



**Universidade Federal do Rio Grande do Sul**

**Faculdade de Arquitetura**

**Curso de Design Visual**

**Eduardo Pares Dadald**

**Aplicação de realidade  
aumentada no ensino**

Porto Alegre

2015

Eduardo Pares Dadald

**Aplicação de realidade  
aumentada no ensino**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido  
ao curso de Design Visual, da Faculdade  
de Arquitetura, como requisito para a ob-  
tenção do título de Designer.

Orientador: **Prof. Dr. Régio Pierre da Silva**

Porto Alegre

2015

Eduardo Pares Dadald

**Aplicação de realidade  
aumentada no ensino**

Este Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Design Visual, da Faculdade de Arquitetura, como requisito para a obtenção do título de Designer.

**Orientador: Prof. Dr. Régio Pierre da Silva**

---

**Profa. Dra. Marion Divério Faria Pozzi**

---

**Prof. Felipe Schneider Viaro**

---

**Profa. Dra. Cristina Alba Wildt Torrezan**

Porto Alegre

2015

## RESUMO

O presente trabalho apresenta referencial teórico/conceitual do projeto de aplicação da realidade aumentada na educação, buscando colaborar com a utilização das tecnologias emergentes no ensino médio. Foram realizadas análises dos usos atuais da realidade aumentada, a situação atual da educação e análise de métodos de ensino utilizados a fim de embasar o projeto, além de analisadas soluções presentes do mercado.

Utilizando as análises, foi realizado estudo de leiaute e aplicações para aplicativo móvel e para navegador, investigação dos papéis dos atores participantes, prototipagem e testagem do objeto de educação proposto através de um protótipo funcional apresentado ao público-alvo. O portal gerado trouxe resultados positivos quanto a aceitação do uso da tecnologia da forma proposta por alunos e profissionais de design.

**Palavras-chave:** Realidade Aumentada. Ensino. Projeção.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - RESUMO DA METODOLOGIA PROPOSTA POR MUNARI.....	18
FIGURA 02 - REPRESENTAÇÃO DO MODELO DE DICK & CAREY .....	18
FIGURA 03 - MÉTODO GARRETT.....	20
FIGURA 04 - COMBINAÇÃO DAS METODOLOGIAS .....	22
FIGURA 05 - ESQUEMA DA METODOLOGIA A SER UTILIZADA .....	23
FIGURA 06 - LEÃO 3D SOBRE LIVRO FÍSICO.....	25
FIGURA 07 - ILUSTRAÇÃO DA PATENTE E O SENSORAMA MONTADO .....	26
FIGURA 08 - GARTNER HYPE CYCLE 2014.....	28
FIGURA 09 - TESTADOR INTERAGINDO COM APLICATIVO NO MICROSOFT HOLOLENS .....	29
FIGURA 10 - USUÁRIO DO GLASS E EXEMPLO DE USO DO DISPLAY .....	29
FIGURA 11 - FIGURA DE BASEBALL USADA COMO MARCADOR PARA RA.....	31
FIGURA 12 - RA NA PROMOÇÃO DO FILME TRANSFORMERS SOBREPÕE CAPACETE DE AUTOBOT EM FÃ.....	32
FIGURA 13 - MOBILIÁRIO VIRTUAL COLOCADO EM AMBIENTE REAL SEM AUXÍLIO DE MARCADOR.....	32
FIGURA 14 - APLICATIVO DE REALIDADE AUMENTADA UTILIZA GPS PARA LOCALIZAR E CONTEXTUALIZAR USUÁRIO.....	33
FIGURA 15 - FLUXO DE CONHECIMENTO ANTES E DURANTE A ERA DIGITAL .....	36
FIGURA 16 - OS VALORES DOS JOVENS .....	36
FIGURA 17 - HÁBITOS DE CONSUMO DE MÍDIA ENTRE OS JOVENS .....	37
FIGURA 18 - O QUE ACONTECE EM UM MINUTO DE INTERNET? .....	39
FIGURA 19 - ATIVIDADE CEREBRAL ENQUANTO UMA PESSOA REALIZA MULTITAREFA .....	40
FIGURA 20 - UM PARA MUITOS E MUITOS PARA MUITOS .....	42
FIGURA 21 – DESEMPENHO DOS ALUNOS DE 3º ANO DO ENSINO MÉDIO EM PORTUGUÊS E MATEMÁTICA .	43
FIGURA 22 - % DE CONCLUSÃO DO ENSINO MÉDIO E DO ENSINO FUNDAMENTAL.....	44
PLAYSTATION VITA.....	47
TABELA 01 - ESPECIFICAÇÕES PLAYSTATION VITA .....	47
FIGURA 23 - VUZIX WRAP 1200DXAR.....	48
TABELA 02 - ESPECIFICAÇÕES VUZIX WRAP 1200DXAR.....	49
FIGURA 24 - INTEFACE DO WRAP DEMONSTRANDO PARA O USUÁRIO LOCALIZAÇÃO DE UMA PRATELEIRA NO ARMAZÉM .....	50
FIGURA 25 - SPACECRAFT 3D MOSTRA O ROBÔ CURIOSITY SOBRE UMA MESA DE COMPUTADOR .....	51
FIGURA 26 - USUÁRIO UTILIZA O GOOGLE SKY MAP PARA IDENTIFICAR CORPOS CELESTES .....	52

FIGURA 27 - DOIS USUÁRIOS INTERAGEM COM CONSTRUC3D .....	53
FIGURA 28 - USUÁRIO RESPONDE QUIZ INTERATIVO DE MATEMÁTICA UTILIZANDO MARCADORES .....	54
FIGURA 29 - AUGMENT SENDO UTILIZADO EM AULA DE EMBALAGEM E DE HISTÓRIA DAS ARTES .....	55
FIGURA 30 - DAQRI ELEMENTS 4D QUANDO VISUALIZA O MARCADOR DE CLORO, DEMONSTRADO EM ESTADO GASOSO.....	55
FIGURA 31 - CUBOS DE CLORO E COBALTO FORAM APROXIMADOS, MOSTRANDO REPRESENTAÇÃO DO SAL RESULTANTE .....	56
FIGURA 32 - CHROMVILLE COLOCA AS “CORES” UTILIZADAS POR UMA CRIANÇA EM UM PERSONAGEM 3D. 57	57
FIGURA 33 - APLICATIVO MOSTRA BATMAN EM POSE HEROICA .....	58
FIGURA 34 - KAIJUS ATACAM A USINA EM GRUPO.....	59
FIGURA 35 - GOOGLE GOGGLES IDENTIFICA A GOLDEN GATE BRIDGE.....	59
FIGURA 36 - FOGUETE LANÇADO DO BALCÃO DA COZINHA CRUZA O ESPAÇO EM DIREÇÃO A METEORO PRÓXIMO AO LUSTRE.....	60
FIGURA 37 - JOGO DE HÓQUEI NA MESA DE CAFÉ .....	61
FIGURA 38 - JOGADOR MOVIMENTA SUA CARTA EM DRAKERZ.....	62
FIGURA 39 - O PAPEL DO DESIGNER NO OBJETO .....	67
FIGURA 40 - O PAPEL DO ADMINISTRADOR NO OBJETO.....	68
FIGURA 41 - O PAPEL DO PROFESSOR NO OBJETO.....	69
FIGURA 42 - O PAPEL DO ALUNO NO OBJETO.....	69
FIGURA 43 - LISTA DE NOMES POSSÍVEIS .....	70
FIGURA 44 - APLICAÇÃO DO MÉTODO DE MUDGE .....	71
FIGURA 45 - APLICAÇÃO DO MÉTODO DE MUDGE .....	72
FIGURA 46 - APLICAÇÃO DO MÉTODO DE MUDGE .....	73
FIGURA 47 - TESTE DAS DIFERENTES FONTES LÚDICAS APLICADAS COMO MARCADOR DE RA .....	74
FIGURA 48 - RESULTADO DAS TESTAGENS DAS FONTES COMO MARCADOR.....	74
FIGURA 49 - MUDANÇA DO KERNING: O ORIGINAL COLORIDO, AS MUDANÇAS EM PRETO .....	75
FIGURA 50 - ESTUDOS DE LOGO E LETTERING .....	75
FIGURA 51 - ESTUDOS DE COR PARA LINGUAGENS .....	77
FIGURA 52 - ESTUDOS DE COR PARA CIÊNCIAS DA NATUREZA.....	78
FIGURA 53 - ESTUDOS DE COR PARA CIÊNCIAS HUMANAS .....	79
FIGURA 54 - GRID APLICADO SOBRE LOGO COM ÁREA DE PROTEÇÃO EM DESTAQUE.....	80
FIGURA 55 - LOGO COM AS CORES PRINCIPAIS DOS TEMAS SOBRE DIFERENTES FUNDOS.....	80
FIGURA 56 - FLUXOGRAMA DO APLICATIVO PARA <i>SMARTPHONE 1/2</i> .....	82
FIGURA 57 - FLUXOGRAMA DO APLICATIVO PARA <i>SMARTPHONE 2/2</i> .....	83

FIGURA 58 - FLUXOGRAMA DO APLICATIVO PARA BROWSER.....	84
FIGURA 59 - FLUXOGRAMA DO APLICATIVO PARA BROWSER.....	85
FIGURA 60 - FONTES UTILIZADAS NO OBJETO .....	86
FIGURA 61 - FONTES UTILIZADAS NO OBJETO .....	87
FIGURA 62 - PADRÕES DE INTERATIVIDADES .....	88
FIGURA 64 - STILLS DA ANIMAÇÃO DE ABERTURA.....	90
FIGURA 65 - TELA DE LOGIN.....	91
FIGURA 66 - TELA DE ÚLTIMAS VISUALIZAÇÕES, ARQUIVO E ABA DE OPÇÕES .....	92
FIGURA 67 - CÂMERA “OLHANDO LIVRO”, DEPOIS DA DETECÇÃO DA PÁGINA E PÓS-CLIQUE.....	93
FIGURA 68 - SEQUÊNCIA DE TELAS QUANDO O SCAN DETECTA UMA INTERATIVIDADE COM VIDEO .....	94
FIGURA 69 - SEQUÊNCIA DE TELAS QUANDO O SCAN DETECTA UMA INTERATIVIDADE COM MODELO 3D ....	95
FIGURA 70 - SEQUÊNCIA DE TELAS QUANDO O SCAN DETECTA UMA QUE O BOTÃO VIRTUAL FOI PRESSIONADO.....	95
FIGURA 71 - TELAS COM MODELO 3D INDEPENDENTE .....	96
FIGURA 72 - SEQUÊNCIA DE TELAS QUANDO O SCAN DETECTA UMA QUE O BOTÃO VIRTUAL FOI PRESSIONADO.....	97
FIGURA 73 - SOBREPOSIÇÃO DO GRID SOBRE O LEIAUTE DO SITE PARA APLICATIVO EM BROWSER .....	98
FIGURA 73 - TELA DE LOGIN.....	99
FIGURA 74 - TELA INICIAL DO SITE COM BLOG, ÚLTIMOS ACESSOS E <i>LINKS</i> PARA AS ÁREAS PRINCIPAIS .....	100
FIGURA 75 - TELA DE ADMINISTRAÇÃO DOS ALUNOS.....	100
FIGURA 76 - PROPOSTA PARA PÁGINA DE ADMINISTRAÇÃO DOS LIVROS PARA AS TURMAS NO PORTAL ...	101
FIGURA 77 - MARCADORES FEITOS PARA OBTER AVALIAÇÃO MÁXIMA NO TESTE REALIZADO NO VUFORIA	102
FIGURA 78 - SIMULAÇÃO DE USO DO APLICATIVO PARA BROWSER EM SALA DE AULA.....	102
FIGURA 79 - SIMULAÇÃO DE USO DO APLICATIVO PARA BROWSER EM SALA DE AULA.....	104
FIGURA 80 - PROTÓTIPO INICIAL APRENDO .....	105
FIGURA 81 - LIVRO DE TESTES APRENDO.....	106

## SUMÁRIO

1.1	INTRODUÇÃO .....	11
1.2	JUSTIFICATIVA .....	12
1.3	OBJETIVOS .....	15
1.4	DELIMITAÇÕES DO TRABALHO .....	16
1.5	METODOLOGIA.....	16
1.5.1	Método de Munari .....	16
1.5.2	Modelo de Dick & Carey.....	18
1.5.3	Método Garrett .....	20
1.5.4	Metodologia a ser utilizada .....	21
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>24</b>
2.1	A REALIDADE AUMENTADA.....	24
2.1.1	Conceito.....	24
2.1.2	Histórico .....	26
2.1.3	A Realidade Aumentada no cenário atual.....	27
2.1.4	Tipos de Realidade Aumentada em uso .....	30
2.1.5	Utilização da realidade aumentada na educação .....	33
2.2	O ENSINO PARA O JOVEM CONTEMPORÂNEO .....	34
2.2.1	O Perfil do Jovem Contemporâneo no Brasil .....	35
2.2.2	O Ensino Médio no Brasil frente as Novas Tecnologias .....	40
<b>3</b>	<b>ANÁLISE DE MERCADO .....</b>	<b>46</b>
3.1	ANÁLISE DE SIMILARES.....	46
3.1.1	Aparelhos de Realidade Aumentada .....	46
3.1.1.1	Playstation Vita .....	47
3.1.1.2	Vuzix Wrap 1200DXAR .....	48
3.1.2	Aplicações educacionais com realidade aumentada.....	50
3.1.2.1	Spacecraft 3D .....	51
3.1.2.2	Google Sky Map .....	52
3.1.2.3	Construct3D .....	52
3.1.2.4	LearnAR.....	53
3.1.2.5	Augment.....	54
3.1.2.6	Daqri Elements 4D.....	55
3.1.2.7	Chromville .....	56
3.1.3	Jogos e programas de entretenimento com realidade aumentada.....	57

3.1.3.1	Marxentlab Batman Augmented Reality App.....	57
3.1.3.2	Kaiju Infestation .....	58
3.1.3.3	Google Goggles .....	59
3.1.3.4	PulzAR .....	60
3.1.3.5	Table Ice Hockey .....	60
3.1.3.6	Drakerz .....	61
3.2	CONCLUSÕES DA ANÁLISE DE MERCADO .....	62
<b>4</b>	<b>SÍNTESE .....</b>	<b>63</b>
4.1	ATRIBUTOS .....	63
4.1.1	Aplicativo .....	63
4.1.2	Aplicativo para navegador.....	65
4.2	ATORES .....	66
4.2.1	Designers .....	66
4.2.2	Administradores .....	67
4.2.3	Professores .....	68
4.2.4	Alunos .....	69
<b>5</b>	<b>CONCEPÇÃO .....</b>	<b>70</b>
5.1	NAMING .....	70
5.2	A MARCA .....	72
5.2.1	Cor.....	76
5.2.2	Refinamento.....	80
5.3	LEIAUTE .....	80
5.3.1	Fluxograma .....	81
5.3.2	Wireframe .....	84
5.3.3	Superfície.....	86
5.3.3.1	Fontes.....	86
5.3.3.2	Ícones e botões .....	87
<b>6</b>	<b>TELAS E INTERAÇÕES .....</b>	<b>89</b>
6.1	APLICATIVO PARA <i>SMARTPHONE</i> .....	89
6.1.1	Login e introdução .....	89
6.1.2	Menus principais .....	91
6.1.3	Modo de Scan para Realidade Aumentada .....	93
6.1.4	Configurações e opções para professor .....	97
6.1.5	Tutoriais.....	97
6.2	APLICATIVO PARA BROWSER .....	98
<b>7</b>	<b>MODELO .....</b>	<b>104</b>

		10
7.1	PROTÓTIPO.....	104
7.2	LIVRO DE TESTES .....	106
7.3	MÉTODO E APLICAÇÃO.....	107
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>109</b>

## PLANEJAMENTO DO PROJETO

### 1.1 INTRODUÇÃO

A realidade aumentada (RA) teve sua concepção por volta de 1950, através dos experimentos de um cinematógrafo americano chamado Norton Heilig. Heilig propôs uma espécie de máquina de fliperama que, através de diversos dispositivos, daria ao usuário a sensação de estar presente na cena que acontecia nas telas, com cheiros, vento, vibração e imagem tridimensional (FUHRT, 2012). O experimento de Heilig, pelo excesso de complexidade, falhou em se tornar, como ele esperava, no cinema do futuro, mas abriu portas para diversas aplicações que seriam inventadas nas décadas seguintes, culminando sobretudo no século iniciado no ano 2000, sendo hoje um dos maiores destaques nos informativos de tecnologia.

Em sua inepção, a tecnologia utilizada para a RA era extremamente cara, frágil e difícil de reproduzir. Com a miniaturização e produção em massa de aparelhos com capacidades multimídia, a RA vem se tornando parte do dia a dia de forma perceptível, com empresas como Microsoft, Sony, Google, entre outras, brigando por fatias de um mercado emergente e promissor.

Existem diversas formas de entender a realidade aumentada. Para esse trabalho será utilizada a noção de que por RA se entende um meio direto ou indireto de visualizar um ambiente do mundo real que foi aumentado ou melhorado através da adição de elementos gerados por computador (FUHRT, 2012).

A utilização da realidade aumentada na educação não é novidade. Segundo o Horizon Reports (2011), que revela temas de maior impacto para a educação, a realidade aumentada aplicada ao ensino está chegando a um ponto de maturação que se fará evidente entre esse ano de 2015 e o próximo. Existem diversos estudos estrangeiros e brasileiros apontados no avanço da RA na educação, vários deles mencionados no decorrer desse trabalho, em grande parte voltados a publicações físicas que, através de interação com dispositivos eletrônicos, transformam os livros em instrumentos interativos que

facilitam o entendimento das matérias pelo estudante. Apesar do grande interesse pela tecnologia, grande parcela do que é feito em realidade aumentada ainda se demonstra puramente exploratório da parte técnica, muitas vezes realizada sem ou com pouca intervenção de um designer visual ou profissional da área que tenha treinamento ou experiência em material didático, o que acaba por tornar boa parte dos objetos em curiosidades, sem valor real de aplicação e uso em sala de aula (PEMBERTON, WINTER, 2011).

Este trabalho procura possibilitar uma relação mais direta entre o caráter educacional e o uso da tecnologia, buscando a simbiose dos profissionais de educação com as possibilidades que a técnica traz, utilizando conceitos contemporâneos de design para engendrar uma relação que seja benéfica para alunos e professores. A aplicação buscada se aplicará principalmente a estudantes do ensino médio, mas pode ter relevância para outros momentos da educação formal. A escolha do ensino médio se dá por uma aproximação a estudantes mais maduros, com mais embasamento para entender o objeto como uma ferramenta séria e útil, não apenas como um jogo. Outro fator que participa dessa escolha é o tipo de conhecimento e nível de abstração esperados de estudantes dessa etapa: a variedade de assuntos abordados no ensino médio abre uma grande gama de possibilidades de diferentes abordagens na aplicação da técnica, o que aumenta o leque de possibilidades do aplicativo.

Na primeira parte do trabalho foram apresentadas metodologias utilizadas e as análises tanto da teoria quanto da tecnologia a ser aplicada, buscando a melhor forma de trazer com eficiência o projeto à realidade. Nesta segunda parte do trabalho foram descritos o projeto visual, que consiste em interface de usuário tanto do aplicativo para celulares quanto do aplicativo para navegadores (aplicativo *web*), além de realizados protótipos funcionais da proposta, que foram utilizados para validar a idéia com o público alvo.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Cada vez mais o ensino de qualidade e acessível está sendo encarado como necessária para o real avanço da sociedade. Educação tecnológica e acadêmica são elemen-

tos chave na aquisição dos conhecimentos, habilidades e atitudes necessários para participação efetiva na sociedade de forma geral. Segundo o ranking da OECD (Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento da ONU), o Brasil figura em penúltimo lugar entre os 36 países integrantes da organização, com dados como 45% do total dos alunos concluindo a educação secundária contra 75% do total dos alunos nos outros países desenvolvidos ou em desenvolvimento. Tal dado não reflete a qualidade do ensino, mas o país também se encontra no último lugar no teste de interpretação de textos no ranking, além de, numericamente, não haver enorme diferença entre a pontuação dos estudantes mais ricos contra a pontuação dos estudantes mais pobres. Os dados do ranking são um pequeno exemplo da miríade de dados que aponta para a baixa qualidade de ensino, o que torna o país ainda menos competitivo no cenário mundial a longo prazo.

Dentre os problemas encontrados no ensino pode ser destacada a passagem do que existe de fato no mundo material para o conceito ensinado em aula. Segundo Piaget (1973), a evolução da cognição de imagens mentais inicia por volta dos dois anos e segue em constante evolução até o início da fase adulta, por volta dos dezesseis anos. A teoria do biólogo declara que entre onze e quinze anos o indivíduo passa pelo chamado estágio de operações formais, quando se torna possível entender o abstrato, o hipotético. É principalmente nessa fase que o entendimento de esquemas, desenhos e demonstrações no quadro negro passa a ter sentido para o estudante, fato que muitas vezes fica prejudicado seja por falta de capacitação do professor ou por falta de material didático. Apesar de contemporaneamente se ter informação de que esses estágios não são, dessa forma, vinculados a idade biológica (GABRIEL, 2013) a teoria de Piaget segue dando um bom panorama da forma que os indivíduos evoluem na capacidade de entendimento de metáforas. Esses fatores levam a aulas desinteressantes ou complexas, mantendo a tradição da “aula de saliva e giz”, muitas vezes até sem o giz, para alunos que estão acostumados ao multimídia constante em seus *smartphones*, televisores, computadores, entre outros dispositivos de uso perene (Krasilchik, 2008, p.63).

Iniciativas para a integração entre educação e as tecnologias digitais com investimentos relativamente baixos, além de pequena necessidade de treinamento dos profis-

sionais que aplicarão tais instrumentos, se tornam cada vez mais importantes a fim de possibilitar dinâmicas pedagógicas mais contextualizadas e instigantes, esse é o contexto que o presente trabalho pretende auxiliar.

