024852>. Acesso ago. 2018.

MORAIS, C. G., SILVA, C. R.; MENDONÇA, A. K. Utilização de dispositivo móvel com Realidade Aumentada na Educação Infantil: um estudo de caso com o aplicativo Cubo Kids. In: XXIII WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 23., 2017. Recife. **Anais [...]**. Recife: CBIE, 2017. p. 225 - 234.

MORAN, J. **Mudando a educação com metodologias ativas**. Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. 2015. Disponível em: <<http://rh.unis.edu.br/wp-content/uploads/sites/67/2016/06/Mudando-a-Educacao-com-Metodologias-Ativas.pdf>> Acesso em: 10 nov. 2018.

MOREIRA, M.A. O mapa conceitual como instrumento de avaliação da aprendizagem. Rio Grande do Sul. **Educação & Seleção**, São Paulo, v. 4, n.10, p. 17-34, 1984.

_____. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências**. Porto Alegre, 2016. Disponível em: < <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios5.pdf> > Acesso em: 09 mar 2019.

MORI, K. G. A mediação pedagógica e o uso das tecnologias da informação e da comunicação na escola. In: ENCONTRO DE PESQUISADORES DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO: CURRÍCULO. 2013. Disponível em: <https://www4.pucsp.br/webcurriculo/edicoes_anteriores/encontro-pesquisadores/2013/downloads/anais_encontro_2013/oral/katia_regina_goncalves_mori.pdf> Acesso em: 24 mar. 2019.

MORRISSEY, J. O uso da TIC no ensino e na aprendizagem: questões e desafios. In APARICI, R. **Conectados no ciberespaço**. São Paulo: Paulinas, 2012.

MOTTA-ROTH, D. Letramento científico: sentidos e valores. **Revista Notas de Pesquisa**, Santa Maria, v.1, n.0, p. 12-25, 2011.

MOURA, A. Geração móvel: um ambiente de aprendizagem suportado por tecnologias móveis para a “geração polegar”. In: Dias, A. J. Osório (Org.). Challenges 2009. **Atas da VI Conferência Internacional de TIC na Educação**. Braga: Universidade do Minho. p. 49-77 Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/10056/1/Moura%20%282009%29%20Challenges.pdf>> Acesso em: 06 de nov. 2018.

NAKAMURA, R.; SEMENTILLE, A. C.; SANCHES, S. R. R.; MATSUMURA, K.K.; KAYATT, P.M. Jogos e Entretenimento. In: TORI, R.; HOUNSELL, M. S. **Introdução a realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: Editora, 2018.

NEVES, M. F.; DAMIANI, R. A. Vygotsky e as teorias da aprendizagem. **UNirevista**, São Leopoldo, v. 1, n. 2, p. 1-10, 2006.

NICHELE, A.G. SCHLEMMER, E. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. **CINTED- Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v.12. n. 2, 2014.

NUNES, F.S.; TREVISAN, D.G.; NUNES, E.P.S.; CORRÊA, C.G; SANCHES, S.R.R.; DELAMARO, M.E.; SOUZA, A.C.C. Avaliação. In: TORI, R.; HOUNSELL, M. S. Introdução a realidade virtual e aumentada. Porto Alegre: SBC, 2018.

OLIVEIRA, A. B. **A Realidade aumentada como recurso potencialmente significativo para a aprendizagem sobre o processo de frutificação**. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

OLIVEIRA, M. D. **Introdução de espécies uma das maiores causas de perda de biodiversidade**. Artigo de Divulgação na Mídia, Embrapa Pantanal, Corumbá-MS, n. 75, p.1-3. dez. 2004. Disponível em:
<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/811285/1/ADM075.pdf>> Acesso em: 09 dez. 2019.

OLIVEIRA, N. C. R.; PARANHOS, J.D.N. Ensino de zoologia: percepção de alunos e professores em escola de ensino básico sobre fauna edáfica. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v.12, n.6, p. 279-291, 2017.

OPENGL. OpenGL Headline News. Disponível em: <<https://www.opengl.org/>> Acesso em: 27 de set. 2019.

OSBORNE, J.; HENNESSY, S. Literature review in science education and the role of ict: promise, problems and future directions (report nº6). Bristol: NESTA Futurelab. 2003. Disponível em
<http://www.futurelab.org.uk/download/pdfs/research/lit_reviews/Secondary_School_Review.pdf> Acesso em: 03 de Dez de 2018.

PESSOA-QUEIROZ, R. **Celulares: intrusos ou nova ferramenta de letramento matemático em sala de aula?**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Letramento e Práticas Interdisciplinares nos Anos Finais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

PIMENTEL, F.S.C. **Interação on-line: um desafio da tutoria**. Edufal, 2013.

_____. **Aprendizagem das crianças na cultura digital**. 2. ed. Maceió: Edufal, 2017.

_____. Letramento digital na cultura digital: o que precisamos compreender? **Revista EDaPECI**, São Cristóvão, v.18. n. 1, p. 7-16, 2018.

PINTO, A. V. **O conceito de tecnologia**. Rio de Janeiro, Contraponto, 2005.

PRODANOV, C.C.; FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013.

RANGEL, F.O.; SANTOS, L.S.; CARLOS EDUARDO RIBEIRO, C.E. Ensino de física mediado por tecnologias digitais de informação e comunicação e a literacia científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, n. Especial 1: p. 651-677, set. 2012

REGO, C. T. **Vygotsky: Uma perspectiva histórico-cultural da educação** Petrópolis: Vozes, 1995.

REIS, F. M.; KIRNER, T. G. Percepção de estudantes quanto à usabilidade de um livro interativo com realidade aumentada para a aprendizagem de geometria. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v.10, n.1, 2012.

RODELLO, I. A.; BREGA, R.R. F. Realidade virtual e aumentada em ações de marketing In: RIBEIRO, M.W.S.; ZORZAL, E.R. **Realidade virtual e aumentada: aplicações e tendências**. Uberlândia: SBC, 2011.p. 45-57.

ROOS, A. A biodiversidade e a extinção das espécies. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 7, n. 7, p. 1494-1499, 2012.

ROVADOSKY, D.S.; PAVAN, W.; DALBOSCO, J. CERVI, C.R. Uma ferramenta de realidade aumentada usando dispositivo móvel com sistema operacional android. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, Passo Fundo, v. 4, n. 1, p. 25-37, 2012.

SALES, A.; SIEBRA, B.; DJOHNATHA, C.; FERREIRA, W.; TAVARES, T. A. CineGuide: uma aplicação multimídia com realidade aumentada para informativo de cinema. In: **XI Workshop de Trabalhos de Iniciação Científica (WTIC)**.WebMedia 2014.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5 ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTAELLA, L. Linguagens líquidas na era da mobilidade. São Paulo: **Paulus**, 2007.

_____.Desafios da ubiquidade para a educação. **Revista Ensino Superior Unicamp**, Campinas, v.2, n. 9, p. 19-28, 2013.

_____.O papel do lúdico na aprendizagem. **Revista Teias**, Rio de Janeiro, v.13, n. 30, p. 185-195, 2012.

SANTOS, M. **A utilização de realidade aumentada no desenvolvimento de software educacional: um exemplo em alguns conceitos na Astronomia**. 2016. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) - Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2016.