O uso de desenhos realizados no quadro pelos professores pode ser um entrave para o entendimento eficiente de certas disciplinas. A representação bidimensional de objetos reais é complexa mesmo para ilustradores treinados, fazendo com que muitas vezes o desenho, que em geral é feito para simplificar o entendimento, se revele um obstáculo para o entendimento dos conceitos, ainda mais por alunos ainda não equipados com plenas faculdades de abstração necessárias para tanto. A utilização de modelos tridimensionais realizados em alta qualidade provavelmente trará maior facilidade para a compreensão dos conteúdos, elevando o interesse dos alunos (HORNECKER E DUNSER, 2007). Além disso, o uso dessa tecnologia poderá melhorar a autoestima do professor, que se torna detentor de uma ferramenta que busca despertar o interesse nos alunos e tem uso simples.

O uso da tecnologia pretendida também visa alguns dos principais aspectos do aprendizado moderno, a interação (PIAGET, 1970) e a colaboração (VYGOTSKI, 1987). As possibilidades de utilização dessa tecnologia englobam a interatividade através de botões, a circulação por volta dos objetos virtuais, além da aproximação, a alteração dos modelos tridimensionais por ação humana, o uso de animações, áudios vídeos, além de diversas outras formas de diálogo com o conteúdo. Não obstante, a técnica permite novas formas de colaboração<sup>1</sup> entre os estudantes, que podem ser exploradas com a associação a um aplicativo ou site.

Através da associação de um aplicativo simples para *smartphone*, é possível fazer com que o estudante possa usar o próprio livro texto utilizado em sala de aula como dispositivo para acessar os modelos tridimensionais demonstrados pelo professor, além de outros conteúdos como vídeos, páginas de internet e atualizações das informações con-

---

<sup>1</sup> “a colaboração entre pares durante a aprendizagem pode ajudar a desenvolver estratégias e habilidades gerais de solução de problemas através da internalização do processo cognitivo implícito na interação e na comunicação” (Vygotsky, 1987)

Se utiliza o conceito de Vygotsky de colaboração, na qual se entende que existem tarefas que o humano em desenvolvimento pode realizar certas tarefas sozinho e outras apenas com auxílio de alguém mais experiente nas tarefas.

tidas no material impresso. Isso torna o ato de estudar mais lúdico e eficiente. Além disso, com um aplicativo é possível fazer métodos diferentes de aplicação de questionários, salas de bate-papo entre os alunos, *checklists* coletivas, entre outros. Como será visto nas análises de programas existentes, as possibilidades da técnica são muitas.

O material utilizado para fazer uso de um programa de realidade aumentada em salas de aula é bastante simples. Além do programa, cuja proposta do trabalho é realizar, os requisitos mínimos de *hardware* seriam um computador com acesso à internet, uma *webcam* comum e um projetor. O material físico a ser utilizado como substrato para as informações do programa de realidade aumentada, caso seja julgado necessário em virtude da pesquisa que seria vantajoso utilizar suporte físico, poderá ser feito em papel impresso nas próprias escolas, fazendo com que o programa possa ser propagado fazendo uso somente da internet. O aplicativo de uso dos alunos necessita de um *smartphone* com câmera e sistema operacional comum, como Android ou iOS. O treinamento dos professores e alunos para uso do programa também pode ser realizado nos próprios aplicativos, fazendo uma simplificação total do processo a fim de tornar a técnica o mais acessível possível.

### 1.3 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver uma aplicação computacional em realidade aumentada que qualifique a apresentação de produtos visuais utilizados em escola de ensino médio.

Como objetivos específicos, temos:

- a) Possibilitar que as ilustrações elaboradas com o uso do aplicativo possam apoiar as necessidades de alunos e professores;
- b) Viabilizar a elaboração de um protótipo de baixo custo;
- c) Realizar interfaces e conteúdo suficientes para um protótipo funcional.

## 1.4 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Pretende-se trabalhar principalmente conteúdos visados nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio estudados nas escolas brasileiras, buscando tornar mais contextualizadas e motivadoras as aulas onde a evasão escolar é mais evidente, segundo dados do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Também será trabalhada a forma como o livro didático será tratado pelo aplicativo, a fim de torna-lo mais inserido na realidade contemporânea.

## 1.5 METODOLOGIA

Por se tratar de um campo pouco explorado, ainda que em ascensão, não há consenso sobre melhores metodologias para projeção de aplicações da realidade aumentada. Por esse motivo foram analisadas metodologias relacionadas a áreas englobadas no estudo, entre elas a proposta por Munari (1983, 1997), mais genérica e voltada para a solução de problemas. Posteriormente foram estudados métodos voltados para o design instrucional e para a experiência de usuário, respectivamente uma variação do modelo ADDIE (análise, design, desenvolvimento, implementação e avaliação, na sigla em inglês), conhecido como Modelo de Dick & Carey e o método Garrett.

### 1.5.1 Método de Munari

Munari ensina, em seu primeiro livro que trata de metodologia de projeto em design (1983), que o projeto decorre de um problema, em geral proposto por um cliente, cabendo ao designer, num primeiro passo, o processo investigativo de descobrir se de fato há um problema através da análise do ambiente. Segue-se a esse primeiro passo a ordem proposta por Descartes e destilada por Munari de forma sintética em uma metodologia de organização dos pensamentos que pode ser resumida a seis passos: enunciação do problema, identificação dos aspectos e das funções, limites, disponibilidade tecnológica, criatividade e modelos (PANIZZA apud MUNARI, 2004).

Seguindo esse modelo, na elaboração do projeto, a enunciação do problema há de ser refinada através da busca por referencial de pessoas da área, entrevista com educadores e busca por materiais que servem de base pedagógica para estes.

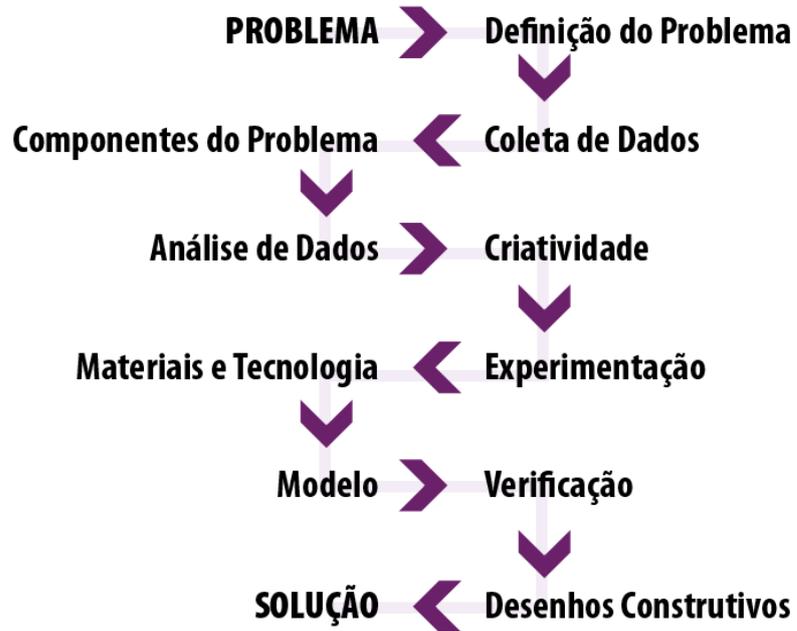
Resolvido o primeiro passo, em seguida ocorre a busca dos aspectos e funções, em que serão realizados os estudos técnicos e econômicos concomitantemente ao estudo cultural. Tal esforço vai levar ao descobrimento dos limites do objeto, que dará ideia da vida útil do projeto, norteando o formato do programa para que melhor se adapte a seu tempo e público. Para tanto, serão utilizadas pesquisas socioeconômicas que abrangem a vida estudantil dos jovens brasileiros, bem como análise de como se passa certos conteúdos em sala de aula.

Em um projeto que busca abordar uma técnica avançada como a RA, a análise de disponibilidade tecnológica adquire uma importância maior do que em geral teria. Do método de Munari uma das lições importantes que se absorve em uma solução de alta tecnologia é a busca pela simplicidade. Um problema pode ser resolvido de diversas formas, mas as mais bem pensadas têm na simplicidade uma parceria importante que faz falta em diversas soluções que vêm sendo empregadas em RA (AZUMA, 1997). Analisando programas e aplicativos com técnicas parecidas, é possível entender quais formas de abordagem do problema se demonstram mais eficazes.

No emprego da criatividade, a aliança com a tecnologia arraigada no dia a dia das escolas e dos alunos é de grande ajuda. As balizas adquiridas com o estudo aprofundado e sequencial dos passos anteriores leva a uma diminuição da probabilidade de errar nesse que é o penúltimo passo daqueles propostos por Munari. Concomitantemente há de se trabalhar com a última fase, de modelos, que na realidade foge do plano cartesiano linear mas trabalha em simbiose com a criatividade, formando entre as duas um trajeto de tentativa e erro educado com os passos anteriores. É nessa fase que o produto passa do conceitual para o real. Dessa forma, com as ferramentas necessárias para uma prototipação eficiente, serão definidas as características principais do programa e como elas irão interagir para uma melhor experiência de usuário.

Em seguida há um resumo visual das fases estudadas.

Figura 01 - Resumo da metodologia proposta por Munari

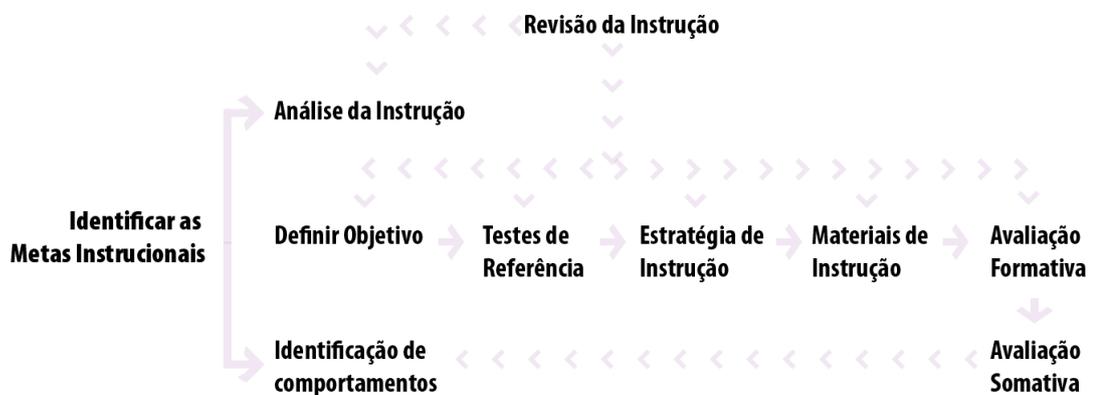


Fonte: Bruno Munari (1983), adaptado pelo autor

### 1.5.2 Modelo de Dick & Carey

O modelo de Dick & Carey foi escolhido por ser uma das variações do modelo ADDIE mais conhecidas, além de sua semelhança com métodos de engenharia de *software*, portanto priorizando a interatividade. A figura abaixo delinea os passos que o método propõe.

Figura 02 - Representação do Modelo de Dick & Carey



Fonte: Dick & Carey (1978), adaptado pelo autor

É possível dividir o modelo em duas fases distintas, a primeira servindo de base para a segunda. Na primeira parte temos principalmente a análise do que há de ser feito, com que objetivo e para quem:

- a) Análise da instrução: Questionamento do que o estudante deve saber previamente, bem como quais habilidades serão necessárias para que os objetivos da instrução sejam alcançados;
- b) Identificação de comportamentos: A procura das características do público-alvo. Nesta fase deve-se procurar quais habilidades o público possui que serão de ajuda para o entendimento da instrução.

Essas etapas serão importantes para verificar quão factíveis os objetivos do objeto são ante o público e a realidade que o cerca. Realizadas as análises referidas, estão resolvidos os objetivos de desempenho, já que esses dizem respeito somente a o que se ensina e para quem.

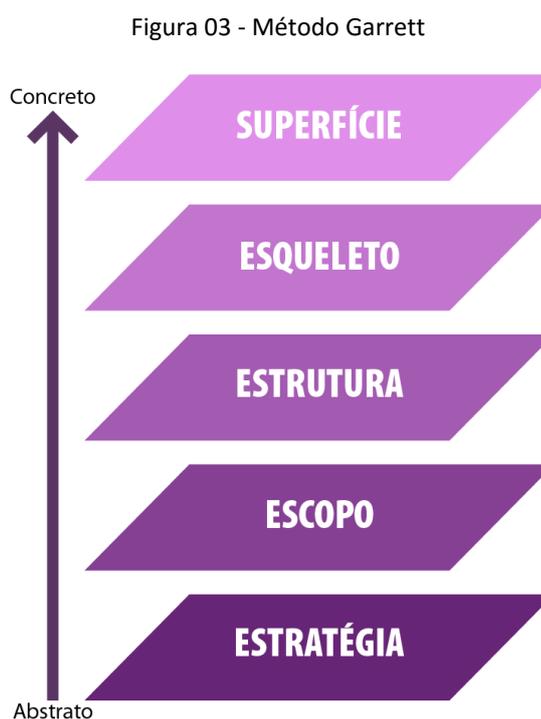
Após essa contextualização inicial serão realizados os passos que se referem mais ao trabalho e avaliações do objeto de aprendizagem, com as seguintes etapas:

- c) Testes de referência: controle de resultados obtidos com lições semelhantes às pretendidas, a fim de ter base para as futuras comparações das iterações do objeto de aprendizagem desenvolvido;
- d) Estratégia de instrução: avaliação de como o conteúdo vai ser apresentado, como o instrutor vai participar do processo;
- e) Materiais de Instrução: seleção da forma como o material vai ser passado aos alunos, além da confecção ou aquisição dos materiais a serem utilizados;
- f) Avaliação formativa: inepção e aplicação de avaliação da forma geral como a instrução foi aplicada;
- g) Avaliação somativa: comparação dos objetivos e dos resultados.

Todas essas fases são acompanhadas de revisão da instrução caso necessário, a fim de tornar o método menos cartesiano e mais iterativo.

### 1.5.3 Método Garrett

O método Garrett é o mais atual dos analisados e trata, principalmente, da experiência do usuário. Conforme palavras do autor, os produtos e serviços atuais têm uma relação de dois gumes com os usuários, podendo facilitar enormemente a vida ou frustrar o usuário a ponto de desistência. O método Garrett foi criado, a princípio, para direcionar a geração de bons serviços de *web*. Na época da concepção do método (início da década de 2000) isso fazia sentido, pois os serviços *web* eram o topo da tecnologia e, como acontece atualmente com os serviços que dispõem de realidade aumentada, eram propostos por profissionais técnicos sem conhecimento das necessidades e habilidades dos usuários. O método veio preencher a lacuna de conhecimento desses programadores. Abaixo temos uma figura simplificada do que o método apresenta:



Fonte: The Elements of User Experience, adaptado pelo autor

Seguindo os passos propostos no diagrama, do abstrato ao concreto, podemos delinear os seguintes passos:

- a) **Estratégia:** aqui será decidido para que serve o serviço a ser projetado. As necessidades do usuário serão decididas através de análise de dados do

público alvo e os objetivos do serviço serão fixados para que as peças necessárias para sua montagem sejam recolhidas nos passos seguintes;

- b) Escopo: definida a estratégia, devem ser definidas as formas como os objetivos serão alcançados. Aqui serão delineados os requisitos de conteúdo e de habilidades do objeto, que serão decididos para que seja possível entregar o que foi pretendido ao usuário;
- c) Estrutura: nesta fase se define o fluxo da interação do usuário com o objeto. Os caminhos do início da interação até a chegada ao conteúdo desejado são organizados a fim de tornar o uso intuitivo e estruturado;
- d) Esqueleto: Delineado o caminho do usuário, agora se busca fluidez nas possibilidades de caminhos. A interface e a navegação são decididas aqui, além da forma como a informação estará disposta em cada fase do objeto para facilitar o entendimento;
- e) Superfície: os elementos de design visual. Através dos entendimentos gerados em todo processo se realiza a interface da forma mais adequada para que os usuários se sintam à vontade no uso, seja por tipografia, cores, estilos.

O método de Garrett se apresenta dessa forma cartesiana linear, mas a utilização dele passa sempre por testagens e experiências.

#### **1.5.4 Metodologia a ser utilizada**

Os modelos estudados possuem forças e fraquezas que podem ser exploradas na confecção de um objeto de realidade aumentada com aplicação em educação. Por não haver literatura específica para metodologia para objetos de aprendizagem em realidade aumentada, além da metodologia de criação de aplicativos ser bastante genérica e não contemplar diversos fatores, sobretudo na busca inicial de dados, foram combinadas características diversas dos métodos estudados.

O método de Munari serve como exemplo da divisão pretendida das partes do problema, principalmente.

A princípio, o modelo de Dick & Carey poderia ser o único utilizado no presente trabalho, salvo que ele se adapta à criação principalmente de sistemas fechados de educação, como disciplinas de universidades ou conteúdos escolares. Como o objetivo deste trabalho é a realização de uma plataforma adaptável a futuros usos, é necessário que se estude outros passos a se tomar.

O método de Garrett é, provavelmente, o que mais se assemelhe ao pretendido, mas a simplicidade do modelo não faz justiça às necessidades do projeto. Em seguida uma análise visual de semelhanças entre as metodologias estudadas, onde todas etapas estão agrupadas de acordo com semelhança semântica, tentando demonstrar quais partes de cada metodologia irão auxiliar a superar mazelas presentes nas outras:

Figura 04 - Combinação das metodologias

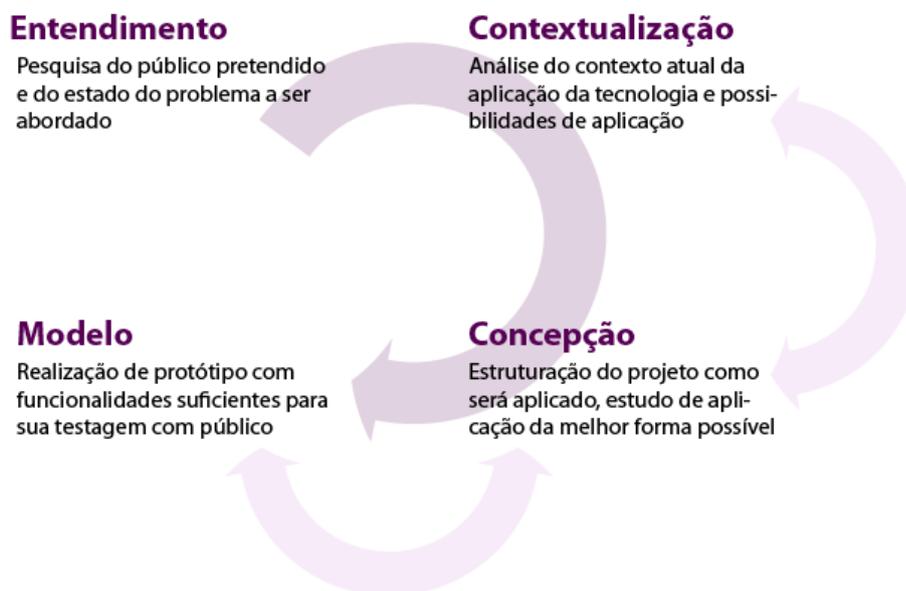
<b>MUNARI</b>	<b>Dick&amp;Carey</b>	<b>GARRETT</b>
Enunciação do Problema	Análise da Instrução	Estratégia
Identificação de aspectos e funções	Identificação de Comportamentos	Escopo
Limites	Testes de referência	Estrutura
Disponibilidades Tecnológicas	Estratégia de instrução	Esqueleto
Criatividade	Materiais de Instrução	Superfície
Modelos	Avaliação formativa	
	Avaliação Somativa	

Fonte: autor

Os métodos foram divididos em quatro etapas, que serão as adaptadas para a realização do objeto de ensino proposto. Em seguida uma representação do entendimento de como melhor representar essas fases, dando nomes às quatro etapas divididas na tabela:

Figura 05 - Esquema da metodologia a ser utilizada

## Metodologia proposta



Fonte: autor

A primeira etapa se trata da pesquisa e entendimento do problema, além do delineamento das expectativas do público alvo quanto a um produto de realidade aumentada no estado da arte. Nessa etapa será revisada a matéria a ser aplicada, será analisado o estado da educação no Brasil, além dos usos atuais da tecnologia.

Na segunda fase serão decididas as características do objeto de aprendizagem, além da forma como se dará a interação com os professores e com os alunos. Para que essas características sejam factíveis, será realizada análise das tecnologias existentes e aplicáveis para o sucesso do objeto.

Na terceira fase se dará a concepção da estrutura do objeto tal como instruído no método de Garrett, com decisões indo de modos de interação até a estética.

A quarta fase se dará em constante conversa com a terceira, já que é a fase de modelos e avaliações. Nesta fase o objeto será posto a prova em diferentes iterações, a fim de buscar um polimento e eficácia esperados do mesmo.

A primeira e a segunda fase foram realizadas no semestre de TCC I, enquanto a terceira e a quarta fase foram realizadas durante a confecção do TCC II.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Um dos grandes entraves da proposição de objetos de aprendizagem que utilizem realidade aumentada é a falta de entendimento de que ela se trata. Neste capítulo se dará o entendimento da definição da tecnologia de realidade aumentada e como ela vem sendo utilizada no mundo. Também será feito um perfil do estado atual do ensino médio no Brasil e do meio de vida dos estudantes, a fim de delinear para quem este objeto será realizado e por que motivo.

### **2.1 A REALIDADE AUMENTADA**

Como este trabalho visa trazer para a realidade um método de utilização da RA para a melhoria do ensino, se faz importante, antes de tudo, entender do que se trata essa tecnologia. Em seguida veremos a conceituação utilizada, um breve histórico e o estado atual das aplicações da RA no mundo. Algumas dessas aplicações serão abordadas com maior ênfase na análise de aplicações similares à pretendida.

#### **2.1.1 Conceito**

Conforme citado anteriormente, apesar das décadas transcorridas desde sua invenção, o conceito utilizado para Realidade Aumentada ainda não é consenso entre os estudiosos da área, mas para a confecção deste trabalho se utiliza o conceito mais recorrente, de que por RA se entende um meio direto ou indireto de visualizar um ambiente do mundo real que foi aumentado ou melhorado através da adição de elementos gerados por computador (FUHRT, 2012). De forma mais aprofundada, tem-se condições definidas por Azuma (1997), que de forma perspicaz compara a Realidade Aumentada ao mundo retratado no filme Uma Cilada Para Roger Rabbit, no qual objetos reais e animados dividem os espaços. Segundo Azuma, a Realidade Aumentada:

- a) Combina real e virtual;
- b) É interativa em tempo real;

c) É registrada em três dimensões.

Em seguida um exemplo de realidade aumentada: um livro confeccionado pelo autor para projeto acadêmico no qual um leão em 3D se sobrepõe ao livro físico através do uso de realidade aumentada.

Figura 06 - Leão 3d sobre livro físico



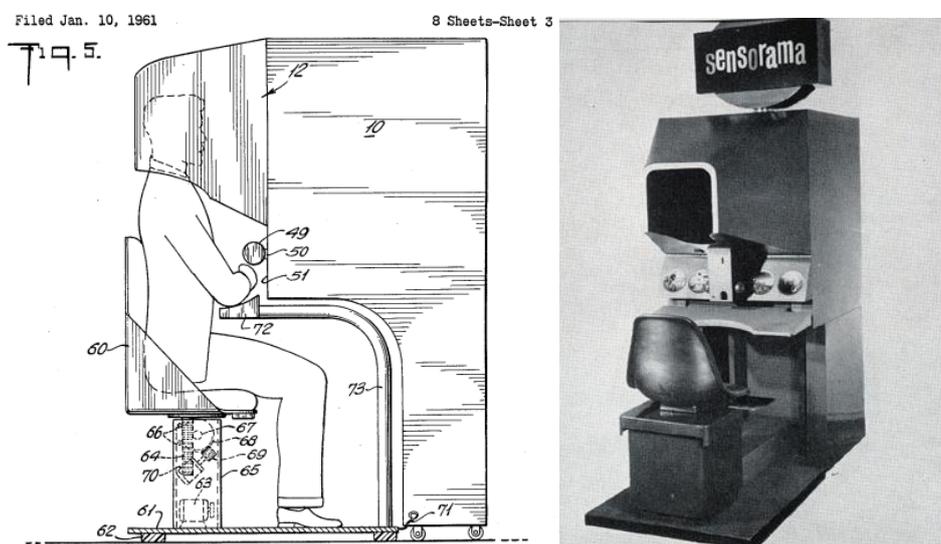
Fonte: Autor

Quando se fala de Realidade Aumentada atualmente, é importante lembrar que há dois tipos principais: no primeiro, a câmera *enxerga* o ambiente e o computador sobrepõe os objetos tridimensionais de acordo com o espaço. No segundo se faz necessário uso de “marcadores” físicos, objetos que podem ter diversas características que, ao serem “vistos” pela câmera, irão dizer ao computador onde, como, de que tamanho o objeto tridimensional estará colocado. Existe ainda um outro tipo que utiliza localização de GPS (sistema de posicionamento global, em inglês) e os giroscópios presentes nos aparelhos modernos a fim de localizar o usuário em um mapa, dando informações relevantes ao contexto em que ele está. Para este projeto se aplicam principalmente a realidade aumentada com e sem marcadores.

## 2.1.2 Histórico

A realidade aumentada vem sendo utilizada por décadas, mas somente atualmente suas aplicações começam a chegar ao uso massivo. A inepção da tecnologia, conforme mencionado anteriormente, se deu na década de 1950 com o Sensorama de Morton Heilig, um equipamento gigantesco que daria ao usuário a sensação de estar incluído na cena passada em telas gêmeas, levando ao usuário estímulos como se estivesse no local da gravação.

Figura 07 - Ilustração da patente e o Sensorama montado



Fonte: Página do espólio de Morton Heilig

Em 1966, na Universidade de Harvard, o primeiro passo acadêmico da realidade aumentada foi dado com Ivan Sutherland, um engenheiro elétrico que criou o Head Mounted Display (HMD). Tendo entraves parecidos com os de Heilig, o HMD se tratava de uma máquina gigantesca que permitia uma sobreposição de linhas tridimensionais sobre a sala na qual se encontrava no ponto de vista do usuário.

Em 1975, uma soma da tecnologia utilizada por Sutherland e por Heilig se deu no Videoplace, de Myron Krueger, uma sala na qual pela primeira vez os usuários poderiam interagir com os objetos virtuais colocados nela. O Videoplace teve diversas iterações até meados da década de 90, sendo a primeira aplicação de RA que chegou a diversas exposições e museus, tornando a tecnologia conhecida.

Apesar dos diversos usos até então, foi apenas por volta de 1990 que o termo “realidade aumentada” foi dado como cunhado, atribuído a um pesquisador da Boeing chamado Thomas P. Caudell, que inventou um sistema para sobrepor na visão dos técnicos a localização de certos cabos dentro das complexas peças da aeronave, como uma visão de raio-x auxiliada por um HMD mais avançado.

Diversos experimentos com realidade aumentada vêm sendo realizados desde a década de 90, com um *boom* a partir de 1999 quando Hirokazu Kato disponibilizou gratuitamente o ARToolKit, uma biblioteca de *software* em C/C++<sup>2</sup> para desenvolvimento de objetos de realidade aumentada.

O segundo *boom* da tecnologia se deu no final da década de 2000, quando os *smartphones* começaram a adquirir capacidades cada vez maiores de processamento gráfico e a capacidade dos sensores utilizados para a tecnologia chegaram ao ponto de possibilitar a criação de aplicativos para a área médica (FUHRT, 2011)

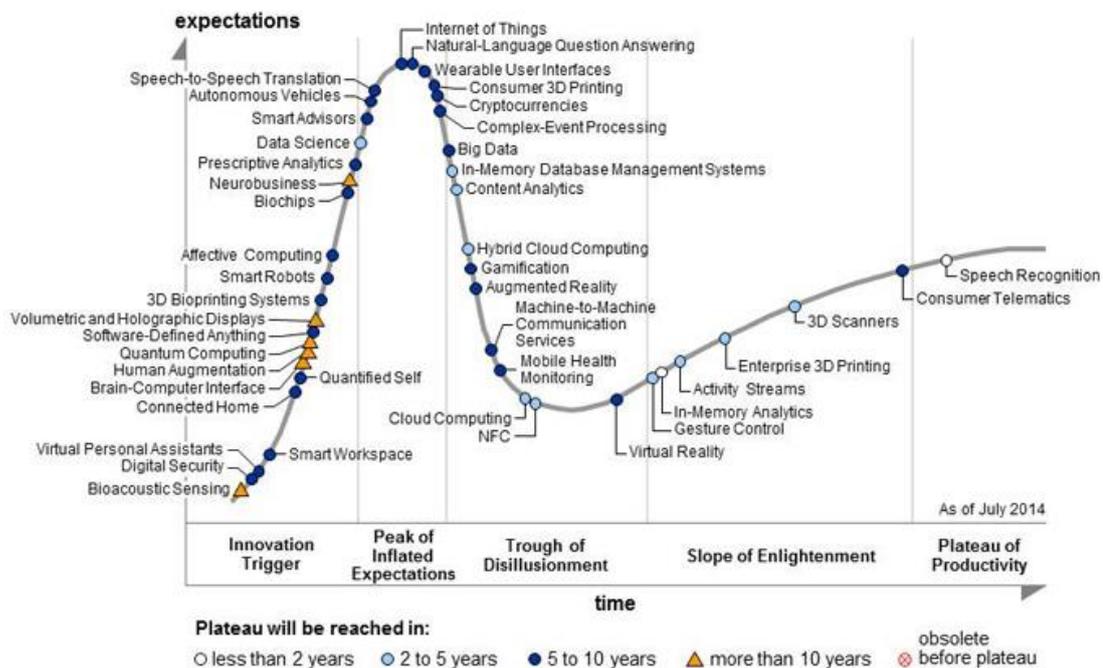
### 2.1.3 A Realidade Aumentada no cenário atual

O Gartner Hype Cycle, ferramenta utilizada pelo instituto Gartner – um dos maiores institutos globais de pesquisa de tecnologia da informação – se trata de um gráfico gerado anualmente pela organização a fim de situar, através de análises de notícias, citações acadêmicas e mercados mundiais, em uma curva, em que ciclo se encontram as principais tecnologias emergentes da atualidade. A curva é dividida em início da tecnologia, pico das expectativas infladas, fosso da desilusão, rampa de iluminação e platô da produtividade. Como visto anteriormente, a inepção da realidade aumentada antecede mesmo a criação do Gartner Hype Cycle, que se deu em 1995, então a tecnologia estudada nunca esteve no início da curva, mas a partir de 2004 figurava na ascendente em direção ao “pico das expectativas infladas”. Em 2008 a RA estava no alto e, na última medida de 2014, se encontrava à beira do “fosso da desilusão”:

---

<sup>2</sup> C e C++ são linguagens de programação de propósito geral, criada em 1972 e utilizada até hoje como base para diversas aplicações computacionais.

Figura 08 - Gartner Hype Cycle 2014



Fonte: Gartner Institute (2014)

Segundo análise do Instituto dos últimos grandes acontecimentos, a posição na qual a RA se encontra na curva é em grande parte culpa de eventos que ocorreram e foram cobertos em larga escala pela mídia de massa, não apenas pela mídia especializada, como a ascensão e queda do Google Glass. Por outro viés, diversos outros eventos que vêm sendo noticiados indicam que a previsão da RA chegar no platô da produtividade entre 5 a 10 anos pode ser real, chegando a ser possível até que passe direto pelo “fosso da desilusão” para a “rampa da iluminação”.

Uma olhada rápida em agregadores de notícias demonstra a atual expectativa positiva para a tecnologia, com informação de gigantes como Microsoft, Apple e Google demonstrando interesse fortemente direcionado à RA.

A Microsoft, uma das maiores empresas de software do mundo, anunciou esse ano o lançamento do HoloLens, sistema semelhante ao HMD discutido anteriormente e adaptado às tecnologias atuais. A miniaturização permite que a tecnologia proposta meio século atrás, que então era fixa numa sala e pesava muito mais do que o usuário, caiba em um aparelho menor do que um *smartphone*. A figura a seguir mostra um testa-

dor do Hololens e a representação realizada em tempo real do que ele enxerga através das lentes do protótipo:

Figura 09 - Testador interagindo com aplicativo no Microsoft Hololens



Fonte: Arstechnica (arstechnica.com) (2015)

Outro importante exemplo de inserção da RA no cotidiano, o já mencionado Google Glass foi uma tentativa da Google de levar ubiquidade de seu produto para o mercado de consumidores. Por volta de 2013, quando a expectativa pela RA estava no auge, a empresa de buscas de internet anunciou seu *wearable* que viria para mudar tudo. Se trata de uma espécie de óculos com um display em um pequeno prisma que dá a impressão ao usuário de ter uma sobreposição em sua visão de um pequeno monitor que pode passar informações, acessar internet, aplicativos, entre outras utilidades. A figura a seguir mostra um usuário do aparelho e um exemplo de como o display se apresenta em seu campo de visão:

Figura 10 - Usuário do Glass e exemplo de uso do display



Fonte: phandroid.com (2014)

Apesar de ter sido assunto recorrente durante algumas semanas depois do lançamento, o Google Glass foi tido como uma falha e teve sua fabricação parada no início de 2015.

Diversas reportagens dos maiores portais de tecnologia, como Wired e Techradar tentam compreender o que houve de errado para a aparente falha do Glass ocorrer, enquanto outras notícias mais recentes dos mesmos canais começam a enxergar o *flop* como apenas um tropeço no caminho para um futuro produto mais adequado às necessidades do usuário.

Esses lançamentos se tornam ainda mais interessantes pelo viés da eliminação do monitor na interação do usuário com o computador. Seja em celulares, smartwatches, em parte até mesmo no Google Glass, há uma restrição clara de onde está a tela e onde ela não está, uma clara separação do “mundo real” do “mundo virtual. O Hololens e algumas outras aplicações de RA representam o passo adiante nessa relação do homem com a informação. Garbin (2010) aponta essa colocação dos conteúdos diretamente na visão do usuário sem a utilização de monitor, bem como a interatividade com gestos e fala, como os primeiros passos do avanço do Graphic User Interface (GUI) para Interfaces Naturais (IN).

As divergências nas notícias sobre as tecnologias atuais e futuras de RA vêm a confirmar uma certa desilusão já anunciada pelo Gartner Institute, mas uma rápida busca por informações recentes demonstra uma relevância renovada que só demonstra a ascensão da importância da discussão da RA.

#### **2.1.4 Tipos de Realidade Aumentada em uso**

São utilizados contemporaneamente três principais tipos de realidade aumentada. Segundo Fuhr (2011), são utilizados a RA com utilização de marcadores, a RA sem utilização de marcadores (ou de ambiente) e a RA de localização, que faz uso de GPS e giroscópios para localizar o usuário nos ambientes.

A Realidade Aumentada que faz uso de marcadores foi a primeira a ser disponibilizada em larga escala para o público. Para que essas aplicações funcionem, se faz neces-

sário o uso de marcadores, que podem ser figuras, fotografias, textos ou qualquer ilustração reconhecível pelo software utilizado a fim de localizar o objeto a ser sobreposto. A imagem a seguir demonstra esse tipo de AR:

Figura 11 - Figura de baseball usada como marcador para RA



Fonte: engadget.com, Topps baseball cards (2013)

Esse é o tipo de RA mais encontrada atualmente em objetos de aprendizagem, já que ela pode utilizar livros ou outros materiais didáticos como marcadores. Essa tecnologia é limitada quanto ao material onde as figuras são impressas, já que materiais reflexivos podem dificultar a captação de suas imagens pelas câmeras dos dispositivos de AR.

A chamada RA de ambiente não necessita do uso dos marcadores para sobrepor os objetos tridimensionais nos ambientes. As aplicações com esse tipo de tecnologia contam com reconhecimento dos locais a partir de programas complexos ou por vezes de partes do corpo. Esse é o tipo de RA utilizado para fazer “provas de roupa online” ou para testar onde mobiliários caberiam em um quarto. Em seguida um exemplo de RA

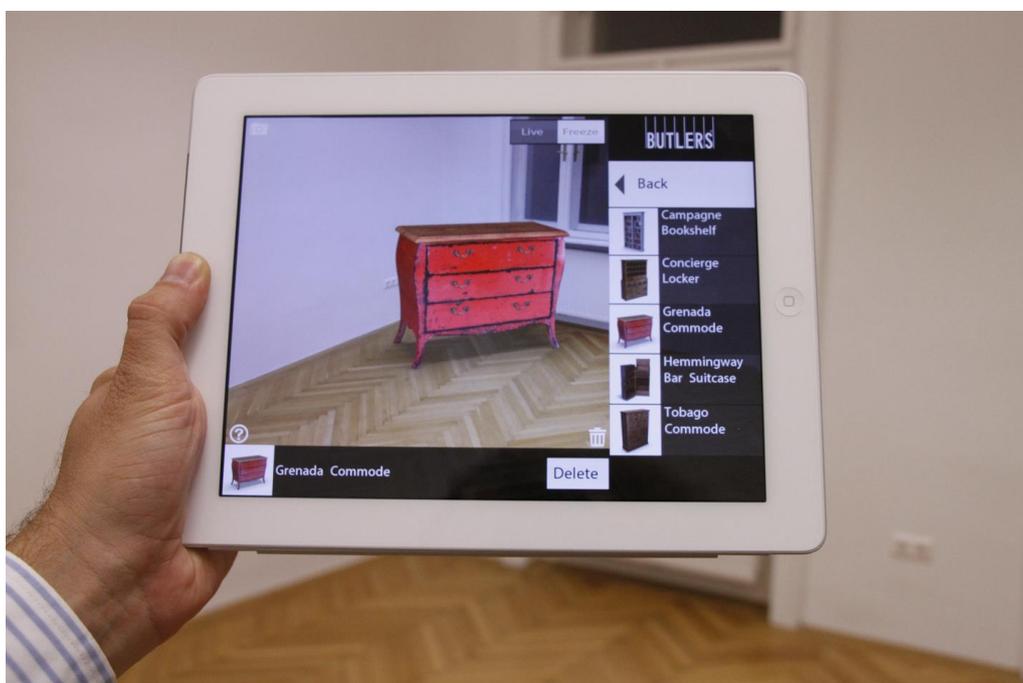
sem marcador aplicada sobre um rosto humano e um exemplo de um objeto 3d colocado num ambiente físico.

Figura 12 - RA na promoção do filme Transformers sobrepõe capacete de Autobot em fã



Fonte: PPC Interactive

Figura 13 - Mobiliário virtual colocado em ambiente real sem auxílio de marcador



Fonte: Augment AR

O terceiro tipo de RA em uso é o mais adequado a aplicações em turismo, localização e mobilidade em geral. Se trata da RA que utiliza GPS e dispositivos principalmente dos *smartphones* para colocar o usuário num contexto local para, então, sobrepor as imagens captadas pelas câmeras dos aparelhos com informações e indicações. Esse tipo de RA é bastante utilizada pela facilidade de programação, e aplicabilidade em geral. A seguir uma imagem de um aplicativo sendo utilizado para localizar o usuário no Rio de Janeiro:

Figura 14 - Aplicativo de realidade aumentada utiliza GPS para localizar e contextualizar usuário



Fonte: etips.com

Alguns aplicativos avançados fazem uso de mais de um desses modelos de RA em combinação, a fim de tornar a experiência do usuário mais rica possível.

### 2.1.5 Utilização da realidade aumentada na educação

Já faz alguns anos, desde de 2011, que o respeitado Horizon Report menciona a Realidade Aumentada como um dos grandes fatores a modificar o campo da educação mundial. Os usos na educação, segundo o Report, são extensos e claros. A tecnologia permite a criação de aulas expositivas com caráter de atividade, com pouco esforço a partir do professor e alta facilidade de reprodução, já que o principal da tecnologia é *software*.

Num contexto maior, a RA tem potencial para trazer uma ubiquidade já existente na vida dos estudantes, no caso das redes sociais, para o aprendizado. Segundo Gabriel (2013) a revolução da conectividade propiciada pelas novas tecnologias transforma as

capacidades do humano e faz ruir o sistema educacional baseado no livro e professor como fontes únicas do conhecimento. Diversas aplicações da tecnologia na educação tentam ainda suportar o sistema tradicional de ensino, mas há bons exemplos de experimentos que buscam a adaptação à nova realidade. Ainda segundo Gabriel, no livro Educ@r:

Quando uma revolução tecnológica acontece, ela recria a realidade e transforma o impossível em possível. Antes do século XX, voar era impossível para o ser humano, bem como um indivíduo trabalhar em uma cidade e morar em outra, porém, hoje essas são coisas comuns. Há dez anos apenas, era impossível assistir vídeos no celular, e hoje isso é usual. Assim, o que realmente importa em uma revolução tecnológica não é a tecnologia em si, mas o que fazemos com ela e como ela pode melhorar as nossas vidas. (GABRIEL, 2013, cap. 7)

Dito isto, fica claro que apenas a tecnologia não será fonte de avanços sem a colaboração dos técnicos e docentes, além de determinadas mudanças políticas necessárias. Infelizmente o avanço tecnológico sozinho ainda não se faz suficiente para uma mudança real (WU, 2013). Outros fatores da educação no Brasil serão vistos na seção seguinte, além da análise de algumas aplicações da RA na educação no capítulo 3.

Diversos exemplos de aplicações da RA na educação serão abordados na seção 3.1.2, a fim de melhor entender como se relaciona essa tecnologia com os estudantes contemporâneos.

## 2.2 O ENSINO PARA O JOVEM CONTEMPORÂNEO

As pessoas nascidas em 1997 completam, em 2015, 18 anos. Em 1997 a internet já existia, bem como celulares, televisão a cabo, jogos em 3D, entre outras tecnologias que se viu explodir nos últimos trinta anos. Segundo Eric Schmidt, executivo do Google, a cada dois dias, atualmente, é gerada tanta informação no mundo quanto toda informação que foi criada do início da humanidade até 2003, mas o sistema educacional utilizado ainda é baseado em estudos realizados em meados do século passado, quando ainda não era possível sonhar com ferramentas tão simples quanto uma simples calculadora eletrônica pessoal.

Para a criação de um sistema de RA que possa diminuir a distância entre o multimídia do cotidiano dos estudantes, é importante entender como se comporta esse estudante, como ele se relaciona com o ambiente de ensino e o que é possível fazer para que os agentes desse ambiente façam parte da revolução da informação.

### **2.2.1 O Perfil do Jovem Contemporâneo no Brasil**

O Dossiê Jovem MTV Brasil é um documento que traça características dos jovens de diversos locais do país através de entrevistas e pesquisas, a fim de entender o consumo dos meios de comunicação, passando por conteúdos e tecnologia. O último dossiê, de 2011, dá destaque à rápida entrada de novas tecnologias nas últimas décadas, comparando essa invasão a uma nova colonização onde todos passam a ser obrigados a falar a mesma língua do colonizador: de fato em 2015 já se tornou importante a alfabetização digital para funcionar na sociedade.

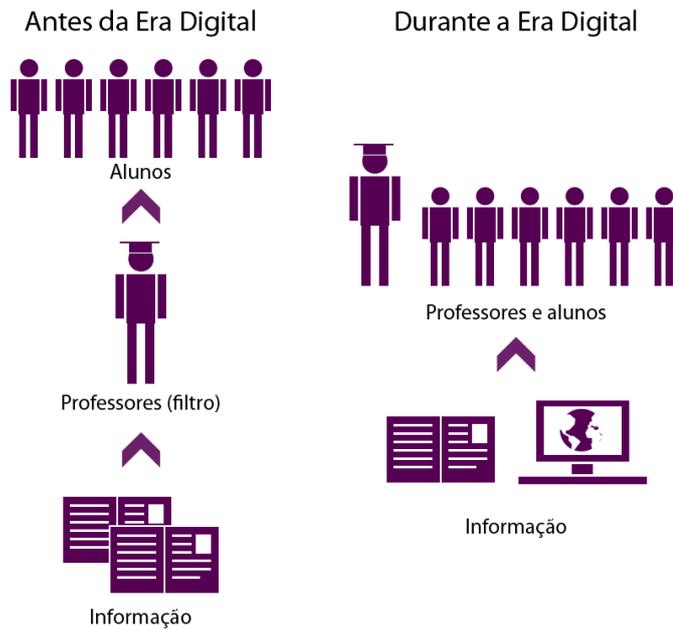
O perfil do jovem brasileiro sofreu alterações drásticas na última década, algumas dessas mudanças claramente em virtude das mudanças motivadas pela tecnologia. Gabriel (2013) menciona uma das mais importantes, no que tange fontes de informação: enquanto quinze anos atrás os indivíduos possuíam números mais expressivos de “laços fortes”, como família e amigos, atualmente possuem maioria do que se chama na pesquisa de “laços fracos”, como conhecidos e colegas.