SANTOS, S.C.; TERÁN, A. F. O planejamento do ensino de zoologia a partir das concepções dos profissionais da educação municipais em Manaus-Amazonas, Brasil, Buenos Aires, **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 8, n. 2, p. 1-12. 2013.
SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12 n. 36, p. 474-492, 2007.

SASSERON, L.H. **Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 2008. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SATO, S. K. A estética publicitária da inovação: smartphones e tablets. **Pensamento & Realidade**, São Paulo, v. 26 n.3, p.61-76, 2011.

SAVI, R. WANGENHEIM, C.G.; ULBRICHT, V.; VANZI, T. Proposta de um modelo de avaliação de jogos educacionais. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 1-12, 2010.

SCHNORR, S.M. RODRIGUES, G.C. ISLAS, C. A. Uso das tecnologias contemporâneas como recurso pedagógico para as aulas de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 12, n.3, p.31- 42, 2017.

SHELTON, B.; HEDLEY, N. Using augmented reality for teaching earth-sun relationships to undergraduate geography students. **Paper presented at the 1st IEEE international augmented reality toolkit workshop**, Darmstadt, Germany, 2002.

SIEMENS, G. Conectivismo: uma teoria da aprendizagem para a era digital. In: APARICI, R. **Conectados no ciberespaço**. São Paulo: Paulinas, 2012.

SILVA, E.C. mapas conceituais: propostas de aprendizagem e avaliação. **Administração: Ensino e Pesquisa**. Rio de Janeiro v.16, n.4 p. 785–815, 2015.

SILVA, M. Sala de aula interativa: a educação presencial e à distância em sintonia com a era digital e com a cidadania. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA COMUNICAÇÃO, 24., 2001. Campo Grande. **Anais [...]**. Campo Grande: UFMS, 2001. p.1-20.

SILVA, M. E.; AMORIM, D.C.; SILVA, W.P. Tabuleiro aumentado: um protótipo em realidade aumentada para o ensino de ciências. In: XIII SEMINÁRIO DE JOGOS ELETRÔNICOS, EDUCAÇÃO E COMUNICAÇÃO. v. 3. n. 1., 2019. Maceió. **Anais [...]**. Maceió: UFAL, 2019. P. 341-349.

SILVA, V.N. RIBEIRO, L.C.F. ASSIS, P.M.L. A utilização de dispositivos móveis: tablets e celulares na educação infantil. **Educação & Linguagem**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 23-33. 2017.

SOUSA, M.C. **O uso da realidade aumentada no ensino de Física**. São Paulo 2015, Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo. 2015.

SOUZA, N. A.; BORUCHOVITCH, E. Mapa conceitual: seu potencial como instrumento avaliativo. **Pro-Posições**, Campinas, v. 21, n.3, p.173-192, 2010.

STAKE, R. E. **Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Porto Alegre: Penso, 2011.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 17. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

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

TORI, R.; HOUNSELL, M.S.; KIRNER, C. Realidade virtual. In. TORI, R.; HOUNSELL, M. S. **Introdução a realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: SBC, 2018.

TORI, R, KIRNER C, SISCOOTTO R. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: SBC; 2006.

TORI, R.; QUEIROZ, A. C.M.; CORRÊA, A.G.D.; NETTO, A.V. Educação. In. TORI, R.; HOUNSELL, M. S. **Introdução a realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: SBC, 2018.

UNITY. **Unity para todos**. Disponível em: <<https://unity.com/pt>> Acesso em: 12 ago 2019.

VALÉRIO, J. R. Um ambiente para o auxílio à aprendizagem de habilidades laparoscópicas usando realidade aumentada e gamificação. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

VASCONCELOS, C; PRAIA, J. F.; ALMEIDA, L. S. Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. **Psicologia Escolar e Educacional**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 11-19, 2003.

VIECHENESKI, J. P.; LORENZETTI, L.; CARLETTO, M. R. Desafios e práticas para o ensino de ciências e **alfabetização científica nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental**. **Revista Atos de Pesquisa em Educação**. Blumenau. v. 7, n. 3, p. 853- 876, 2012.

VITOR, F.C.; SILVA, A.P. Alfabetização e educação científicas: consensos e controvérsias. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 98, n. 249, p. 410-427, 2017.

VUFORIA. **Vuforia Engine developer**. Disponível em: <<https://developer.vuforia.com/>> Acesso em: 12 ago 2019.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

_____. **Pensamento e Linguagem**. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1998.

_____. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

_____. The Instrumental Method in Psychology. 1930. Acesso: 09 jun. 2018. Disponível em: <<https://www.marxists.org/archive/vygotsky/works/1930/instrumental.htm>> Acesso em: 06 jan 2019.

YIN, R.K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016.

YUEN, S.; YAOYUNYONG, G.; JOHNSON, E. Augmented reality: An overview and five directions for ar in education. **Journal of Educational Technology Development and Exchange**, v. 4, n. 1, p. 119–140, 2011.

ZORZAL, E. R.; JORGE, J. A. P.; COSTA, G. G. Desafios e aplicações da realidade aumentada móvel na educação. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 1-10, 2018.

ZORZAL, E.R.; OLIVEIRA, M.R.F.; SILVA, L. F.; CARDOSO, A.; KIRNER, C.; LAMOUNIER JR, EDGARD A. Aplicação de jogos educacionais com realidade aumentada. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 6 n. 1, 2008.

ZORZAL, E.R., SILVA, R.L.S. Software. In: TORI, R., HOUNSELL, M. S., 2018. **Introdução a realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: SBC, 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (T.C.L.E.)

Você, pai/responsável pelo menor, está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa A REALIDADE AUMENTADA COMO POSSIBILIDADE PARA APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS, do pesquisador Marcos Emanuel de Barros Silva. A seguir, as informações do projeto de pesquisa com relação a sua participação neste projeto:

1. O estudo se destina a compreender como a realidade aumentada (tecnologia que permite que recursos virtuais sejam misturados ao contexto real) pode contribuir com a aprendizagem de Ciências; integrar os recursos de realidade aumentada aos recursos físicos existentes nas aulas de Ciências; identificar evidências de aprendizagens por meio de recursos de realidade aumentada durante as aulas de Ciências.
2. A importância deste estudo é a de contribuir para a educação, por meio da análise de tecnologias como a realidade aumentada, investigando como esses recursos no contexto do Ensino de Ciências, promove a aprendizagem dos estudantes.
3. Os resultados que se desejam alcançar são os seguintes: a aprendizagem de Ciências Naturais por meio da descoberta, motivação e envolvimento, na perspectiva de uma alfabetização científica (conjunto de conhecimentos que possibilita ao estudante fazer uma leitura do mundo onde vive e compreender o papel da ciência e da tecnologia) por meio do desenvolvimento de situações de aprendizagem com a tecnologia de realidade aumentada. A contribuição para o desenvolvimento da dissertação de mestrado no Programa de Pós-graduação em Educação – PPGE/UFAL, a contribuição para o desenvolvimento de futuras pesquisas referentes a temática e publicações científicas em periódicos, eventos e livros.
4. A coleta de dados começará agosto de 2019 e terminará em setembro de 2019.
5. O estudo será feito da seguinte maneira: coleta de dados durante as aulas de Ciências: observação participante, (registro de vídeo e diário de campo) e questionário. Os dados coletados serão analisados, transcritos e categorizados sendo representados por meio de gráficos e tabelas.
6. A sua participação será nas seguintes etapas: autorizando a participação do menor sob sua responsabilidade na pesquisa.
7. Os incômodos e possíveis riscos à saúde física e/ou mental do menor sob sua responsabilidade na pesquisa são: quebra de sigilo e informações dos participantes, a exposição nos momentos de registros (foto e vídeo) e constrangimento em responder alguma pergunta do questionário. Entretanto, visando evitar situações de risco/constrangimento, será assegurado ao participante escolher ou não participar da pesquisa, esclarecendo que ele não será prejudicado pela não participação. Caso algum risco ou incômodo seja identificado, os estudantes contarão com o acompanhamento da equipe de profissionais da escola. Assim, os dados coletados nesta pesquisa serão divulgados e discutidos de forma geral na comunidade acadêmica mantendo a identidade dos participantes em sigilo. O sigilo dos dados e das informações dos participantes será assegurado pela codificação dos participantes (A1, A2, A3...).
8. Os benefícios esperados com a participação do menor sob sua responsabilidade no projeto de pesquisa, mesmo que não diretamente são: contribuir com educação a partir da participação no desenvolvimento das atividades com uso da tecnologia de realidade aumentada que serão fundamentais para o entendimento de como ocorre a aprendizagem por meio da apropriação da realidade aumentada no contexto do ensino de Ciências.

9. O menor sob sua responsabilidade poderá contar com a seguinte assistência: acompanhamento do pesquisador durante o desenvolvimento das atividades, que lhe prestará toda a assistência necessária ou acionará pessoal competente para isso, sendo responsável por ela o pesquisador Marcos Emanuel de Barros Silva.

10. Você será informado(a) do resultado final do projeto e sempre que desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo.

11. A qualquer momento, você poderá recusar a continuar participando do estudo e, também, que poderá retirar seu consentimento, sem que isso lhe traga qualquer penalidade ou prejuízo.

12. As informações conseguidas através da participação do menor sob sua responsabilidade na pesquisa não permitirão a identificação da sua pessoa, exceto para a equipe de pesquisa, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto após a sua autorização.

13. O estudo não acarretará nenhuma despesa para você.

14. Você será indenizado(a) por qualquer dano que o menor sob sua responsabilidade venha a sofrer com a sua participação na pesquisa.

15. Você receberá uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado por todos.

Eu, responsável pelo menor que foi convidado a participar da pesquisa, tendo compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a participação no mencionado estudo e estando consciente dos direitos, das responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a participação implicam, concordo em autorizar a participação do menor e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

Endereço da equipe de pesquisa:

Instituição: Universidade Federal de Alagoas

Endereço: Campus A. C. Simões, Cidade Universitária

Cidade/CEP: Maceió, AL - 57082-970

Telefone: (82) 3021-4399

Ponto de referência: Centro de Educação

Contato de urgência: Marcos Emanuel de Barros Silva

Endereço: Conjunto José Rodrigues Calheiros, Nº 12

Complemento: Centro

Cidade/CEP: Messias/AL – 57990-000

Telefone: (82) 99684-6932

ATENÇÃO: O Comitê de Ética da UFAL analisou e aprovou este projeto de pesquisa. Para obter mais informações a respeito deste projeto de pesquisa, informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao:

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas

Prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC), Térreo, Campus A. C. Simões, Cidade Universitária

Telefone: 3214-1041 – Horário de Atendimento: das 8:00 as 12:00hs.

E-mail: comitedeeticaufal@gmail.com

Maceió, de de .

Assinatura ou impressão datiloscópica d(o,a) voluntári(o,a) ou responsável legal e rubricar as demais folhas	Nome e Assinatura do Pesquisador pelo estudo (Rubricar as demais páginas)

APÊNDICE B - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)

Para crianças e adolescentes (maiores que 6 anos e menores de 18 anos)

Você está sendo convidado (a) a participar do projeto de pesquisa **A REALIDADE AUMENTADA COMO POSSIBILIDADE PARA APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS**, do pesquisador Marcos Emanuel de Barros Silva. Seus pais ou responsáveis sabem de tudo o que vai acontecer na pesquisa (riscos e benefícios) e permitiram que você participasse.

Esta pesquisa será realizada para compreender como a Realidade Aumentada (tecnologia que permite que recursos virtuais sejam misturados ao ambiente real) pode contribuir com a aprendizagem de Ciências. Você não é obrigado(a) a participar e poderá desistir sem problema nenhum. Você só participa se quiser.

A pesquisa será feita na escola onde você estuda (Colégio Rosalvo Félix) durante as aulas de Ciências em sua própria turma. Assim, começará agosto de 2019 e terminará em setembro de 2019. E durante a pesquisa, as aulas de Ciências serão observadas pelo pesquisador e registradas por meio de vídeo, anotações, fotografias e questionário.

A sua participação será nas seguintes etapas: participar das aulas de Ciências com recursos de Realidade Aumentada, participar de atividades que serão registradas por meio de (fotografia e vídeo) e responder a um questionário.

Esta pesquisa será realizada para contribuir com educação a partir da sua participação no desenvolvimento das atividades com Realidade Aumentada. Porém, podem acontecer alguns incômodos e possíveis riscos à sua saúde física e/ou mental como: a quebra de sigilo e informações dos participantes, a exposição nos momentos de registros (foto e vídeo) e constrangimento em responder alguma pergunta do questionário. Caso algum risco ou incômodo seja identificado, você poderá contar com a assistência da escola e do pesquisador durante o desenvolvimento das atividades.

As informações conseguidas através da sua participação não permitirão a identificação da sua pessoa, exceto para a equipe de pesquisa. E a divulgação das informações entre os estudiosos do assunto só ocorrerá após sua autorização.

() ACEITO PARTICIPAR DA PESQUISA

() NÃO ACEITO PARTICIPAR DA PESQUISA

Eu, tendo compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implicam, concordo em dele participar e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

Endereço da equipe de pesquisa:

Instituição: Universidade Federal de Alagoas

Endereço: Campus A. C. Simões, Cidade Universitária

Cidade/CEP: Maceió, AL - 57082-970

Telefone: (82) 3021-4399

Ponto de referência: Centro de Educação

Contato de urgência: Marcos Emanuel de Barros Silva

Endereço: Conjunto José Rodrigues Calheiros, Nº 12

Complemento: Centro

Cidade/CEP: Messias/AL – 57990-000

Telefone: (82) 99684-6932

ATENÇÃO: O Comitê de Ética da UFAL analisou e aprovou este projeto de pesquisa. Para obter mais informações a respeito deste projeto de pesquisa, informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao:

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas

Prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC), Térreo, Campus A. C. Simões, Cidade Universitária

Telefone: 3214-1041 – Horário de Atendimento: das 8:00 as 12:00hs.