A enorme quantidade de dados a que as pessoas são expostas é chamada por Gabriel (2013) de info-obesidade e é encarada como um problema, pois os meios de lidar com a informação hoje em dia não são filtrados como eram em épocas idas. A característica das relações atuais de laços fracos acaba fazendo com que os poucos laços fortes tenham menos potência de filtro no recebimento das informações, fazendo com que a assimilação do que é recebido se torne imprevisível. A figura a seguir ilustra como se dá a aquisição de informação comparativamente antes e depois da era digital<sup>3</sup>:

---

<sup>3</sup> Por “era digital” se entende o período iniciado com o fim da era industrial, por volta de 1980, quando se deu a criação ou popularização dos microprocessadores, redes de computadores, fibra ótica e computadores pessoais.

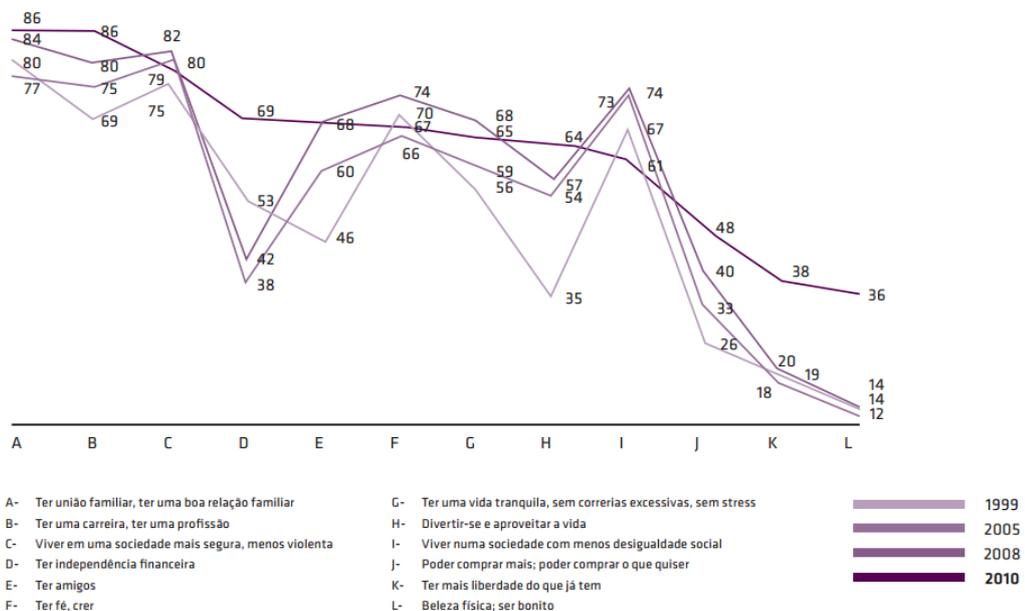
Figura 15 - Fluxo de conhecimento antes e durante a Era Digital



Fonte: Gabriel, 2013, adaptado pelo autor

Tal fato se dá, entre outros fatores, por essa ubiquidade das redes sociais e assemelhados que permeiam quase tudo que está conectado à internet. Certos valores têm mudado perceptivelmente, como é possível ver no gráfico, a partir da popularização das redes sociais e da internet móvel:

Figura 16 - Os valores dos jovens

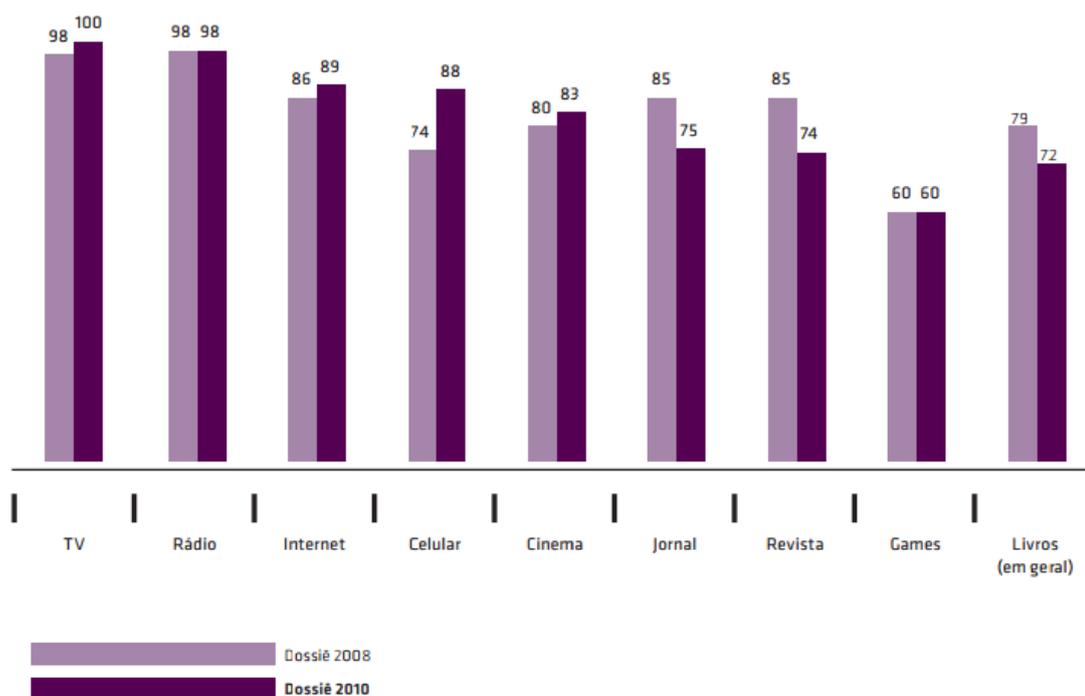


Fonte: Dossiê Jovem MTV 2011

Outros dados da mesma pesquisa apontam mudanças fortes nas escolhas de atividades de lazer: em 2008, socializar em redes sociais ou messengers era apontado como hobby por 41% dos entrevistados, enquanto em 2010 essa porcentagem estava em 89%. Em 2008, usar o celular era entretenimento para 74%, em 2010 para 88%. Esses aumentos foram acompanhados de dados que diminuíram expressivamente: ir a museus, participar de grupos culturais, tocar instrumentos, praticar esportes ou participar de competições esportivas tiveram grandes baixas. Assistir televisão também demonstrou queda, mas pouco expressiva. Uma pesquisa mais recente, da Deloitte Development, mostra que menos de 50% das pessoas de 14 a 30 anos nos Estados Unidos ainda acompanha séries ou assiste filmes utilizando televisor, tendo a maioria desses usuários migrado para *smartphones*, tablets ou computadores. Ainda do Dossiê MTV, 15% dos jovens disseram que sua atividade de lazer favorita é navegar na internet.

A forma de consumo das mídias também vem mudando. Notavelmente os jovens consomem mais mídia do que todas as outras faixas etárias, mas os meios para consumir os conteúdos vêm mudando com o avanço dos eletrônicos de uso pessoal:

Figura 17 - Hábitos de consumo de mídia entre os jovens



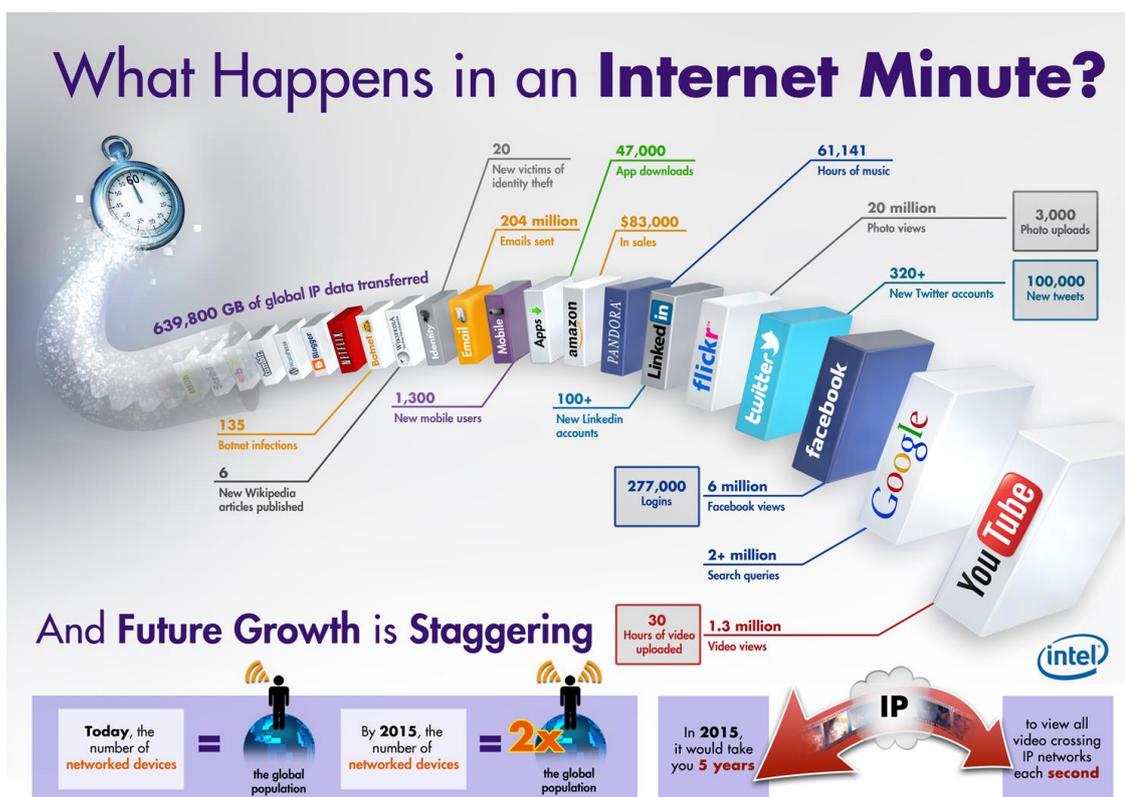
Fonte: Dossiê Jovem MTV 2011

A diminuição do consumo das mídias físicas só evidencia o distanciamento do sistema tradicional de educação da realidade dos jovens. 88% dos jovens relataram possuir celular em 2010, 100% desses afirmaram consumir mídia através do aparelho. Enquanto isso as mídias físicas de reprodução periódica sofreram pelo menos 10% de diminuição no consumo, enquanto livros, que em geral são considerados pelo ensino tradicional como uma das principais fontes de informação, sofreram queda menor, em grande parte devido à obrigatoriedade do consumo por parte das instituições de ensino.

Uma característica que define a geração ingressante no ensino em 2015 é o que se chama cibridismo, segundo Gabriel (2013). A persona do estudante não é mais puramente física, não pode ser medida apenas por sua presença no local da sala de aula ou onde esteja, mas há também de se levar em consideração sua presença virtual, seu eu da internet, cuja existência acaba por completar a personalidade do indivíduo. Esse cibridismo se dá pela onipresença das tecnologias e pela facilidade de acesso às redes móveis de dados. Segundo pesquisa realizada pela Telefônica e Financial Times, há uma grande esperança dos jovens em relação à possibilidade das tecnologias de mudar o mundo. 71% dos jovens brasileiros acredita que a tecnologia cria oportunidades para todos, 85% acredita que ficou mais fácil arrumar emprego na Era Digital, 92% acredita que a tecnologia móvel facilita a quebra das barreiras de linguagem, 91% dos jovens brasileiros crê que sua experiência com a tecnologia é boa ou excelente. Com tanta positividade a respeito da tecnologia é inegável que falta um componente tecnológico na educação. Outro dado da pesquisa da Telefônica sinaliza que mais da metade dos jovens brasileiros aponta a educação como principal fator para mudanças positivas no país.

O facilitado acesso a informação tornou o jovem mais informado, mas também mais inquieto. Há uma certa falta de noção de tempo, já que as aplicações digitais que permeiam toda a vida deles dão resultados quase instantâneos. Outra característica sentida, segundo o Dossiê MTV, é uma sensação de saber tudo, não em pequena parte por toda disponibilidade de informação existente nas mídias mais consumida por eles. A vida social, enquanto se tornou mais intensa, também se tornou mais impessoal, já que boa parte dos encontros se dão de forma virtual. Em seguida um gráfico gerado pela Intel que demonstra o que acontece na internet em um minuto:

Figura 18 - O que acontece em um minuto de internet?



Fonte: intel.com (2012)

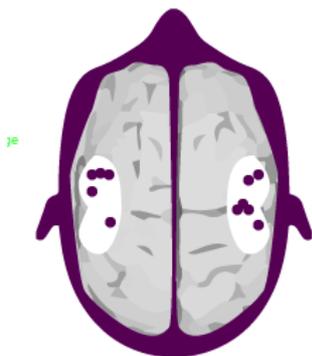
O informativo artigo *Your Brain on Social Media*, ou Seu cérebro sob influência das mídias sociais, do site Bitrebels, tenta mapear algumas das transformações cognitivas que essas mudanças tão profundas no modo de encarar a vida têm nos jovens, sobretudo no que se refere ao viés multitarefa necessário para lidar com essa quantidade de informações. O artigo cita um estudo da Hewlett-Packard sobre os danos ao QI que o multitarefa pode causar, além de um estudo de pensamento cognitivo que afirma que os tempos de reação de um motorista que está utilizando o *smartphone* pode aumentar tanto quanto se ele tivesse uma quantidade de .08% de álcool no sangue. Multitarefa parece ser a única forma de lidar com a quantidade de informação recebida diariamente, mas no gráfico a seguir pode-se ver como ela afeta negativamente a atividade cerebral:

Figura 19 - Atividade cerebral enquanto uma pessoa realiza multitarefa

## O que acontece no cérebro enquanto multitarefa

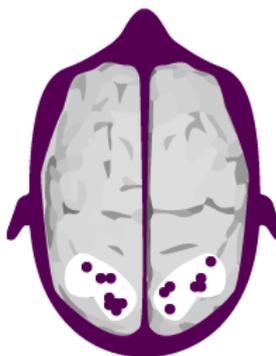
### Tarefa de compreensão

Indivíduo escuta frases complexas e tem de responder a questões de verdadeiro ou falso.



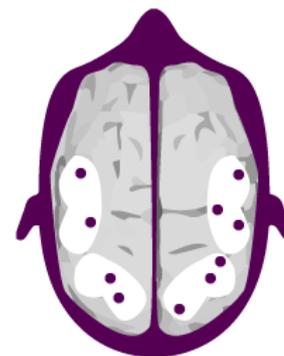
### Tarefa de rotação

São apresentadas figuras tridimensionais aos pares ao indivíduo e ele as rotaciona mentalmente a fim de descobrir se são a mesma figura.



### Tarefa de rotação e compreensão

As duas tarefas são realizadas concomitantemente.



● = Atividade Cerebral

Fonte: Vizworld.com (2013), adaptado pelo *autor*

Esse caráter multitarefa, além do conhecimento de economia da atenção que se passa com os alunos, são peças que vêm a indicar a necessidade de buscar meios de dar aulas que chamem atenção dos estudantes.

A geração atual de estudantes, imersa em constante sobrecarga de informações e mudanças, pode ver num aplicativo de realidade aumentada relacionado a seus livros didáticos e sala de aula não apenas mais uma forma de adquirir dados, mas um filtro de conteúdo e uma lente para atualizações das perenes mudanças nas matérias que se estuda.

### 2.2.2 O Ensino Médio no Brasil frente as Novas Tecnologias

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), lançada em 1996, ainda é, em 2015, chamada de Nova LDB. Freitas (2007) coloca essa legislação como profunda transformadora do ensino no Brasil, já que, entre outras mudanças, tira a dupla função do Segundo Grau de preparatório para o ensino acadêmico e habilitador de profissão de nível técnico, passando à condição de última etapa da educação básica, com o novo nome Ensino Médio. Tal mudança veio para desfragmentar as matérias antes ensinadas,

tentando criar aprofundamento das matérias aprendidas até então, prestando atenção aos vínculos e correlações existentes entre os assuntos.

A LDB prega, então, uma interdisciplinaridade que busca de alguma forma contextualizar a realidade vivida pelo aluno no ambiente educacional, organizando a matéria em grupos do que se chama base nacional comum, com os grupos de disciplinas dispostos em:

- a) Linguagens, códigos e suas tecnologias (língua portuguesa, línguas estrangeiras modernas, educação física, arte e informática);
- b) Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias (biologia, física, química e matemática);
- c) Ciências humanas e suas tecnologias (história, geografia, economia, sociologia, antropologia, filosofia e política).

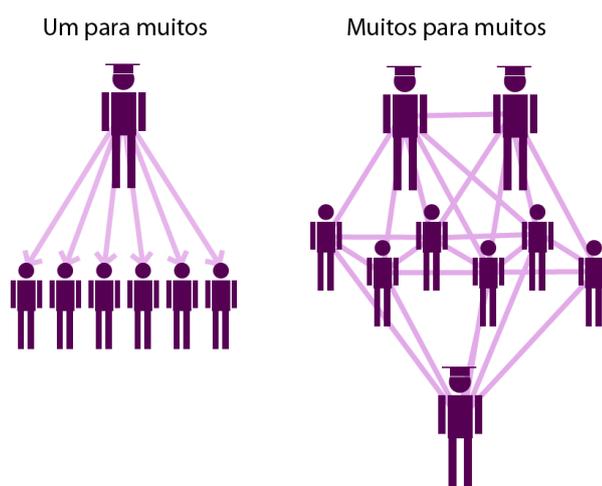
Toda essa conexão entre as matérias exige do professor uma sintonia com o nível de hiperconectividade dos alunos, já que o diálogo entre as matérias exige mais do que livros didáticos para se fazer valer. Conforme visto anteriormente, o professor não pode mais apenas atuar como filtro para a informação recebida pelos alunos, mas ainda cabe a ele o papel de catalisador da absorção e reflexão da miríade de dados recebidas pelo aluno de forma cru e, por vezes, errada. O professor passa, então, a ser mediador entre o mundo digital e o aluno.

O papel do profissional de educação necessita claramente de uma mudança de ponto de vista. A Era Digital, Era da Informação, Era da Interface, como se preferir chamar, exige do profissional que não mais procure ser a única fonte de dados que o aluno terá sobre a matéria. Essa visão retrógrada faz com que o conteúdo estudado se encerre no conhecimento do professor, não abrindo ao aluno a possibilidade de, por conta própria, buscar informações novas de seu interesse para, então, recorrer ao professor para averiguar sua veracidade e aplicabilidade nas disciplinas. Ao professor que se abre a esse processo mais moderno, Gabriel (2013) se refere como professor-interface, já que ele se coloca não como o obsoleto filtro, mas como fomentador da curiosidade e filtro do incorreto dentre aquilo que o discente buscou por conta própria. É a diferença entre o pro-

fessor que dá uma aula e pede ao aluno que a tome por verdade por sua autoridade e o professor que coloca uma questão e dá a seus pupilos a possibilidade de pensar, criar, instigar e encontrar respostas coerentes.

A forma de ensino de professores que se proponham a ser interfaces vai ao encontro das diretrizes da LDB, que se demonstram pouco defasadas apesar de datarem a épocas anteriores ao *boom* atual de informação, mas ainda assim respeitam certos preceitos da Revolução Industrial, trabalhando como linhas de produção, ou seja, exigindo que todos alunos absorvam as mesmas informações da mesma forma. A grande mazela atual está nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) que engessam as matérias e tiram possibilidade de personalização das aulas. Os sistemas cartesianos de ensino propostos pelos precursores da educação moderna ainda são aplicados à revelia, tentando padronizar alunos que sabem não serem iguais, ainda segundo o Dossiê MTV Brasil. A sugestão contemporânea é que se saia da amarra do “um para muitos” atualmente utilizado e se parta para o “muitos para muitos” possibilitado pelas novas tecnologias e novo acesso à informação, focando dessa forma o processo de aprendizagem em detrimento do conteúdo (SOUZA, 2012).