E-mail: comitedeeticaufal@gmail.com

Maceió, de de .

Assinatura ou impressão datiloscópica d(o,a) voluntári(o,a) ou responsável legal e rubricar as demais folhas	Nome e Assinatura do Pesquisador pelo estudo (Rubricar as demais páginas)

APÊNDICE C - Questionário

Nome:

Série /Ano:

Turma:

1) Você conhecia a tecnologia de Realidade Aumentada antes das experiências nas aulas de Ciências?

Sim () Não ()

2) Você já havia participado de alguma aula com Realidade Aumentada em outra disciplina com outro professor ou em outra escola?

Sim () Não ()

Caso tenha participado, como foi essa aula?

3) Por meio da Realidade Aumentada desenvolvida nas aulas de Ciências, você aprendeu sobre o filo dos animais?

4) Você conseguiria descrever os filos dos animais e seus representantes?

Sim () Não ()

Se sim, descreva abaixo:

5) Qual a importância de se estudar os seres vivos?

6) Qual a importância medicinal, econômica e ecológica dos seguintes animais:

Abelha

Esponjas marinhas:

Sapos, rãs e pererecas

7) A que filo esses animais pertencem?

8) Como a experiência das aulas com Realidade Aumentada colaborou para você aprender sobre os filos.

9) Coloque em ordem de importância a experiência de Realidade Aumentada que mais colaborou para a sua aprendizagem, sendo 1 para a mais importante, 2 para intermediário e 3 para a menos importante.

☐

Jogos com Realidade Aumentada

☐

Exposição com Realidade Aumentada

☐

Livros com Realidade Aumentada

APÊNDICE D – AR Game Book



AR Game Book

Reino Animal



Colégio Rosalvo Félix

Produção técnica
7º ano, Turma “A”

Orientador
Professor Marcos Emanuel

Disciplina
Ciências

Para fazer o download do aplicativo, acesse:

<https://drive.google.com/uc?id=1N74-mQg3QZaxkPviqPlGgeTs83Nsiaf-&export=download>

Ou utilize um leitor de QR-Code



Rio Largo – AL
2019

ORIENTAÇÕES

Para visualizar os animais em realidade aumentada, você precisa fazer o download do aplicativo **AR Quiz Book** por meio do QR-Code ou acessando ao link disponível na página 123. Basta seguir os seguintes passos:

Após instalar o aplicativo, basta clicar no botão



“Câmera AR”. Em seguida,

Para testar seus conhecimentos sobre filós dos animais, basta clicar no botão



OS ANIMAIS

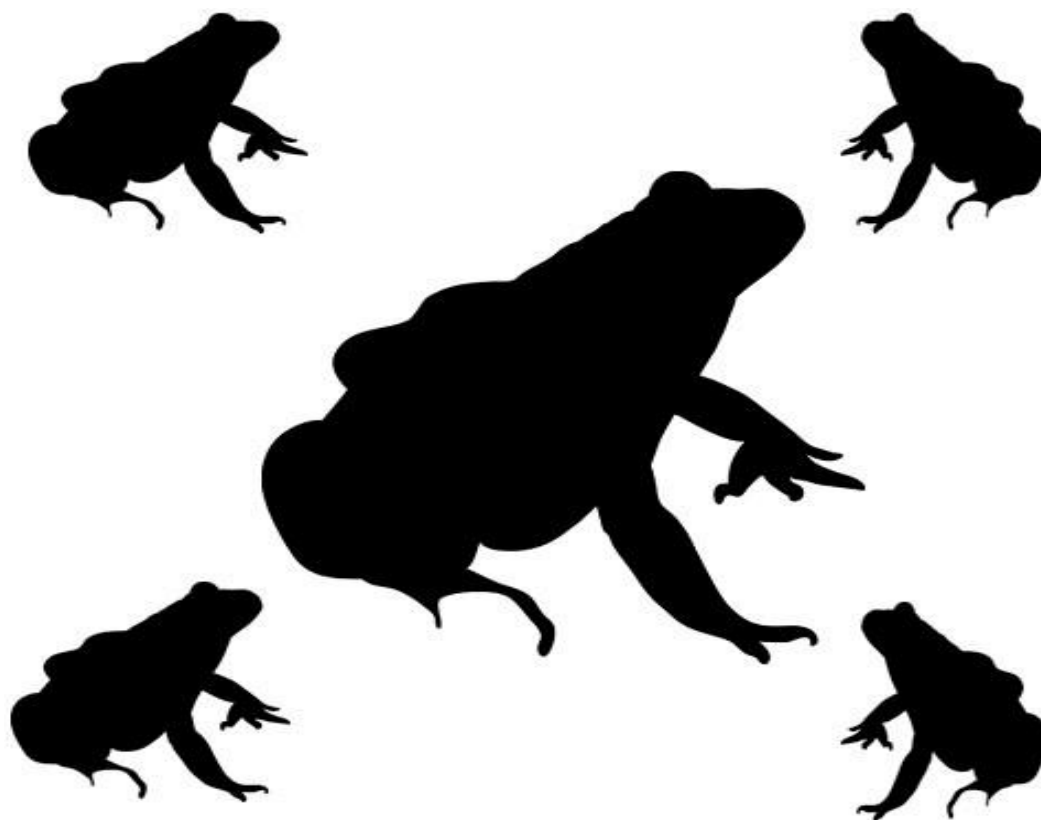
Os animais são definidos como organismos pluricelulares, eucariontes e heterótrofos, ou seja, não são capazes de produzir seu próprio alimento. Conforme suas classificações taxonômicas pertencem ao Reino Animal, sendo divididos em invertebrados (animais sem vértebras) e vertebrados (animais que possuem crânio, vértebras e coluna dorsal).

O Reino Animal é dividido em alguns filos, dentre eles destacam-se os poríferos (esponjas-do-mar); cnidários (águas-vivas, corais, anêmonas-do-mar, hidras e as caravelas); platelmintos (vermes achatados); nematoides (vermes cilíndricos), anelídeos (minhocas e sanguessugas); equinodermos (estrela-do-mar, bolachas-da-praia e ouriço-do-mar); moluscos (ostras, lulas, polvos e caramujos); artrópodes (gafanhotos, aranhas, caranguejos etc.) e cordados (sapos, rãs, pererecas, cobras, lagartos, galinhas, tucanos, galinhas entre outros).

Esses animais desempenham funções importantes para a manutenção e equilíbrio da natureza, sendo importante também para a humanidade. Assim, possuem funções que muitas vezes são desconhecidas pela sociedade. Neste contexto, vamos conhecer alguns animais, suas características e importância ecologia, econômica e suas relações com o homem.