Figura 20 - Um para muitos e muitos para muitos

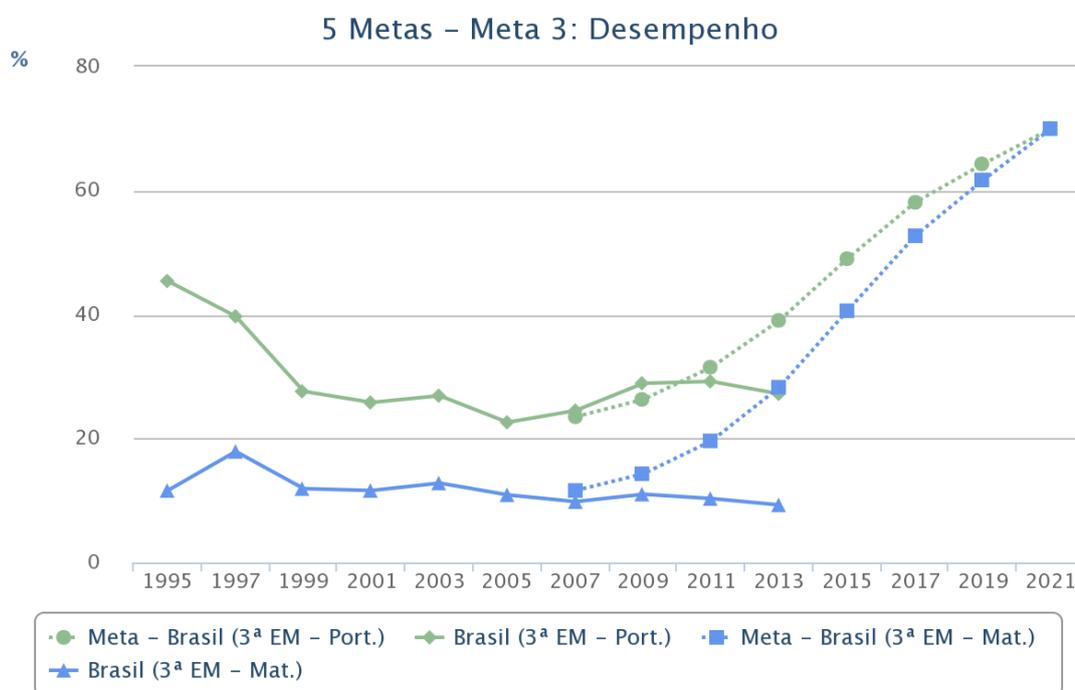


Fonte: *Autor*

Apesar dos pontos positivos em partes da LDB, as dificuldades de se pôr em prática mesmo a lei proposta em 1996 ainda são evidentes em 2015. Desde a expansão da

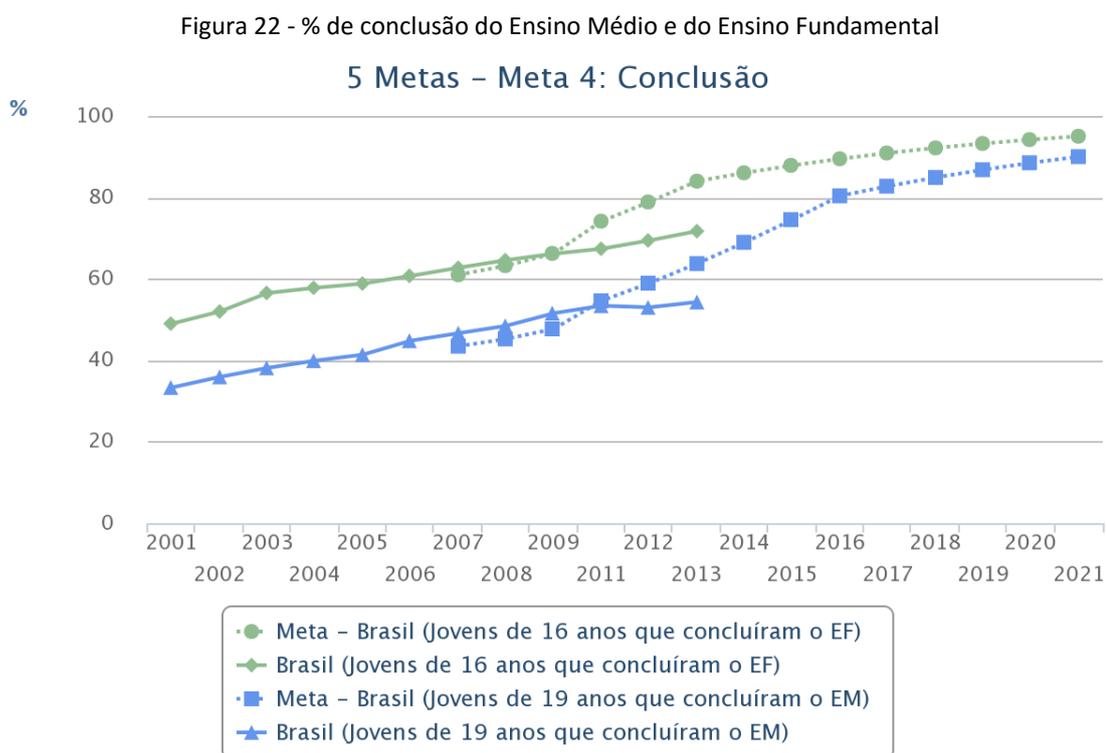
escolarização básica dada no fim da década de 70 o Brasil ainda não conseguiu se recuperar das mazelas da educação que Marçal Ribeiro (1993) aponta na história da educação nacional, como a compra de materiais sem o devido treinamento dos professores, além de frequentes mudanças de direção sem preparo. As campanhas de escolas públicas versus escolas particulares ocorridas na década de 50 ainda se fazem sentir na segunda década do novo século, estando o Brasil em 53º lugar dos 65 países ranqueados no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes, ranking da OCDE. Outros dados demonstram analfabetismo funcional de 28% entre a população de 15 a 64 anos, além da incapacidade de ler de 34% dos alunos na quinta série do Ensino Fundamental (Todos Pela Educação). Em seguida um gráfico do programa Todos Pela Educação que demonstra as expectativas, em linhas pontilhadas, e os resultados obtidos até agora nas notas de português e matemática no Ensino Médio no Brasil, entre 1995 e expectativas até 2021, quando o programa espera que o Brasil tenha nota 6 no desempenho do IDEB contra os 4,6 atuais:

Figura 21 – Desempenho dos alunos de 3º ano do ensino médio em português e matemática



Fonte: Todos Pela Educação

Os indicadores do programa, que encompassam cinco metas de Atendimento, Alfabetização, Desempenho, Conclusão e Investimento Direto em % do PIB estão todos com enormes atrasos a partir da medição de 2011, quando a primeira melhora real era esperada. Um dado que corrobora a sensação de que os jovens não estão interessados na forma de dar aula atual é o de Conclusão dos ensinos tanto médio quanto fundamental:



Todos os indicadores estudados apontam para a necessidade de mudanças em breve a fim de enquadrar o ensino brasileiro nas expectativas de alunos e professores, já que a mudança não pode partir somente dos docentes (GABRIEL, 2013).

Segundo dados do estudo “Uma escala para medir a infraestrutura escolar”, de pesquisadores da UnB, 15,5% das escolas brasileiras possuem infraestrutura adequada ou avançada, o que incluiria laboratório de computadores ou auditório. Essas seriam as unidades prontas para receber um programa como o proposto. Por outro lado, conforme visto nos dados do Dossiê MTV, cerca de 90% dos jovens possuem *smartphone*, o que

reforça a necessidade de criação de um aplicativo para celular a fim de contemplar o maior número de usuários.

### 3 ANÁLISE DE MERCADO

Esse capítulo visa estudar aplicações em uso corrente da Realidade Aumentada, para que este conhecimento auxilie no levantamento das necessidades e requisitos do projeto, bem como entrevista com especialistas da área.

#### 3.1 ANÁLISE DE SIMILARES

Se faz importante a análise de similares a fim de entender onde estão os sucessos e erros de processos já realizados, a fim de certificar que o projeto em estudo seja congruente com as expectativas do mercado e com o que o público alvo espera das aplicações.

Para que o panorama de análise abranja os similares em mais de um espectro, a pesquisa será dividida em *hardwares* específicos para RA, programas de realidade aumentada utilizados na educação e, por fim, provavelmente a categoria com mais numerosos bons exemplos, jogos que façam uso da realidade aumentada.

Para que se tenha um bom entendimento do tipo de realidade aumentada que estará presente nos produtos, será utilizada categorização dos produtos em RA com marcadores, RA sem marcadores e RA de localização.

##### 3.1.1 Aparelhos de Realidade Aumentada

Dos aparelhos que se utiliza especificamente para realidade aumentada, dois se destacam. Inúmeros aparentam ter tecnologia mais avançada, mas estão em desenvolvimento no momento, como o já discutido Hololens. Em seguida a análise dos selecionados, o Playstation Vita e o Vuzix Wrap 1200DXAR.

Ressalta-se que não é necessário o uso de tais aparelhos para o uso de aplicação RA, que pode ser feita com *smartphone*, computador pessoal com *webcam*, entre outros mais cotidianos. Os aparelhos mostrados são apenas bons exemplos com aplicação específica.

### 3.1.1.1 Playstation Vita

Playstation Vita



Fonte: Sony (2012)

O Playstation Vita é uma plataforma portátil de jogos digitais da Sony que possui capacidades de Realidade Aumentada desde seu lançamento. O dispositivo conta com diversos sensores para tornar a experiência de RA mais fluida possível. Os sensores que a RA utiliza no aparelho, além de algumas características importantes são:

Tabela 01 - Especificações Playstation Vita

Playstation Vita	
CÂMERAS	Câmera frontal 120fps@320x240px, 60fps@640x480px
	Câmera traseira 120fps@320x240px, 60fps@640x480px
SENSORES	Giroscópio de três eixos
	Acelerômetro de três eixos
	Bússola eletrônica de três eixos
PESO	~219g
DIMENSÕES	183 x 85 x 15mm
INTERAÇÃO	Diversos botões digitais, dois direcionais analógicos, tela touch

Fonte: Sony

Esses sensores são utilizados em diversos jogos, mas a falta de capacidade de *software* e o pouco poder de processamento acabam fazendo com que a realidade aumentada utilizada pelo Vita seja quase sempre utilizando marcadores. Na convenção GDC (Game Developers Conference) de 2012 a Sony demonstrou aplicações para o Vita que não utilizavam marcadores, mas a falta de capacidade do aparelho acabou fazendo que a demonstração não surtisse os efeitos esperados.

### 3.1.1.2 Vuzix Wrap 1200DXAR

O Vuzix Wrap se trata de um dos concorrentes na corrida por óculos de Realidade Aumentada que quer se incluir na realidade industrial. Um dos primeiros usos da RA foi o aplicado na Boeing onde se utilizou um visor gigantesco para encontrar cabos dentro de peças complexas com uma espécie de visão de raio x guiada por computador e, em 2015, ainda há muita pesquisa em direção a óculos e *softwares* que possam auxiliar em tarefas complexas e nem tão complexas.

O Vuzix Wrap foi escolhido dentre os concorrentes principalmente por sua parceria no desenvolvimento dos *softwares*, que é com a gigante dos *softwares* de gestão SAP SE, portanto não se trata apenas de um conceito sem parâmetros. A seguir uma foto do aparelho, que está à venda por US\$1500,00 com garantia de 30 dias para retorno e devolução do investimento e, em seguida, tabela com especificações do aparelho:

Figura 23 - Vuzix Wrap 1200DXAR



Fonte: Vuzix

Tabela 02 - Especificações Vuzix Wrap 1200DXAR

Vuzix Wrap 1200DXAR	
CÂMERAS	Par de câmeras estereoscópicas 30fps@640x480
SENSORES	Giroscópio de três eixos
	Acelerômetro de três eixos
	Bússola eletrônica de três eixos
PESO	Não disponibilizado
DIMENSÕES	Não disponibilizado
INTERAÇÃO	Diversos botões digitais no controlador, comandos de voz diretamente na interface contextual

Fonte: Vuzix

O Vuzix Wrap é interessante para a realidade fabril por poder ter uma planta do local armazenada em seu controlador e interligada com um *software* de gestão SAP, que utiliza as câmeras do aparelho para realizar leituras do ambiente e dos produtos com que o usuário interage a fim de fazer atualizações em tempo real de estoque e compras. No caso de trabalhos em armazéns, o programa pode se ligar à base de dados da empresa para guiar o usuário sem a utilização de marcadores ao lugar onde ele deve ir para realizar suas funções, como demonstra a figura abaixo:

Figura 24 - Interface do Wrap demonstrando para o usuário localização de uma prateleira no armazém



Fonte: Vuzix

O preço de US\$1500,00 parece barato para tamanhas vantagens, mas para que o Vuzix Wrap funcione, a empresa precisa de um investimento extra para adaptação para seu uso, que pode chegar a milhões de dólares.

### 3.1.2 Aplicações educacionais com realidade aumentada

Um dos usos da Realidade Aumentada com maior destaque entre as pesquisas acadêmicas é a da educação. Existem inúmeras tentativas de levar a RA para as escolas, sobretudo no que tange a impressão de livros didáticos que façam uso da tecnologia. A seguir serão vistos alguns que se destacam pela excelência da arte utilizada e pela interface eficiente.

Todos os exemplos para *smartphone* utilizados são gratuitos e disponíveis na Play Store dos celulares Android, a loja padrão utilizada pelo sistema operacional. Alguns deles necessitam da impressão dos marcadores, que são imagens utilizadas para que as interatividades aconteçam. Esses casos são indicados pela presença de uso de marcadores na descrição.

Os demais, que indicam o uso de *webcam* ou de outros dispositivos, são produtos comerciais e podem ser adquiridos nas lojas específicas.

### 3.1.2.1 Spacecraft 3D

Spacecraft 3D é um aplicativo realizado pela NASA (Agência Espacial Norte-Americana) que permite, utilizando um marcador, visualizar diversos aparelhos utilizados na exploração do espaço em objetos 3D extremamente detalhados. O aplicativo permite que o usuário imprima diversos marcadores diferentes, cada um simulando o local onde os aparelhos se encontram, para através deles visualizar os veículos e robôs. Há também a opção de selecionar o aparelho que o usuário desejar e utilizar qualquer marcador para visualizá-lo. Os modelos não têm interatividade de forma alguma com o usuário a não ser pela rotação e aproximação possibilitada por circular em torno do marcador. O aplicativo dá dicas de como colocar os objetos pequenos em escala real, dessa forma é possível colocar aparelhos como o Curiosity na sala de estar e compará-lo ao tamanho de uma poltrona, por exemplo:

Figura 25 - Spacecraft 3D mostra o robô Curiosity sobre uma mesa de computador



Fonte: podfeet.com

Spacecraft 3D está disponível para Android e IOS gratuitamente.

### 3.1.2.2 Google Sky Map

Um dos primeiros aplicativos a utilizar realidade aumentada nos *smartphones*, o Google Sky Maps possibilita a identificação e localização de estrelas, satélites naturais e artificiais e planetas apenas apontando a câmera do dispositivo Android para o local onde o corpo celeste em questão se encontra. Outra possibilidade do aplicativo é escrever o nome de algum objeto em um campo de busca e deixar que o programa guie o usuário até a localização correta. O programa é gratuito.

Figura 26 - Usuário utiliza o Google Sky Map para identificar corpos celestes

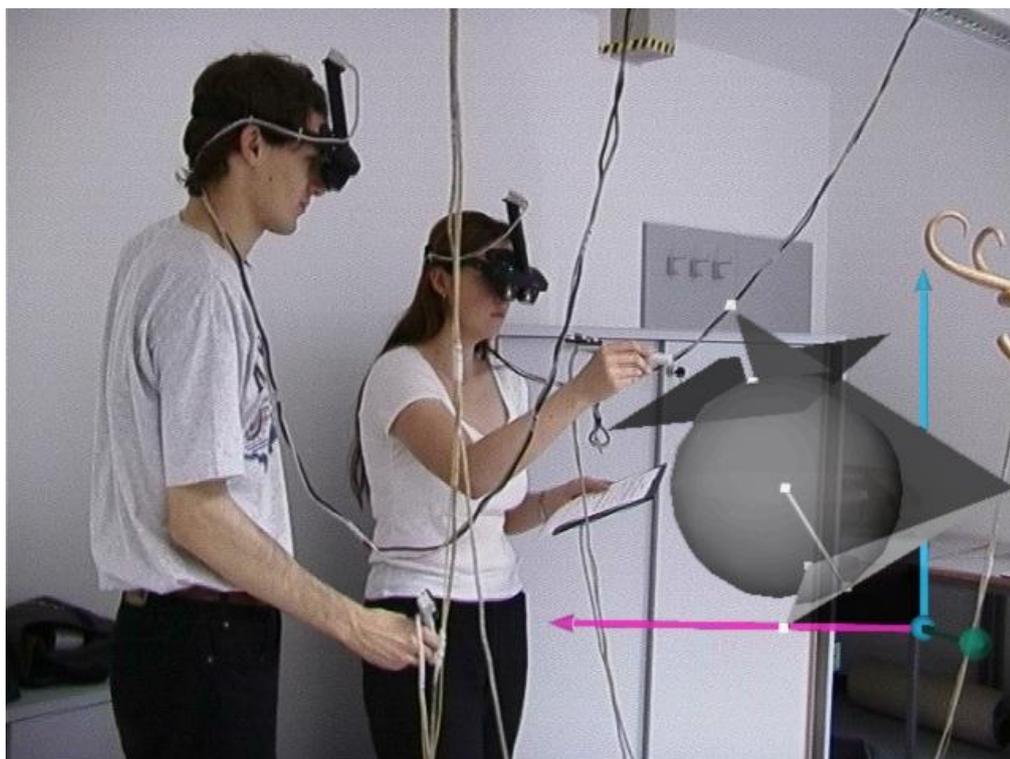


Fonte: made4u.com.br

### 3.1.2.3 Construct3D

O programa Construct3D não é novo, ele já circula nos meios acadêmicos desde o início da década de 2000, mas ele foi um precursor importante no uso da realidade aumentada na educação. Se trata de uma ferramenta de construção de geometrias tridimensionais para educação que utiliza um HMD e uma espécie de caneta interativa para fazer uso dos recursos do programa, que permite inscrever formas geométricas no espaço a partir de gestos, adicionando e subtraindo volumes e vendo os resultados em tempo real. Uma das vantagens do sistema utilizado é que mais de um usuário pode interagir ao mesmo tempo com os objetos tridimensionais. Os equipamentos utilizados para o programa não são pequenos ou leves, mas seu caráter pioneiro o coloca em destaque. Construct3D foi realizado por Hannes Kaufmann e equipe na Universidade de Viena.

Figura 27 - dois usuários interagem com Construc3D

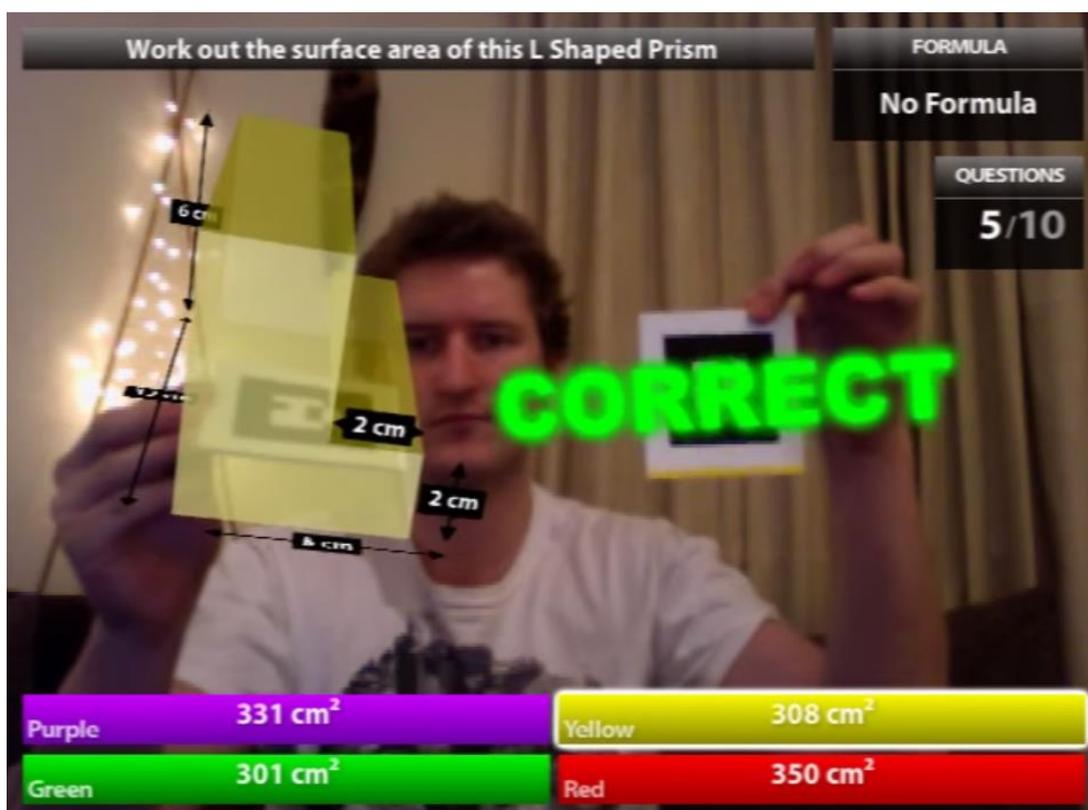


Fonte: Universidade de Viena

#### 3.1.2.4 LearnAR

LearnAR é uma ferramenta interativa criada pelo SSAT (Rede de escolas inglesas) que inclui suítes de jogos e demonstrações interativas que vão de aulas de francês a trigonometria, passando por demonstrações de química e de física nuclear. Através do uso de marcadores, as aplicações do LearnAR permitem que o usuário interaja com o computador respondendo perguntas e modificando situações que ocorrem entre os elementos 3D. LearnAR é de 2010 e ainda exige que se faça uso de um computador com *webcam* para seu uso, não sendo ainda possível utilizar o aplicativo com *smartphones*.

Figura 28 - Usuário responde quiz interativo de matemática utilizando marcadores

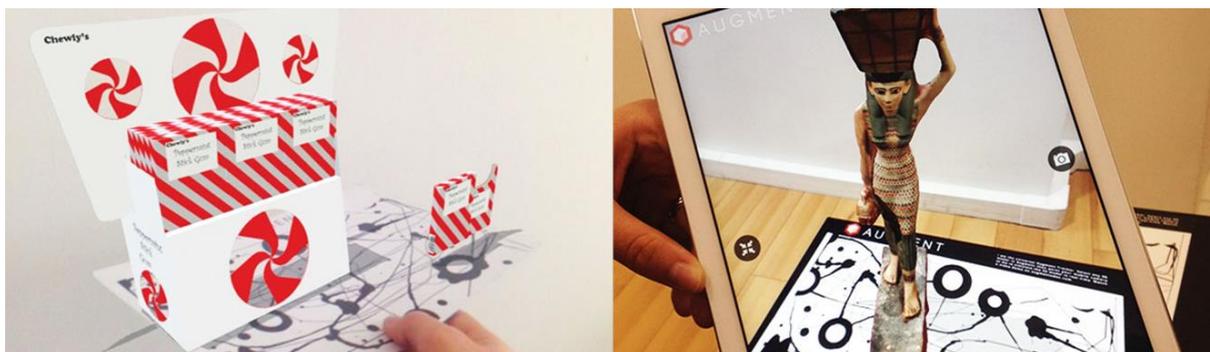


Fonte: SSAT

### 3.1.2.5 Augment

Augment não se trata de um aplicativo exclusivamente utilizado para realidade aumentada na educação, mas sim de uma ferramenta de usos diversos que possibilita ao usuário enviar modelos 3D e sincroniza-los com marcadores personalizados, dando a eles diversas possibilidades de interação. Quando o programa, que está disponível gratuitamente para *smartphones*, detecta um dos marcadores sincronizados em sua nuvem com a câmera do celular, o objeto 3D aparece na tela como nos outros programas, mas o usuário que enviou o modelo pode ter atrelado a este uma interação ao clicar no modelo, como abrir um vídeo, mostrar um texto de explicação, tocar um som, iniciar uma animação, entre outros. Estas possibilidades tornam o Augment um programa incrível para educadores, que podem fazer uso de licença gratuita do programa para suas aulas. As figuras a seguir mostram o aplicativo sendo utilizado em aula de design de embalagens e de história das artes:

Figura 29 - Augment sendo utilizado em aula de embalagem e de história das artes



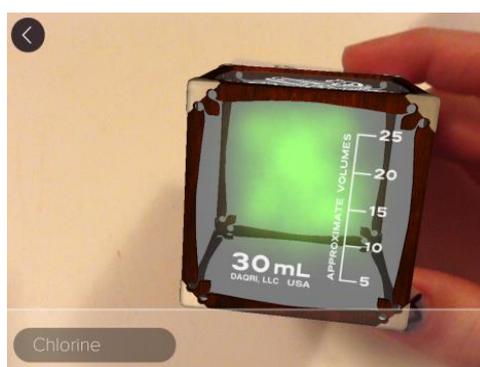
Fonte: augmentdev.com

Existem plataformas semelhantes ao Augment, como o Layar, as principais diferenças estão em preço e interface dos aplicativos.