SAPO

Existem cerca de 4.800 espécies de sapos. A maioria vive próxima à água, embora existam sapos que vivam em ambientes úmidos que não são considerados ambientes aquáticos.

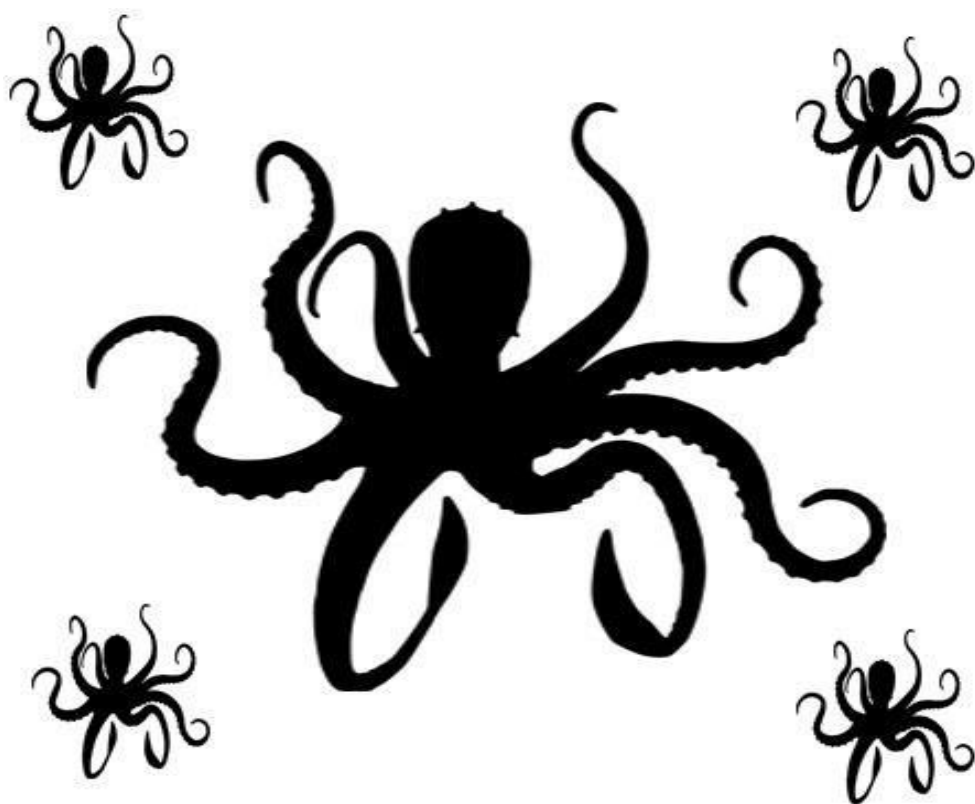


Você sabia?

Como todo animal, eles fazem parte da cadeia alimentar, se nutrindo de insetos e outros invertebrados. Assim, são responsáveis pelo controle de diversas pragas. Em alguns países, os sapos são utilizados no combate ao *Aedes aegypti*.

POLVO

Os polvos são animais que vivem em praticamente qualquer profundidade no mar. Possuem corpo mole, assim como os outros representantes do filo dos moluscos. Em sua estrutura, apresentam oito tentáculos com uma série de ventosas. Estima-se que existam, no mínimo, 100 espécies diferentes de polvos.

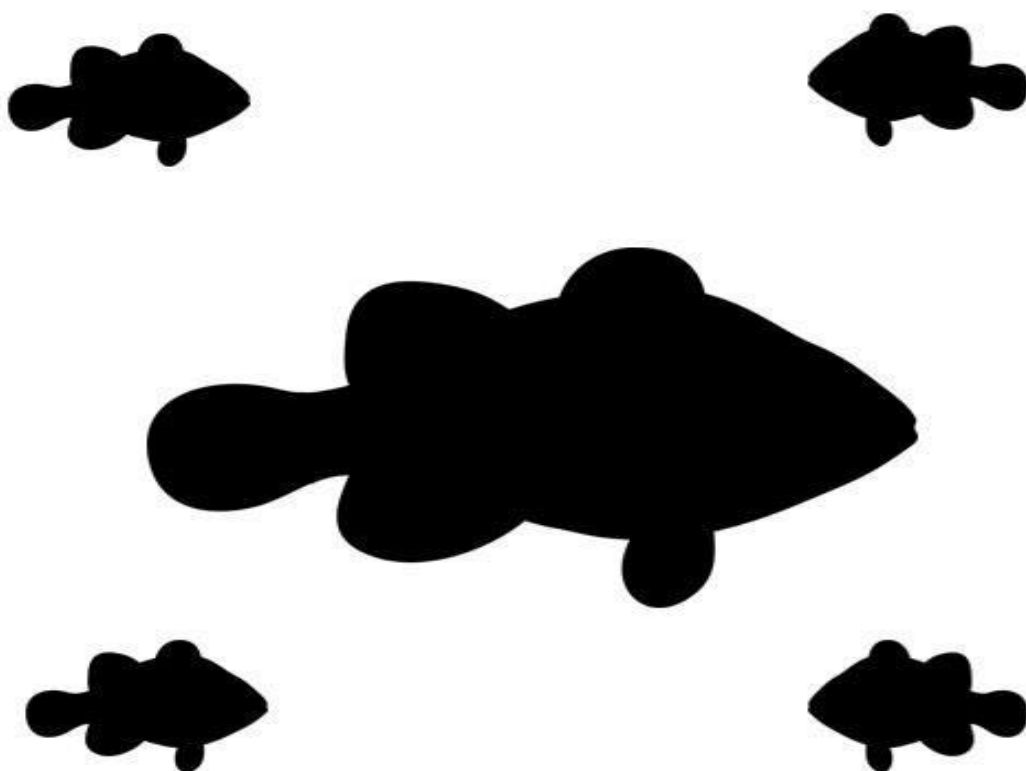


Você sabia?

Os polvos possuem três corações, sangue azul e são venenosos, mas o destaque deste molusco é sua grande inteligência. Isso lhe permite se camuflar no ambiente e, até mesmo, imitar outros animais para evitar predadores.

PEIXE-PALHAÇO

Peixe-palhaço é o nome dado a vários tipos de peixes que vivem nos oceanos tropicais. Eles também são chamados de peixe-anêmona, porque vivem entre anêmonas-do-mar. Seu habitat incomum e as cores chamativas os transformaram em populares peixes de aquário.

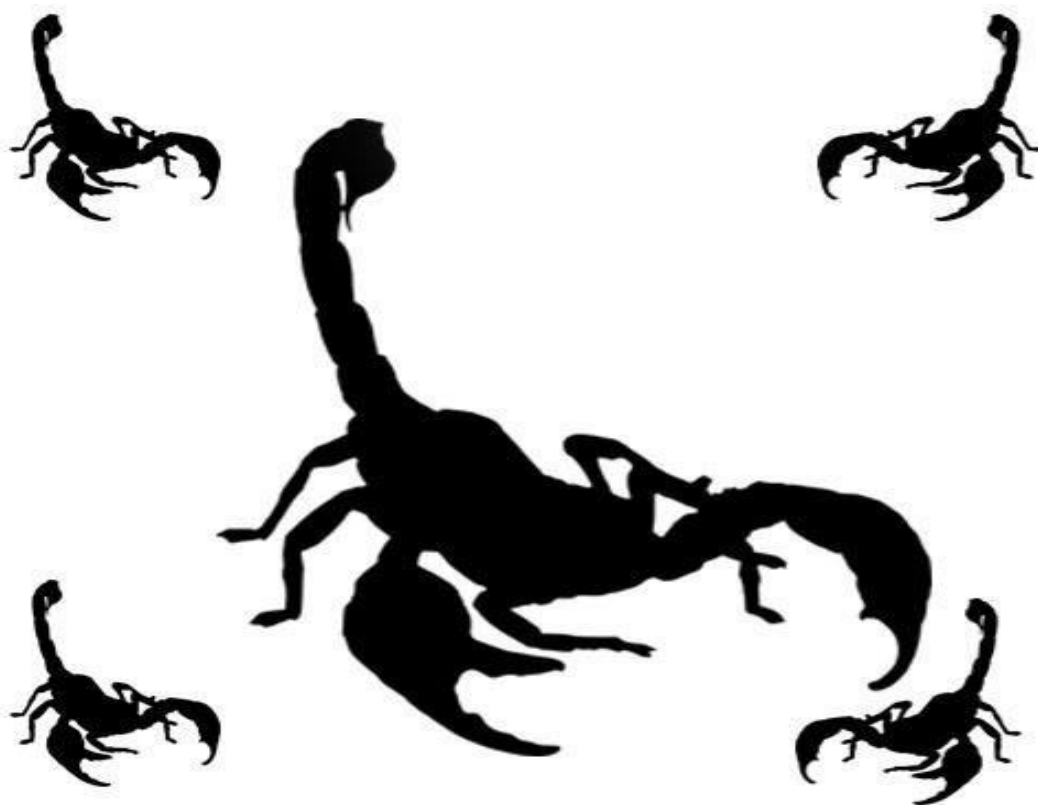


Você sabia?

Todos os peixes-palhaço nascem machos e alguns desenvolvem órgãos reprodutivos femininos quando necessário.

ESCORPIÃO

Os escorpiões fazem parte dos invertebrados terrestres vivos mais antigos do planeta. Seu exoesqueleto permitiu explorar o ambiente terrestre, sendo 2000 espécies espalhadas pelo mundo, menos na Antártida.



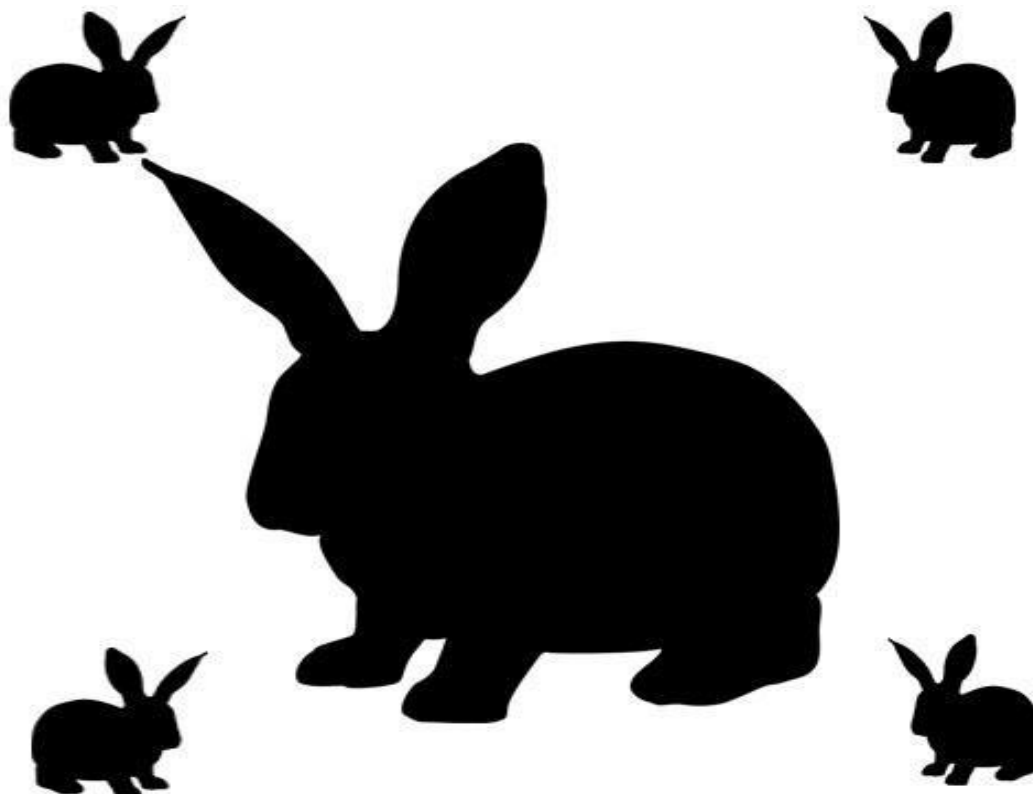
Você sabia?

O escorpião amarelo pode salvar vidas, com o mesmo veneno que mata. Seu veneno vem sendo objeto de estudo de pesquisadores que buscam combater a pressão alta.

Fonte: <http://g1.globo.com/globo-reporter/noticia/2010/06/veneno-de-aranha-e-escorpiao-ajuda-combater-pressao-arterial.html>

COELHO

Os coelhos são mamíferos lagomorfos da família dos leporídeos. Caracterizam-se pela cauda curta, as orelhas e patas compridas. Encontram-se facilmente em muitas regiões do planeta



Você sabia?

Do coelho se obtêm o couro para a fabricação de casacos, bolsas e artesanato. Seu pêlo é utilizado para a fabricação de pincéis e chapéus. O excremento deste mamífero é utilizado como adubo e como complemento da ração de outros animais. O coelho também é utilizado como cobaia para testar a eficácia de remédios e é ainda para ensinar técnicas cirúrgicas.

ESTRELA-DO-MAR

A Estrela-do-mar é um animal em forma de estrela pertencente ao filo dos equinodermos. Existem cerca de 1.600 espécies em todos os oceanos do mundo, dos trópicos até as gélidas águas polares.