### 3.1.2.6 Daqri Elements 4D

Este aplicativo para *smartphones* tem uso específico, pois funciona apenas para aulas de química, mas é um dos usos para educação mais divertidos segundo os reviews da Play Store e da Apple Store. O jogo exige que o usuário imprima e monte cubos que os desenvolvedores disponibilizam gratuitamente no site da Daqri, cada cubo com seis elementos impressos, um em cada face. Ao apontar o *smartphone* para os cubos, o celular reconhece aquele que está centralizado em sua câmera e transforma o cubo em uma peça com aparência de mágica que dá dados sobre os elementos químicos e demonstra como seria seu estado físico no ambiente. A seguir uma figura de um cubo de cloro:

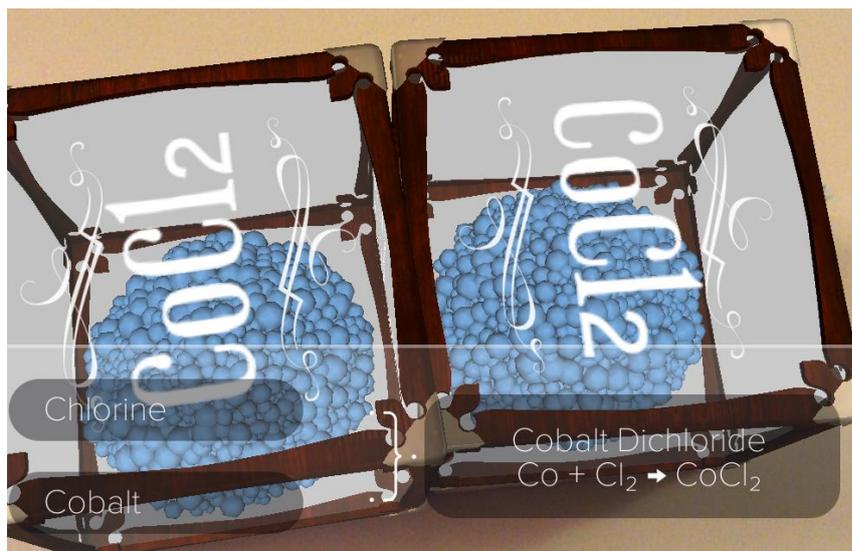
Figura 30 - Daqri Elements 4D quando visualiza o marcador de Cloro, demonstrado em estado gasoso



Fonte: engagetheirminds.wordpress.com

Essas informações demonstradas por si só já são um grande feito do programa, mas não obstante essa utilidade, quando se aproxima um outro cubo com marcadores do programa do primeiro, o aplicativo mostra a molécula resultante da mistura dos elementos:

Figura 31 - Cubos de cloro e cobalto foram aproximados, mostrando representação do sal resultante



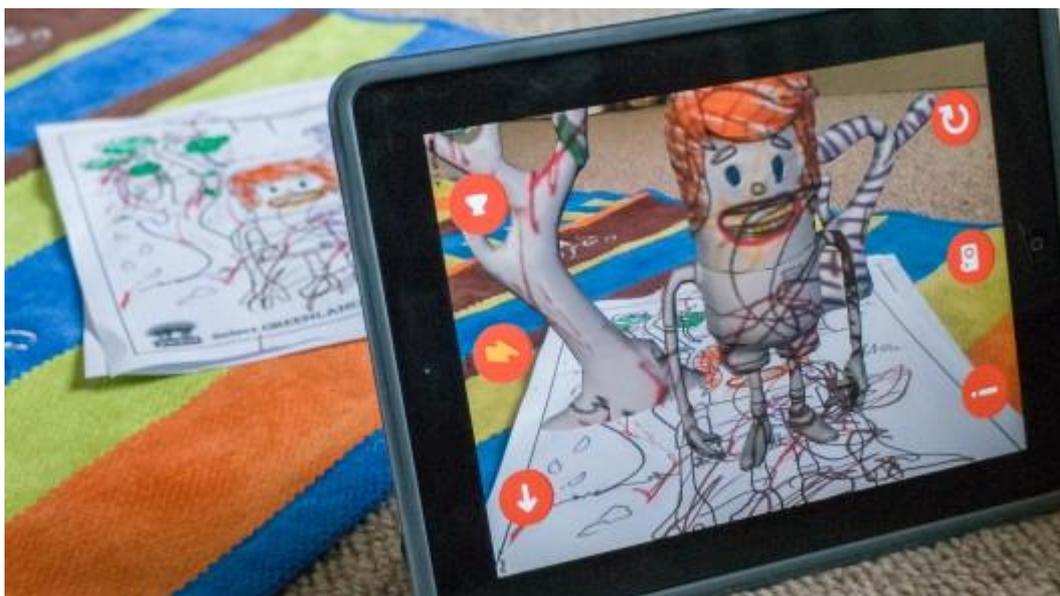
Fonte: [engagetheirminds.wordpress.com](http://engagetheirminds.wordpress.com)

Em pesquisa rápida em portais de professores norte-americanos é fácil encontrar planos de aulas entusiasmados com as possibilidades do aplicativo.

### 3.1.2.7 Chromville

Chromville é um aplicativo para educação infantil que faz uso da realidade aumentada para incentivar a criatividade das crianças. O aplicativo exige que o tutor imprima folhas para o aluno colorir e, assim que o trabalho estiver colorido, o tutor pode utilizar o tablet ou *smartphone* para “tornar o desenho colorido em 3D”, ou seja, ao final da colorização é possível tirar uma foto do boneco e ambiente coloridos e as cores escolhidas pela criança irão ser as cores que o ambiente 3D terá.

Figura 32 - Chromville coloca as “cores” utilizadas por uma criança em um personagem 3D



Fonte: Wired

### 3.1.3 Jogos e programas de entretenimento com realidade aumentada

A seguir serão analisados jogos para o Playstation Vita, *smartphones* e computador que utilizam Realidade Aumentada.

#### 3.1.3.1 Marxentlab Batman Augmented Reality App

Esse é apenas um dos exemplos dos muitos aplicativos que existem para interação com alguns poucos modelos tridimensionais de figuras da cultura pop. Como ele há vários, dos Transformers, Star Trek, Star Wars, Heróis da Marvel, entre outros. Esses aplicativos, como o estudado da Marxentlab, utilizam em sua grande maioria marcadores como páginas de revista, pedaços de pôster de filmes, encartes em histórias em quadrinhos para mostrar os heróis e *assets* das propriedades intelectuais como naves, carros e outros. Boa parte desses aplicativos permite ao usuário interagir com os modelos através de botões, engatilhando animações e outras interações para engajamento dos fãs.

Figura 33 - aplicativo mostra Batman em pose heroica



Fonte: marxentlabs.com

### 3.1.3.2 Kaiju Infestation

Kaiju Infestation é um jogo de uma desenvolvedora brasileira chamada Carranca Games. O jogo, que utiliza a engine unity para funcionar, utiliza um marcador que simula o mapa de uma pequena ilha. Quando a câmera do celular capta o marcador, a ilha vem à vida com uma usina nuclear no centro, cabendo ao jogador defendê-la utilizando a tela do celular como se fosse a mira de uma arma voadora. Em segundos, monstros gigantes (Kaiju) começam a sair do mar na volta da ilha, com o firme intuito de destruir a usina nuclear. O jogador dispõe de quatro armas diferentes para atacar os monstros, fazendo a mira com a própria câmera do telefone, circulando livremente no ambiente da ilha como se estivesse em um helicóptero.

Figura 34 - Kaijus atacam a usina em grupo



Fonte: Carranca Games

### 3.1.3.3 Google Goggles

Esse aplicativo da Google foi outro pioneiro da realidade aumentada. Ele tenta ser um auxiliar de quase todas atividades cotidianas, já que funciona como leitor de código de barras, de QR code, ele lê e traduz textos que sejam colocados em seu campo de visão, identifica obras de arte e marcos urbanos importantes, auxilia a navegação urbana com sobreposição da visão da câmera com indicadores guiados por GPS, reconhece dados em cartões de visita

Figura 35 - Google Goggles identifica a Golden Gate Bridge



Fonte: Google (2011)

### 3.1.3.4 PulzAR

Este jogo para o Playstation Vita utiliza os marcadores como representações de espelhos e prismas que o jogador coloca no campo de jogo para refletir um raio laser emitido em algum local. O objetivo é levar força a diversos pontos a fim de energizar um míssil, que sairá do meio do local onde o jogador criou o ambiente de jogo direto para cima, atingindo um meteoro gigante que pode ser visto com o uso do aplicativo. Se trata de um puzzle diferenciado que poderia até ter uso em aulas de física.

Figura 36 - Foguete lançado do balcão da cozinha cruza o espaço em direção a meteoro próximo ao lustre



Fonte: Sony

### 3.1.3.5 Table Ice Hockey

Outro jogo feito para o PS Vita, Table Ice Hockey faz exatamente o que o nome diz: coloca um rink de hóquei em uma superfície plana da escolha do usuário. Nesse caso a realidade aumentada é menos interativa e mais demonstrativa: o jogador joga o jogo como qualquer jogo de esporte feito para o portátil, mas pode se aproximar ou afastar de áreas de interesse se movendo fisicamente em torno dos marcadores que delimitam o campo de jogo.

Figura 37 - Jogo de hóquei na mesa de café

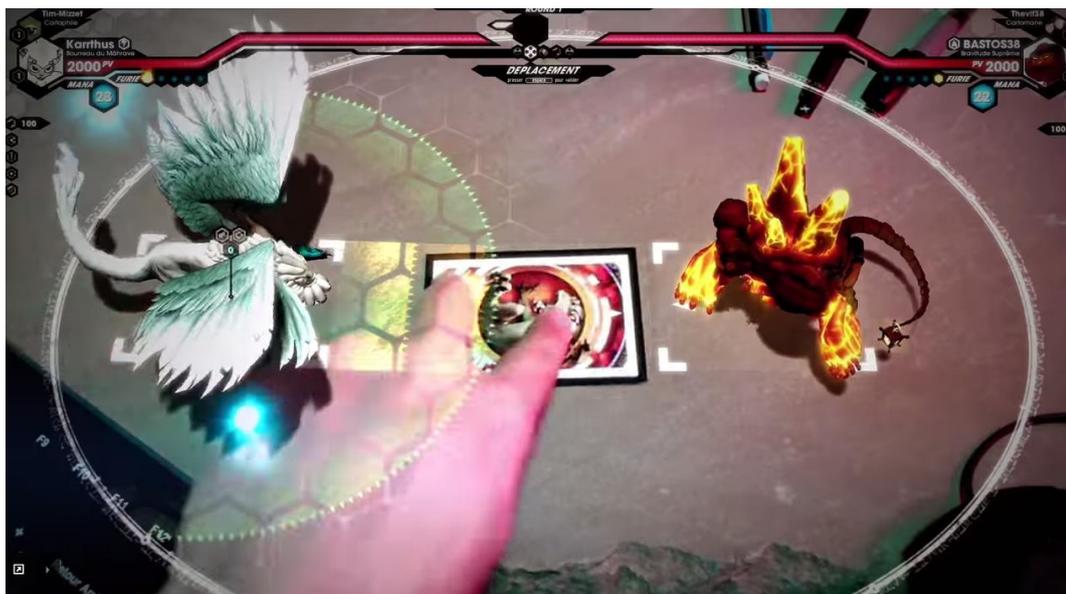


Fonte: Sony

### 3.1.3.6 Drakerz

Jogo francês de combate de cartas ao estilo Magic que utiliza de RA para comandar batalhas entre os monstros representados nos impressos. O diferencial desse jogo é a necessidade de comprar cartas e registrá-las em uma coleção virtual de cartas antes de poder utilizá-las, fazendo com que o jogo seja um híbrido real e virtual que utiliza a Realidade Aumentada como um catalisador entre os dois mundos. O jogador utiliza a *webcam* do computador para delimitar um local onde a luta acontecerá e espera que o oponente faça o mesmo em outra parte do globo. A partir daí um misto de movimentações das cartas físicas e comandos no computador guiarão a coleção de cartas de um jogador contra o outro.

Figura 38 - Jogador movimenta sua carta em Drakerz



Fonte: Drakerz.com

### 3.2 CONCLUSÕES DA ANÁLISE DE MERCADO

O estudo dos similares demonstrou que existe espaço para muita exploração e inovação nas aplicações de Realidade Aumentada. Diversos grupos ao redor do mundo vêm investindo tempo e recursos ostensivamente a fim de chegar a soluções de alta qualidade e, enquanto muitos já chegaram a um estado de excelência, muitos ainda estão em desenvolvimento e buscando formas de destaque.

Uma questão que ficou evidenciada é que os aplicativos que fazem uso de mistura de interação entre físico e digital são os que possuem as melhores análises de usuário, ou seja, os que mais agradam o público, enquanto os que utilizam a RA apenas como forma de demonstração não atingem os objetivos a que aparentemente se propõem.

Aplicativos completos como o analisado Augment, além de ótimas análises de usuários, também possuem notas altas de desenvolvedores. A facilidade que o aplicativo propõe com a ligação do aplicativo a uma página *web* proporciona uma flexibilidade rara para todos atores envolvidos em sua utilização.

A inovação em RA parece andar atrelada a usos naturais e surpreendentes. A descoberta das possibilidades enquanto se utiliza os aplicativos se demonstra essencial.

## 4 SÍNTESE

Determinados o público alvo, os assuntos abordados e considerados os similares estudados, o passo seguinte será destrinchar as características do objeto de aprendizagem que levarão os melhores resultados com a tecnologia disponível, tendo em mente o objetivo de manter os custos tanto operacionais quanto iniciais o mais baixo possível. Para tanto, será necessário delinear os atributos desejados no objeto, além dos atores participantes para que o resultado seja congruente com a realidade.

Os dados encontrados em pesquisa levaram à conclusão de que o melhor formato para o objeto de aprendizagem será o de portal, ou seja, um agregador de conteúdos diversos. Para tanto, o *smartphone* terá uma interatividade com qualquer livro didático cadastrado no objeto, a fim de abrir as já constatadas barreiras desse tipo de publicação, tornando o texto em hipertexto, com ligações externas a vídeos, páginas de internet ou modelos 3D que possam ajudar a enriquecer a experiência de ambos discente e docente, a fim de motivar e qualificar o nível dos estudantes e aulas.

### 4.1 ATRIBUTOS

Levando em consideração as características dos similares e as necessidades do público alvo, além de sua realidade socioeconômica, foram determinadas algumas características necessárias para o objeto. Um atributo que deve ser respeitado em ambos aplicativo para dispositivos móveis e *webapp* é que eles devem ser autossuficientes em questão de uso, não sendo necessário materiais externos para o aprendizado de uso. Todo material de ajuda e instrução quanto ao uso deve ser acessível através do próprio objeto.

#### 4.1.1 Aplicativo

O objeto deverá ter a forma de aplicativo para celular, dada a ubiquidade e hegemonia do formato nos meios de aquisição de informação e cultura dos jovens. Outra

característica que reforça a utilização desse formato é a tecnologia dos próprios aparelhos, que atualmente possuem acesso à internet, processador gráfico e câmera de vídeo em sua grande maioria. Algumas características necessárias para o aplicativo são:

- a) Deve interagir com o conteúdo de aula através do livro didático, a fim de organizar os conteúdos abordados pelo objeto e valorizar o próprio livro;
- b) Necessita de intervenção do professor como filtro e catalisador dos conteúdos. O professor será o mediador de acesso das interatividades presentes no aplicativo;
- c) O conteúdo presente no aplicativo deverá ser predeterminado, ou seja, não se fará uso de algoritmos ou reconhecimentos digitais que tentem prever o assunto estudado, o conteúdo será programado com antecedência e liberado para os alunos no decorrer das aulas e do avanço da disciplina;
- d) O aplicativo deve ser multidisciplinar e possibilitar a utilização de tantos livros quanto a escola necessitar;
- e) Será utilizada a câmera do telefone para a interatividade entre o aplicativo e o livro;
- f) Podem ser incorporados outros métodos modernos de aprendizado no aplicativo além da aplicação de realidade aumentada, desde que congruentes com o que for estudado;
- g) O aplicativo deve dar liberdade para o usuário de economia de uso de dados de internet e de espaço interno no celular através de opções de configuração, dado o público alvo;
- h) Deve haver forma de personalização do aplicativo por parte do usuário;
- i) O aplicativo não deve obrigar o usuário a imprimir marcadores ou aquisição de qualquer tipo de material. As únicas necessidades devem impreterivelmente ser o acesso à internet e o uso de um *smartphone*. O único substrato físico utilizado será o livro didático utilizado pelo colégio.

Todos esses atributos devem ser considerados na geração de alternativas para o aplicativo. A questão de níveis e contas de usuário serão abordadas na seção 4.2.

#### 4.1.2 Aplicativo para navegador

A análise de similares demonstrou que os aplicativos de realidade aumentada de conteúdo aberto, ou seja, cujo conteúdo pode ser acrescentado ou subtraído por usuários, podem fazer uso de acesso por outros meios que não os aplicativos para *smartphone* sobretudo para a administração dos materiais. Consciente dessa característica, é proposta a criação de um aplicativo para navegador (*webapp*) que acompanhe o aplicativo para *smartphone*. Fica determinado que os seguintes atributos devem ser respeitados:

- a) O aplicativo para navegador deverá ser acessível em qualquer computador, utilizando um cadastro para seu acesso através de um endereço de internet;
- b) A administração dos conteúdos vistos no aplicativo pelos alunos será realizada através desse *webapp*;
- c) O professor deve ser responsável por liberar e restringir conteúdos através do *webapp*. Ele pode ou não ser responsável pela criação de conteúdo;
- d) O *webapp* deve contar com interface para uso de realidade aumentada através da câmera do computador. Ao contrário do aplicativo, o uso de marcadores impressos pode ser sugerido nessa interatividade, já que a manipulação de livros didáticos frente a uma câmera fixa pode ser incômoda e pouco prática;
- e) Quaisquer outras formas de interatividade que não as de realidade aumentada que venham ser incorporadas ao objeto devem poder ser administradas através do aplicativo para navegador.

## 4.2 ATORES

Dada a complexidade da proposta do projeto, além da característica de possuir conteúdo aberto, será necessária interação de diversos atores para o funcionamento ótimo do objeto. Os atores serão definidos como aluno, que fará acesso aos conteúdos; professor, que liberará conteúdos para os aplicativos operados pelos alunos no decorrer das disciplinas e os administradores, que podem ou não ser professores, que farão os vínculos do conteúdo dos livros com o objeto. Outro ator que é possível e necessário para o funcionamento ótimo do objeto é o próprio designer, que será crucial na criação de páginas de internet, vídeos e modelos 3D, caso a escola usuária decida que necessita de conteúdos próprios voltados para seu projeto pedagógico. O papel de cada um dos atores, cada um com nível de acesso e contas para *login* diferentes, será analisado a seguir.

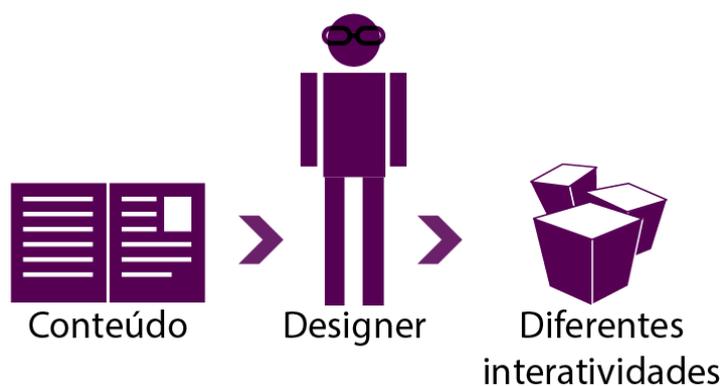
### 4.2.1 Designers

Os designers são atores que podem ou não estar vinculados diretamente ao objeto. O papel deles dentro do projeto é a criação de conteúdos que possam ora substituir os desenhos feitos no quadro da sala de aula pelos professores, ora tornar mais vívida e interessante a interatividade entre aluno e livro didático.

O papel do designer não se torna imprescindível em todos locais onde o portal for utilizado, já que escolas que utilizem os mesmos livros poderão reutilizar certas interações como preferirem

No caso das escolas públicas, o papel do designer pode ser um tanto diferente, já que é possível que este ator faça conteúdos para os livros didáticos utilizados em todo um estado, por exemplo, não sendo necessário o contato dele com a escola em si. Em seguida uma figura simples do papel do designer:

Figura 39 - O Papel do designer no objeto



Fonte: Autor

#### 4.2.2 Administradores

Através do aplicativo para navegador, os administradores vinculam páginas de internet, vídeos e modelos tridimensionais às páginas dos livros didáticos utilizados. O administrador deve, preferencialmente, ter conhecimentos pedagógicos suficientes para saber onde cada interatividade será mais proveitosa, além de possivelmente se comunicar com o designer a fim de orientar e qualificar as ilustrações e interatividades propostas.