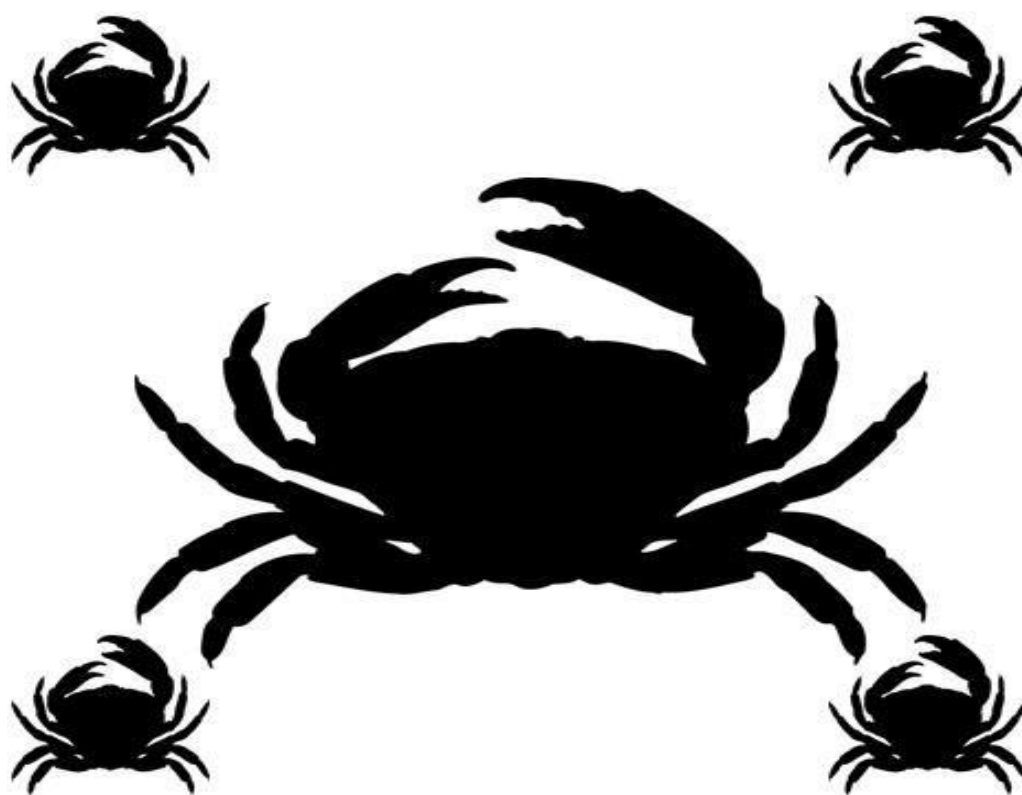
Você sabia?

Devido ao seu papel de predador de topo de cadeia alimentar, as estrelas-do-mar possui uma considerável importância ecológica. Se exintas, podem alterar a composição das espécies de um ecossistema ou região, podendo provocar sérios danos aos recifes de coral.

Fonte: <http://mundomarinhobr.blogspot.com/2012/01/estrela-do-mar.html>

CARANGUEJO

Os caranguejos são artrópodes pertencentes ao subfilos dos crustáceos. Vivem nas regiões litorâneas de todo o mundo, sendo algumas espécies encontradas em manguezais. São bastante utilizados na culinária e possuem grande importância ecológica, uma vez que participam do processo de ciclagem e retenção de nutrientes.



Você sabia?

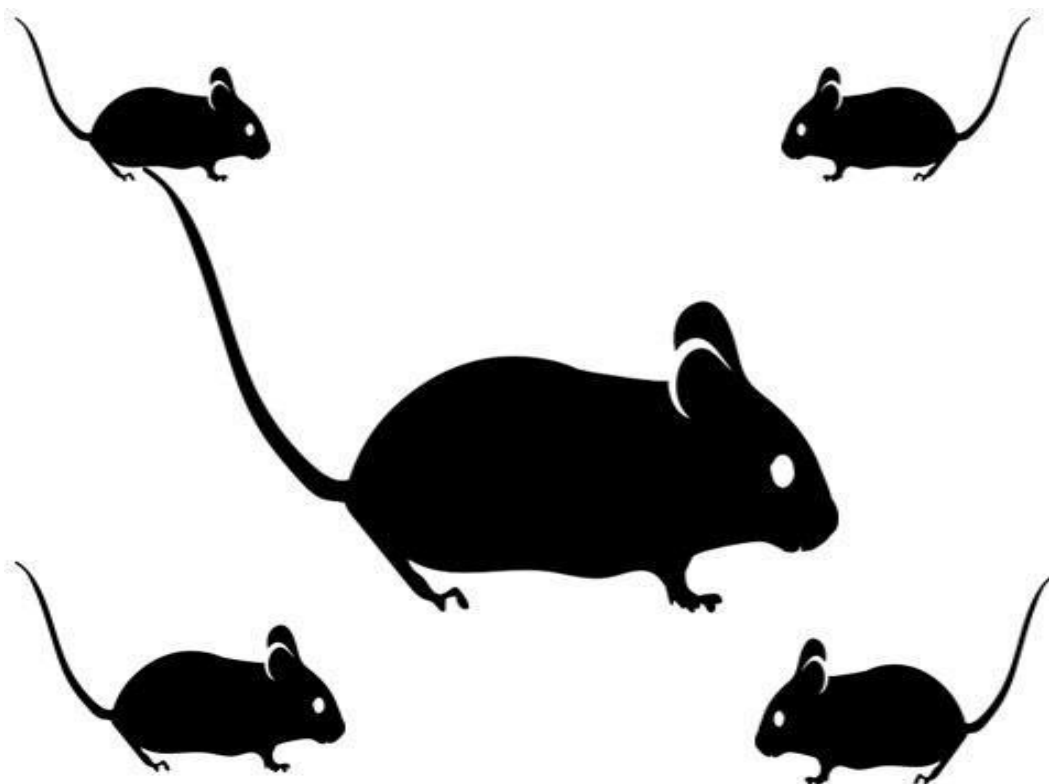
Os caranguejos têm capacidade de regeneração, assim, se perderem uma pinça ou uma pata, elas se regeneram em apenas um ano.

Fontes: <https://www.sitedecuriosidades.com/curiosidade/15-curiosidades-fascinantes-sobre-o-caranguejo.html>;

Fonte: <https://brasilescola.uol.com.br/animais/caranguejo.htm>

RATO

Os ratos são roedores onívoros, com olfato bem aguçado e gestação rápida. Estimasse que existam cerca de 700 espécies em todo o mundo. Além de se alimentarem de tudo aquilo que é comestível, esses animais também devoram caixas, fios de alta tensão, até mesmo madeira, tijolos e alumínio.