As interatividades devem ser feitas utilizando como marcador partes ou páginas inteiras do livro, sendo necessário então que se fotografe ou escaneie as páginas a fim de tê-las digitalizadas para o devido reconhecimento por parte do objeto. A partir dessa digitalização que se dará a inserção das interatividades em realidade aumentada nos aplicativos, que estará melhor explicada posteriormente no presente trabalho. A seguir uma figura simples do papel do administrador:

Figura 40 - O Papel do administrador no objeto



Fonte: Autor

### 4.2.3 Professores

Utilizando ora o aplicativo *web*, ora o aplicativo para *smartphone*, o professor disponibiliza o conteúdo para os alunos de acordo com o andamento da disciplina em sala de aula. O professor somente poderá disponibilizar os conteúdos que o administrador, por sua vez, houver liberado para ele, que serão somente aqueles conteúdos referentes a sua disciplina e livros utilizados. O aplicativo *web* pode contar com um blog para manter os professores informados de quaisquer mudanças no aplicativo ou nos conteúdos disponíveis.

O professor pode fazer uso do aplicativo *web* aliado a um computador com câmera para utilizar as interatividades em realidade aumentada durante as aulas, preferencialmente com uso de marcadores. Esse atributo será estudado principalmente quando for realizado o leiaute do aplicativo.

Figura 41 - O Papel do professor no objeto



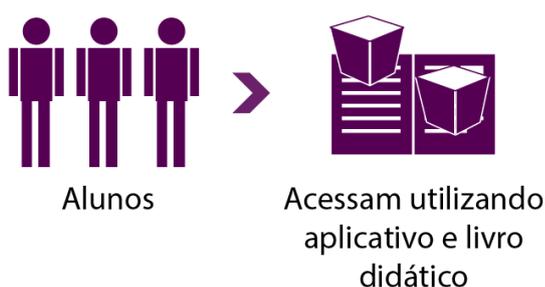
Fonte: Autor

#### 4.2.4 Alunos

Aos alunos cabe apenas acesso ao aplicativo para *smartphones*, através do qual será realizada a interatividade com os conteúdos vinculados pelo administrador ao livro texto e liberados pelo professor com o decorrer da disciplina. O aluno poderá utilizar o aplicativo como “marca página” do conteúdo utilizado atualmente, além de poder interagir de diversas formas com o conteúdo hipertexto. Ao aluno também deve ser dada a possibilidade de escolher diferentes temas para o aplicativo, a fim de dar um grau de personalização para o mesmo.

As formas como o aluno interagirá com o conteúdo se dará no capítulo que discute o leiaute. A seguir uma imagem explicando brevemente o papel do aluno:

Figura 42 - O Papel do aluno no objeto



Fonte: Autor

## 5 CONCEPÇÃO

Em posse dos dados adquiridos até aqui e da síntese, parte-se para a geração de alternativas para as diversas facetas que irão compor o objeto.

### 5.1 NAMING

Definidos atributos e atores, o próximo passo será definir o nome do objeto. Até agora a configuração do objeto carregou atributos suficientes para que seja chamado de plataforma, no sentido computacional, já que ele serve como base para acesso de conteúdo. Outro possível sufixo para o nome seria o já discutido “portal”. Para a seleção do nome em si, foram feitos um *brainstorm*, ou seja, durante algum tempo foram anotados diversos nomes possíveis que combinassem com todos elementos da proposta e, em seguida, foi selecionado o nome que mais se adequa à proposta utilizando o Método de Mudge, uma tabela simples que realiza comparações de preferência entre diferentes alternativas. A seguir lista do processo de *brainstorm*:

Figura 43 - Lista de nomes possíveis

estudAR	formAR
aprender	livro.app
colégio.AR ou colégio.RA	extensão
EM.AR (ensino médio.augmented reality)	aumento
RA na escola	hiperlivro
livro virtual	passo
Eu.RA	evolução
livro aumentado	meu.estudo
didático	estudo
disciplina	estudapp
escolAR	penso
aprendo	sinapse
myAR (minhaRA)	sinapseRA
scholAR	link.RA
teachAR	ligação.RA

Diversos nomes pensados traziam consigo o uso da sigla AR, de *augmented reality* ou a aportuguesação RA, de realidade aumentada. Como visto na análise de similares, diversos programas utilizam essa abreviação dentro dos nomes como indicação do uso dessa técnica. No caso do objeto presente essas alternativas foram as primeiras a serem riscadas das possibilidades, principalmente pela possibilidade da aparência de que com esse tipo de nome o projeto pareça mais uma demonstração da capacidade da realidade aumentada, não um projeto complexo que tenta qualificar as aulas e livros didáticos como um todo. Outra forma de enxugar a lista foi a exclusão de todos nomes em língua estrangeira. O público alvo é brasileiro e é importante a identificação do objeto como sendo produto nacional, ao ver do autor, até para a autoestima do aluno no uso e entendimento do objeto. Com esses cortes, sobraram ainda 15 alternativas na lista.

Os 15 nomes restantes foram colocados em análise fonética empírica pelo autor com auxílio de estudantes. Dessa forma foram cortados dez dos nomes restantes, ficando cinco para a análise com método de Mudge, que obteve o seguinte resultado:

Figura 44 - Aplicação do Método de Mudge

	1	2	3	4	5
1. hiperlivro	x	-	-	-	-
2. penso	2	x	-	-	-
3. sinapse	3	2	x	-	-
4. didático	1	2	3	x	-
5. aprendo	5	5	5	5	x
Frequência	1	3	2	0	4
Priorização	4º	2º	3º	5º	1º

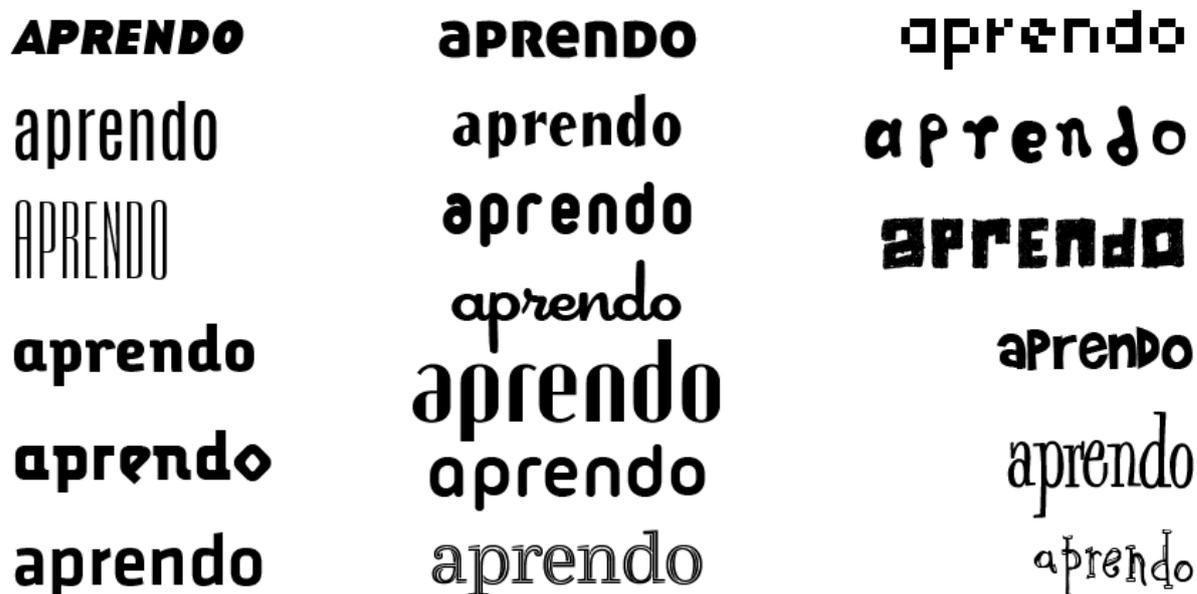
Fonte: Autor

O nome que teve maior frequência na comparação com os outros restantes foi “aprendo”, que também carrega consigo diversas conotações positivas no sentido de captar os assuntos trabalhados em aula, ser um verbo em primeira pessoa, ter boa sonoridade e fácil pronúncia em diversas línguas, caso o projeto viesse a se expandir para escolas internacionais ou para uso de estudantes estrangeiros no Brasil no futuro.

## 5.2 A MARCA

A criação da marca parte de alguns princípios básicos como simplicidade, facilidade de aplicação, reprodutividade em diversas mídias, facilidade de associação, legibilidade e leitura de alto padrão, entre outras. A seguir testes iniciais de fonte que foram realizados para que o logo ficasse de acordo com o esperado:

Figura 45 - Aplicação do Método de Mudge



Fonte: Autor

As fontes foram agrupadas, no teste inicial, a partir de categorias que fossem de “sérias” na esquerda a “lúdicas”, à direita. Foram considerados então alguns atributos que a fonte deveria passar. Alina Wheeler (2009) demonstra que as marcas devem de-

monstrar uma idéia, que os símbolos são receptáculos para as idéias que passam, que a repetição e o uso levam ao entendimento e, assim, tornam o logo na forma mais rápida de comunicação disponível ao designer. A figura a seguir demonstra o pensamento da autora:

Figura 46 - Aplicação do Método de Mudge



Fonte: Design Brand Identity (2009), Wheeler, A.

Partindo dessa pirâmide, o embasamento adquirido até então com as pesquisas irá corresponder a essa base de autoconhecimento. O próximo passo é entender a mensagem central do produto, na ilustração referida como *core message*. Para isso, foi realizada uma reflexão sobre o que significam os atributos determinados até então, o que levou à listagem seguinte de significados:

- a) Tecnologia;
- b) Auxílio à abstração;
- c) Seriedade no estudo;
- d) Diversão no estudo.

Os dois últimos itens podem parecer excludentes a princípio, mas é possível notar em publicações como Super Interessante, Galileu, entre outras, que não somente é possível abordar temas sérios em formato lúdico, mas é recomendável e proveitoso para o

público usuário. Desta forma, a escolha da fonte utilizada no logo pendeu para a direita da tabela, onde se encontram as fontes mais lúdicas. A seguir engendrou-se outro teste a fim de escolher o formato do logo final: um teste de aplicabilidade. As fontes lúdicas foram testadas em formato de marcador de realidade aumentada, a fim de verificar quais possuíam maior facilidade de reconhecimento:

Figura 47 - Teste das diferentes fontes lúdicas aplicadas como marcador de RA



Fonte: Autor

Segundo Fuhr (2011), existem diversas formas de avaliar marcadores de realidade aumentada. A fim de simplificar o trabalho e torna-lo mais congruente com a realidade, foi realizado teste das fontes utilizadas como marcador com *software* próprio da área, o Qualcomm Vuforia. O resultado das testagens está a seguir:

Figura 48 - Resultado das testagens das fontes como marcador

<input type="checkbox"/> Target Name	Type	Rating
<input type="checkbox"/>  teste6	Single Image	★★★★★
<input type="checkbox"/>  teste5	Single Image	★☆☆☆☆
<input type="checkbox"/>  teste4	Single Image	★★★★★
<input type="checkbox"/>  teste3	Single Image	★★★★★
<input type="checkbox"/>  teste2	Single Image	★★★★★
<input type="checkbox"/>  teste1	Single Image	★★★★★

Fonte: Autor

Como é possível ver pelo *rating* do sistema, os marcadores com a fonte Jyczin e com a fonte BoB foram os mais bem-sucedidos. A fonte Jyczin acabou por ser descartada

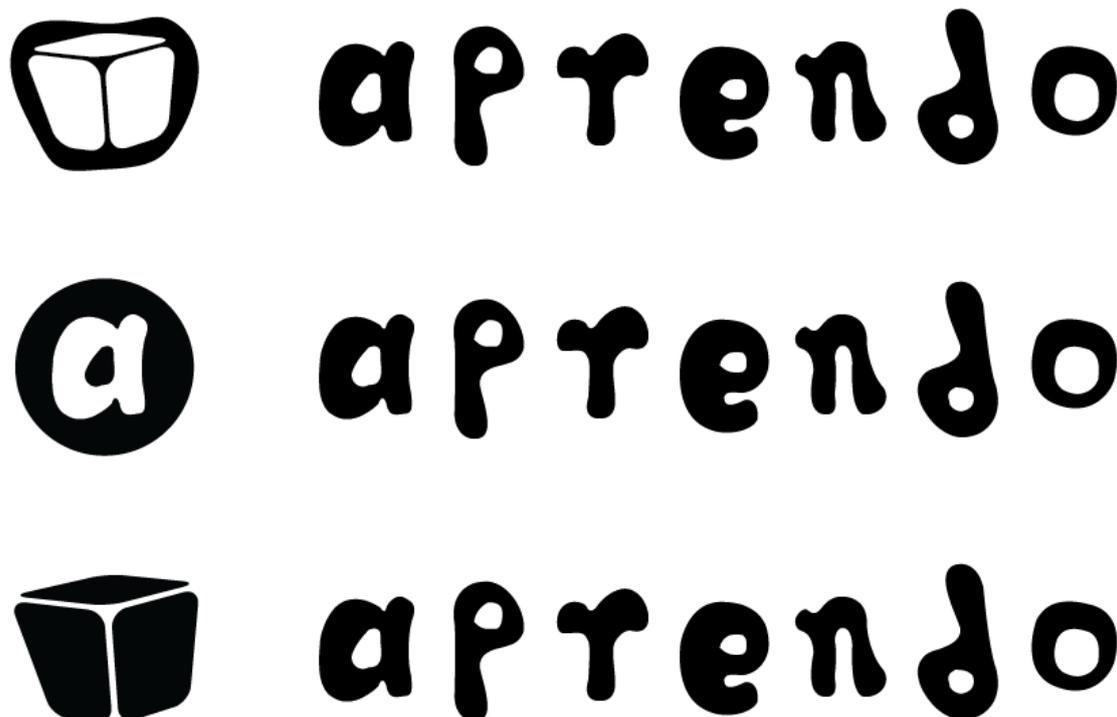
por não ter diversos caracteres e por não passar uma ideia de abstração, fazendo com que a escolha da fonte para o logo ficasse com a fonte BoB. Em seguida foram estudadas possibilidades de logo desenhado para acompanhar o *lettering* da fonte escolhida. Para os desenhos, buscou-se manter os atributos determinados até então, além de pensar que ele deve poder ser utilizado como ícone para os aplicativos associados ao objeto de educação. Outra medida importante foi avaliar e modificar o *kerning* da fonte escolhida, a fim de tornar o logo equilibrado. Em seguida estão a mudança de kerning e alguns dos estudos realizados para logo:

Figura 49 - Mudança do kerning: o original colorido, as mudanças em preto



Fonte: Autor

Figura 50 - Estudos de logo e lettering



Fonte: Autor

Por fim, optou-se pela simplicidade. O logo a ser utilizado é o círculo com inserção da letra “a” igual à utilizada no *lettering*, que também deve guiar o ícone a ser usado no aplicativo móvel.

### 5.2.1 Cor

Para a marca do objeto se optou por não fazer uso de cores, apenas de valores diferentes de preto. Tal escolha irá se refletir no leiaute, que será estudado na seção apropriada. O uso dos valores de preto se dá pela sequência lógica proposta por Wheeler (2009) da cognição das marcas: primeiro se percebe o formato, então a cor para então perceber texto. Por essa sequência se propõe que tanto o logo quanto o leiaute do aplicativo seja mutante e passível de escolha do usuário, tendo valores de preto como base e esquemas pré-definidos de cores como temas possíveis para o uso do aplicativo, levando a uma identificação pessoal que parte de uma escolha do que o usuário considere mais ligado ao esperado do objeto.

A escolha pelo uso de temas de cores se dá pela opção de permitir ao usuário tomar posse de seu aplicativo e utilizar as cores que preferir, desde que se enquadrem dentro dos padrões inclusos. Os temas devem ter relação com as disciplinas e assuntos estudados e devem ter possibilidade de inclusão de outras iterações no decorrer do uso do produto, por parte dos desenvolvedores. Para realizar o estudo de leiaute e logo, foram escolhidos alguns temas que se relacionam com as áreas de conhecimento utilizadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, que determinam as matérias estudadas nas disciplinas do ensino médio. São elas Linguagens, códigos e suas tecnologias; Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias e Ciências Humanas e suas tecnologias. Para simplificação, os temas serão chamados respectivamente Linguagens, Ciências da Natureza e Ciências Humanas. Para a determinação das cores de cada área, foram criados e utilizados painéis visuais que contenham imagens que passem a “idéia geral” de cada tema e realizada uma média de cores harmônicas utilizando o aplicativo Adobe Color CC. A seguir os três painéis e as cores resultantes do estudo:

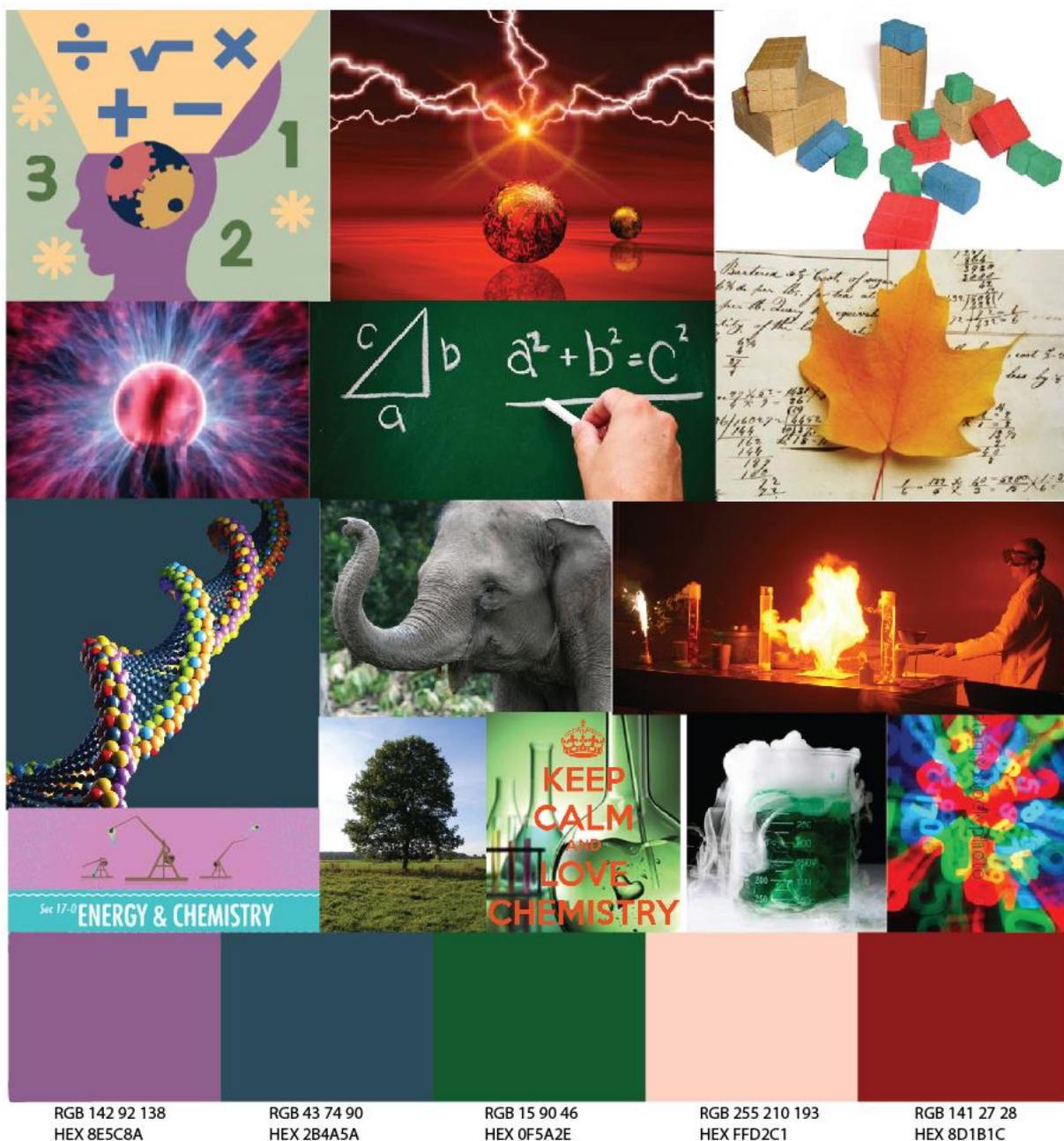
Figura 51 - Estudos de cor para Linguagens



Fonte: Autor

O painel de Linguagens foca na comunicação e na literatura, além do pensamento no mundo e culturas diversas e se tornou o tema com tons mais variados do objeto. A seguir o painel sobre Ciências da Natureza:

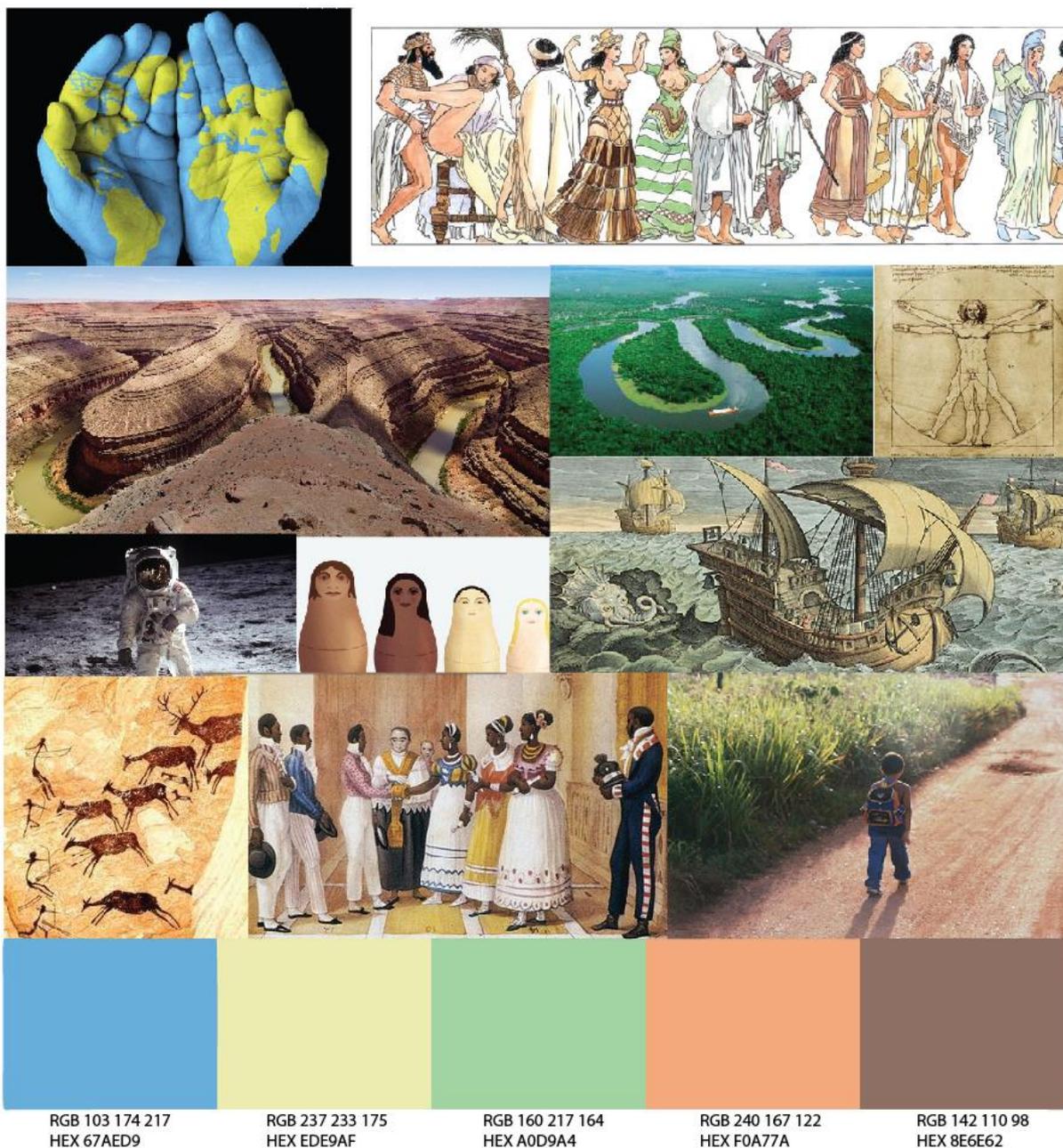
Figura 52 - Estudos de cor para Ciências da Natureza



Fonte: Autor

Foram buscados tons mais fechados, que passem a seriedade do estudo das ciências da natureza, que engloba tudo que se necessita para entender o mundo fora da esfera humana. Física, matemática, química e biologia estão representadas aí. Abaixo as cores escolhidas para o tema Ciências Humanas.