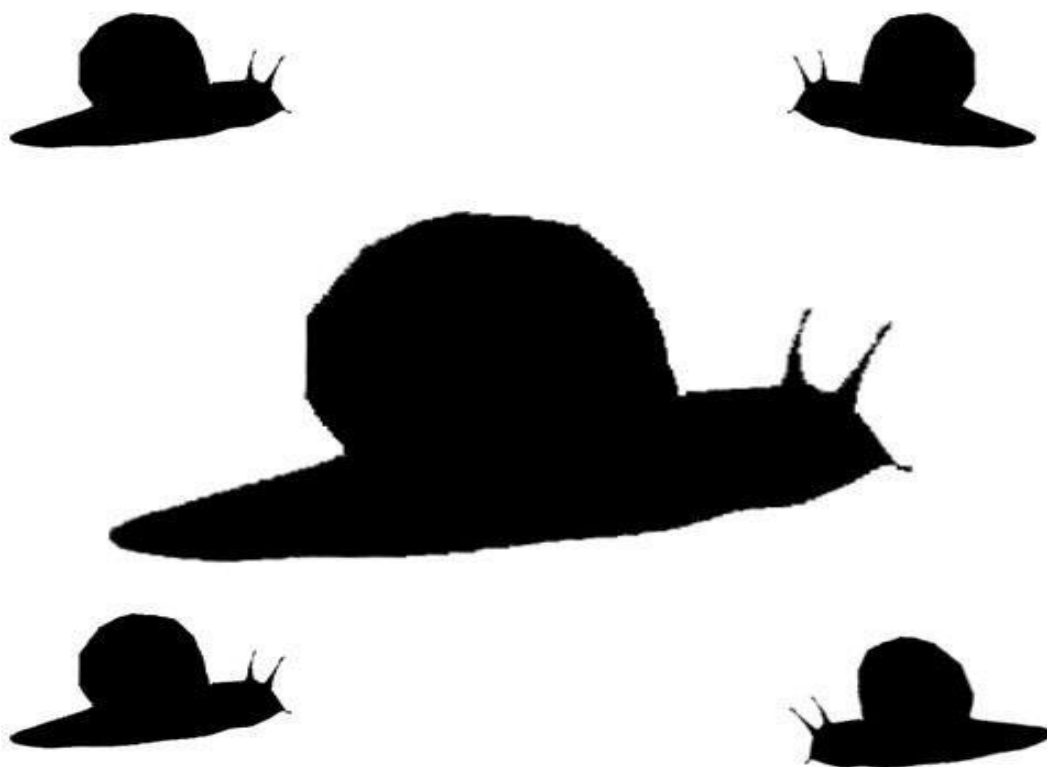
Você sabia?

Apesar de sua importância para a sustentação da cadeia alimentar, uma vez que ele serve de alimento não só para os gatos de rua, mas também para corujas e cobras, os ratos podem transmitir pelo menos 55 doenças, direta ou indiretamente.

Fontes: <https://brasilecola.uol.com.br/animais/rato.htm>

CARACOL

Caracóis são os moluscos gastrópodes terrestres de concha espiralada calcária. Os caracóis terrestres são encontrados em ambientes de solo úmido, não encharcado, e são difíceis de ser observados durante o dia, pois, 99% de suas atividades ocorrem durante a noite.

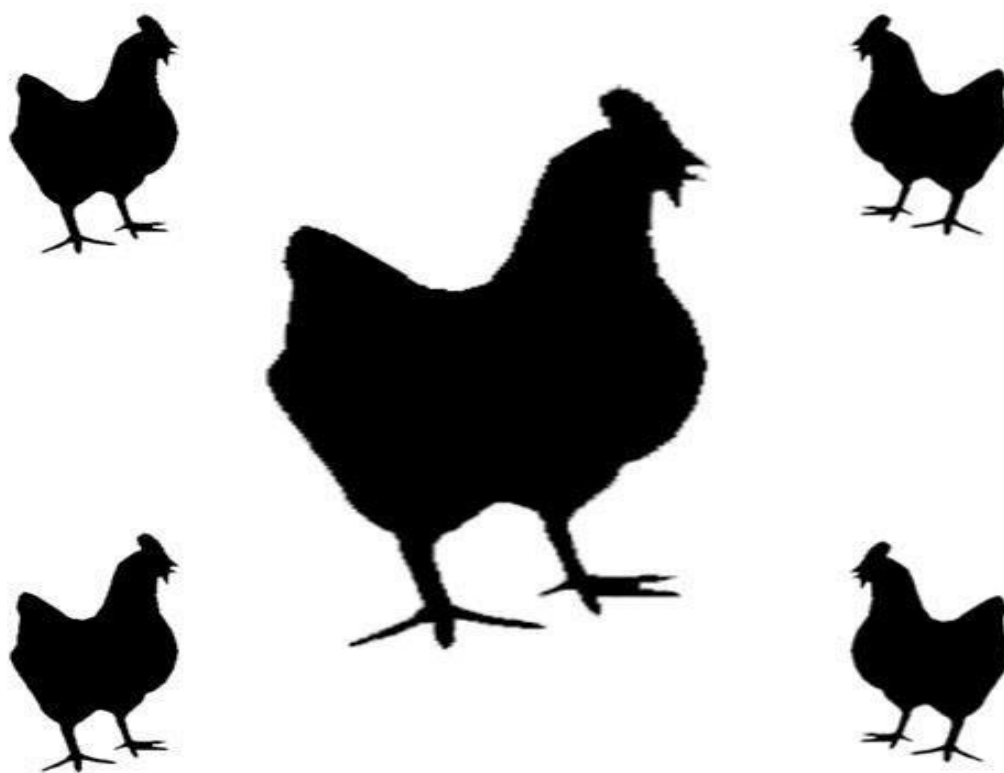


Você sabia?

Algumas espécies de caracóis terrestres são comestíveis. Por meio de escavações arqueológicas, foram encontradas conchas de caracóis assadas, indicando que o homem utiliza estes animais como alimento desde a pré-história.

GALINHA

As galinhas são aves domésticas pertencentes à Ordem Galliforme. São animais de médio porte, variando de 400 gr a 6 kg, de acordo com a raça. São de origem asiática, porém foram introduzidas em todas as partes do mundo graças à domesticação.



Você sabia?

A galinha tem uma enorme importância para o ser humano, sendo o animal doméstico mais difundido e abundante do planeta e uma das fontes de proteína mais baratas. Além de sua carne, as galinhas fornecem ovos.

RECIFES DE CORAIS

Os recifes de corais são formações construídas a partir da deposição de carbonato de cálcio por diversos organismos marinhos, principalmente por corais, mas outros organismos, como algas calcárias e moluscos, também contribuem para a formação de substratos recifais.



Você sabia?

Os recifes são os ecossistemas com a maior biodiversidade no mundo. Apresentam um grande número de espécies de cnidários, peixes e invertebrados e servem muitas vezes de berçário para muitas espécies.

Fonte: <https://www.infoescola.com/biologia/recifes-de-corais/>

REFERÊNCIAS

BRASIL ESCOLA. <https://brasilecola.uol.com.br/animais/rato.html>

_____. <https://brasilecola.uol.com.br/animais/caranguejo.html>

_____. <https://escola.britannica.com.br/artigo/peixe-palha%C3%A7o/625720>

COLÉGIO WEB. <https://www.colegioweb.com.br/biologia/caracois.html> INFO

ESCOLA. <https://www.infoescola.com/biologia/recifes-de-corais/>

_____. <https://www.infoescola.com/aves/galinha/>

_____. <https://www.infoescola.com/mamiferos/coelho/>

MEUS ANIMAIS. <https://meusanimais.com.br/algumas-curiosidades-sobre-o-polvo/>

MUNDO MARINHO. <http://mundomarinhobr.blogspot.com/2012/01/estrela-do-mar.html>

O GLOBO. <https://oglobo.globo.com/brasil/argentinos-compram-sapos-ras-para-combater-aedes-aegypti-18661029>