Figura 53 - Estudos de cor para Ciências humanas



Fonte: Autor

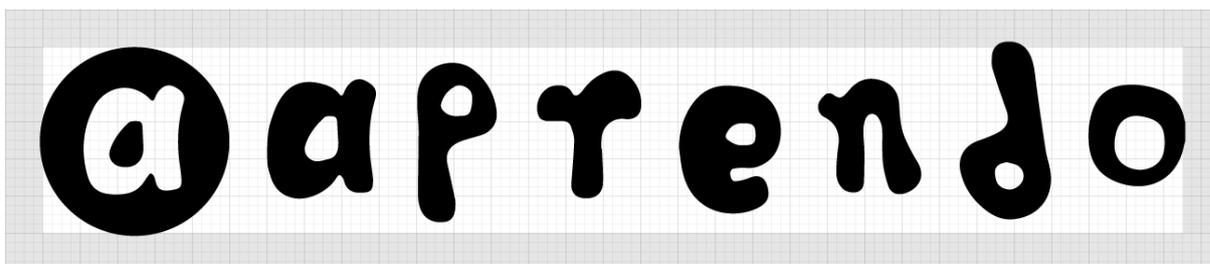
O tema de Ciências Humanas tem nas principais inspirações a história e a geografia. O painel levou a uma escolha de cores mais esmaecidas.

O logo do objeto em geral irá assumir a primeira cor selecionada, que será tomada como principal. As cores restantes irão ser utilizadas principalmente na seção que trata o leiaute. Para os testes de leiaute em geral será utilizado o padrão que se chamará “aprendo”, que contará apenas com valores de preto.

### 5.2.2 Refinamento

A escolha da fonte BoB busca reforçar o objetivo do *aprendo* como auxiliar na capacitação do usuário no que tange a abstração de conceitos, com seus traços sinuosos e orgânicos. A fim de trazer um maior refinamento à marca, foi realizado ajuste do  *Kerning*. A seguir será detalhado o grid de aplicação do logo, onde se utilizou a espessura do traço do “a” do *lettering* como padrão para o grid principal. Diversos ajustes foram feitos nas letras a fim de tornar seu desenho mais harmônico. Após o grid há um teste de cores:

Figura 54 - Grid aplicado sobre logo com área de proteção em destaque



Fonte: Autor

Figura 55 - Logo com as cores principais dos temas sobre diferentes fundos



Fonte: Autor

Após os testes, foi concluído que logo e *lettering* possuem legibilidade adequada em fundos escuros e claros.

### 5.3 LEIAUTE

Para o estudo do leiaute, serão necessários alguns estudos prévios de wireframe, geração de alternativas, fluxograma de mapa do site e do aplicativo para os diversos

usuários, para, enfim, partir para o *style tile* que mostrará os diferentes elementos a se utilizar no leiaute.

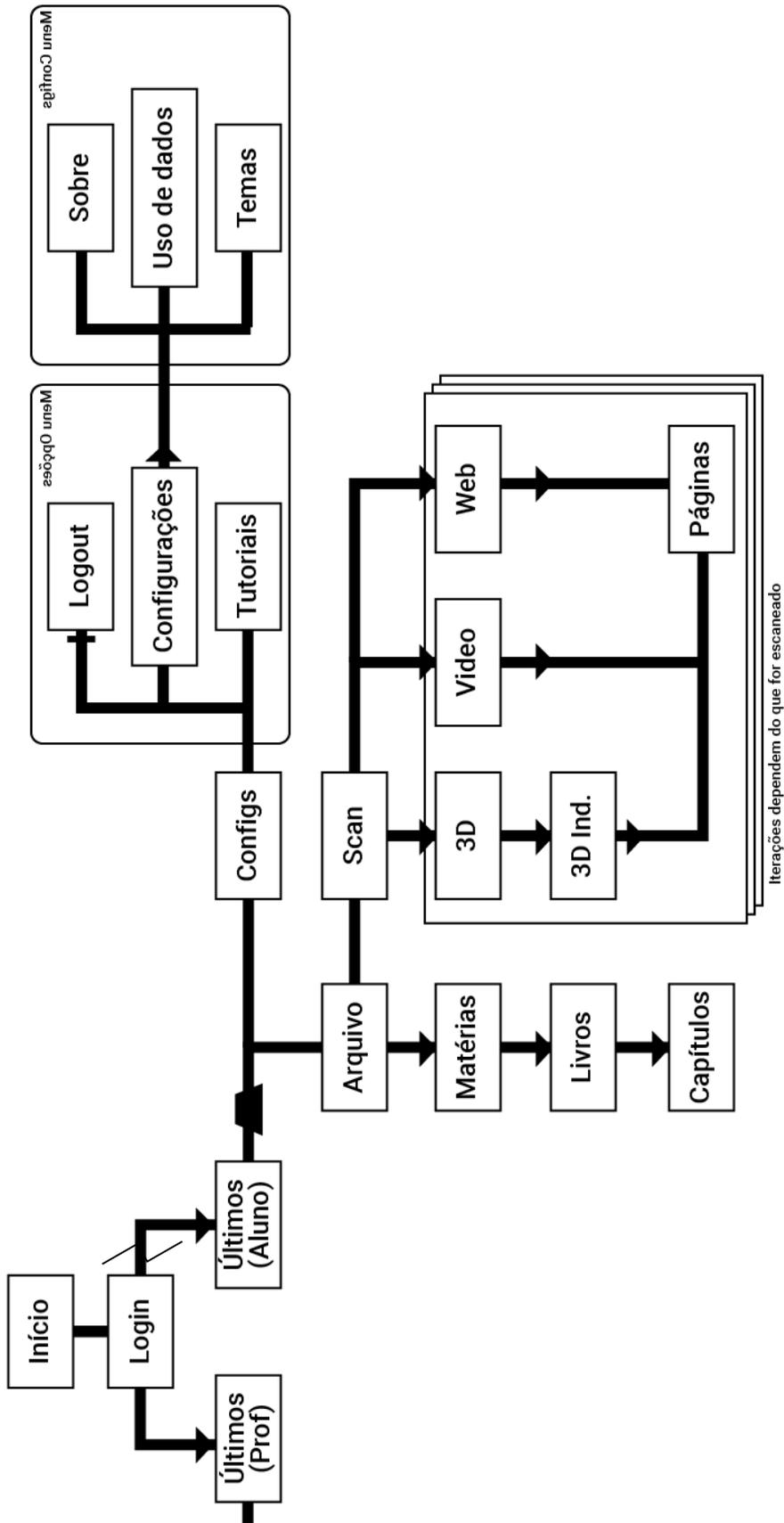
### 5.3.1 Fluxograma

Para a criação dos fluxogramas, será utilizado o método proposto por Garrett (2011) na forma de Vocabulário Visual. Trata-se de um modelo para fluxogramas auto-explicativo utilizado para demonstrar a lógica por trás de sistemas complexos.

Foram criados dois fluxogramas, um correspondente ao aplicativo para *smartphone* e outro ao aplicativo *web*. Esse passo tem ligação direta a o que chama no método de Garrett de estrutura, que tem seu início após a definição de estratégia e escopo. No caso do aprendo, o design de interação deve ser o guia para a estruturação do fluxograma através de uma tentativa de previsão do comportamento do usuário, evitando utilizar os padrões mais adequados à tecnologia, mas os adaptando para aplicações ligadas às experiências prévias previstas do público alvo.

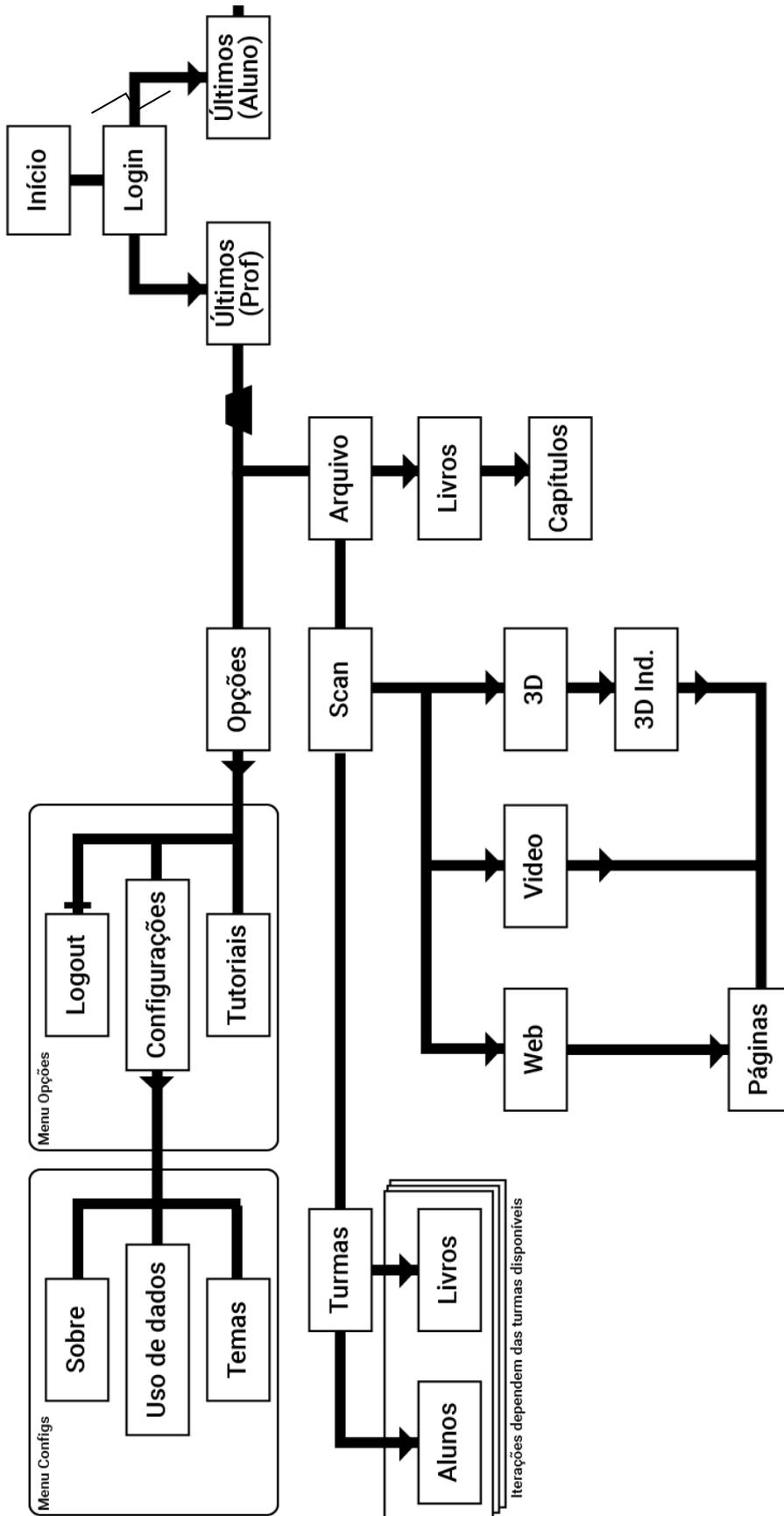
Foram realizadas diversas iterações dos fluxogramas, sobretudo do app, por se tratar da parte mais complexa do objeto. O resultado das diferentes iterações é demonstrado nesse quadro (dividido em duas páginas):

Figura 56 - Fluxograma do aplicativo para *smartphone* 1/2



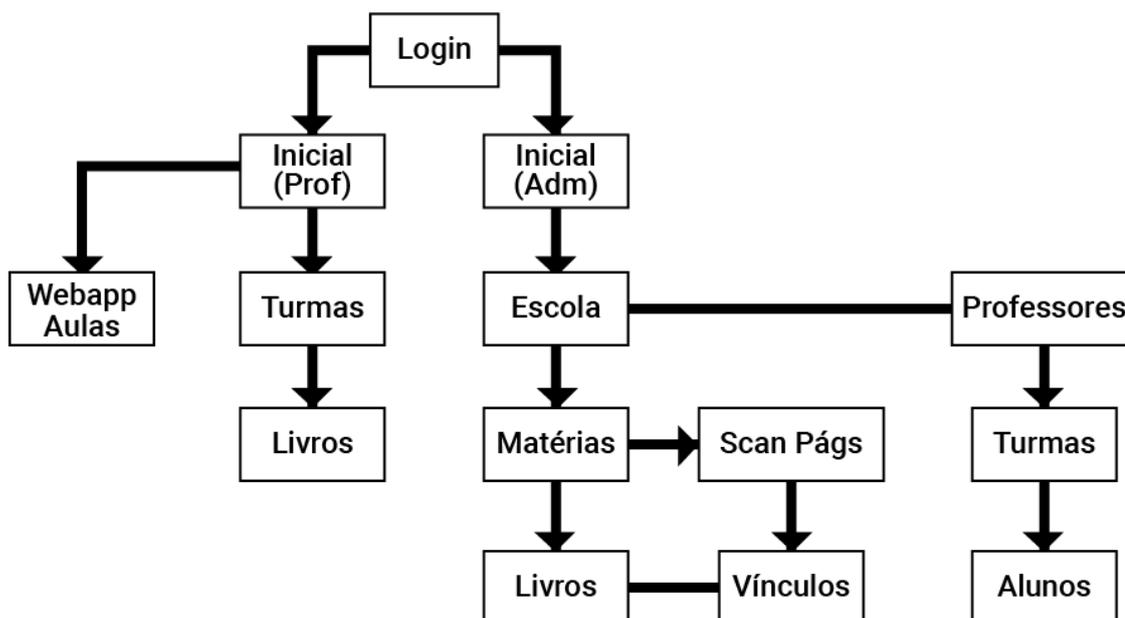
Iterações dependem do que for escaneado

Figura 57 - Fluxograma do aplicativo para *smartphone* 2/2



Fonte: Autor

Figura 58 - Fluxograma do aplicativo para browser



Fonte: Autor

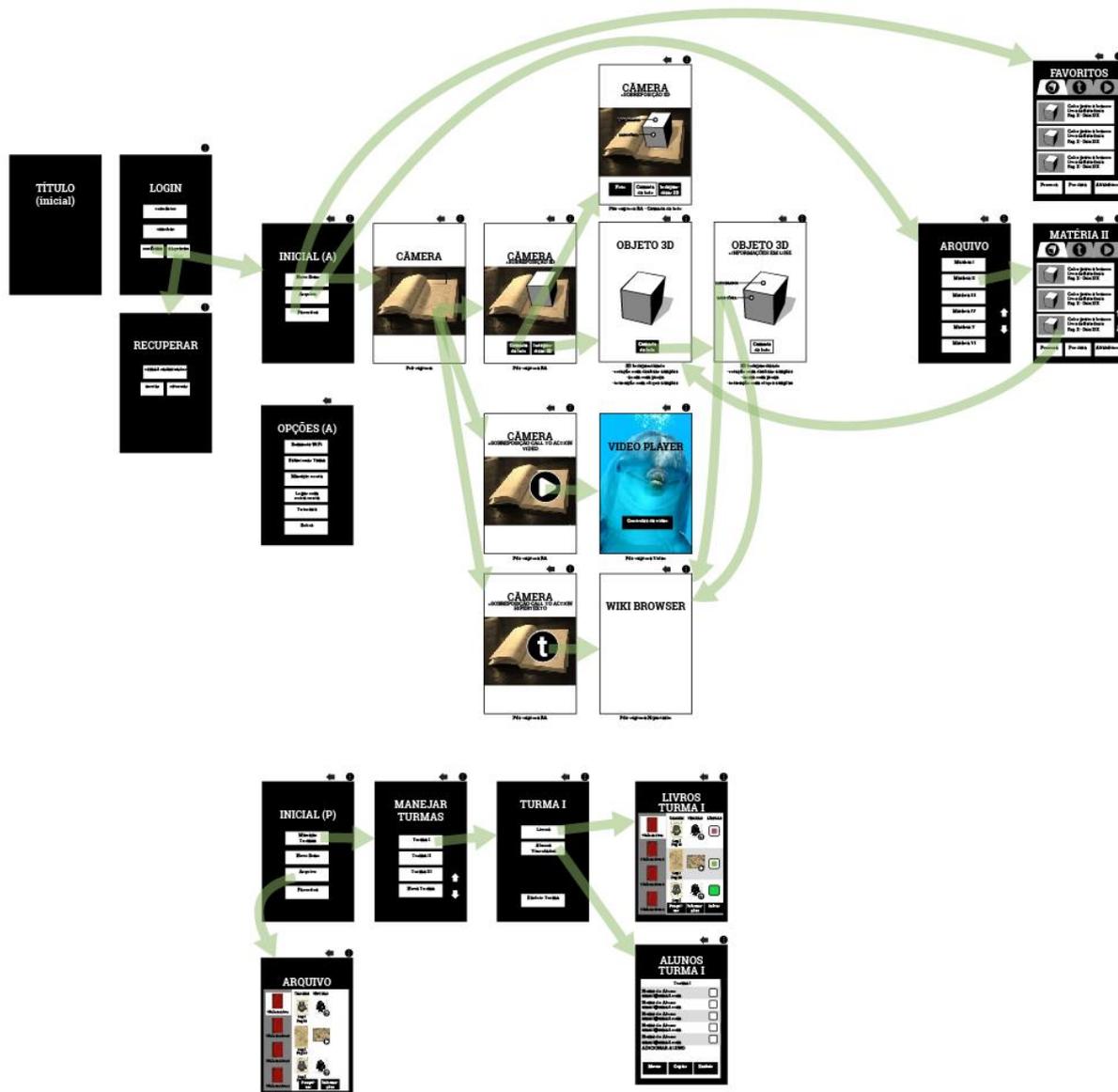
### 5.3.2 Wireframe

Na análise de Garrett (2011), a fase que se segue à concepção do fluxograma é a fase do esqueleto. Nela, os elementos individuais estabelecidos na estrutura irão ganhar características a fim de levar à superfície os elementos definidos como objetivos do objeto.

Na geração do wireframe foram decididos que botões deveriam estar localizados em quais telas, de que forma as telas se apresentariam, que conteúdo trariam, de que forma esse conteúdo deveria ser apresentado, entre outros. O processo foi guiado em grande parte pelo processo de Dick & Carey (1978), para que os conceitos instrucionais fossem atingidos de forma satisfatória. Um ponto importante foi imaginar como se daria o acesso por diferentes usuários, já que o aluno, o professor e o administrador teriam acesso a diferentes partes dos aplicativos, mas ainda assim seria interessante manter uma semelhança suficiente entre os diferentes usuários para que haja uma personalidade dominante nos aplicativos.

O wireframe realizado para a fase de esqueleto dá a primeira iteração de design de interface do objeto, determinando uma visão geral do que será realizado no leiaute final. Em seguida um esquema com todas telas demonstrando o esqueleto conforme utilizado:

Figura 59 - Fluxograma do aplicativo para browser



Fonte: Autor

No wireframe temos todas determinações de tipos de interatividades que irão acontecer, desde tipos de menu até interações com múltiplos toques.

### 5.3.3 Superfície

O primeiro passo a ser tomado para a análise da superfície do objeto é a determinação de tipografias, iconografia, cores e estilos aplicados.

#### 5.3.3.1 Fontes

Para a tipografia, a fim de manter a simplicidade e leveza prezada até então, foi escolhida a família Roboto de fontes, que será aplicada com pesos diferentes de acordo com a hierarquia de informações nas páginas, dado preferência a maior peso nos títulos e subtítulos e fontes mais leves nos textos. Não serão utilizadas fontes com serifa, até pelo fato de elas não se adaptarem bem a telas de dispositivos com resolução mais baixa. Outra família utilizada com parcimônia será a mesma do logo, a BoB, que pode auxiliar em certos títulos. Abaixo exemplos das fontes em uso:

Figura 60 - Fontes utilizadas no objeto

**a p r e n d o**  
**BoB**

**blitz prende ex-vesgo com cheque fajuto**  
**BLITZ PRENDE EX-VESGO COM CHEQUE FAJUTO**

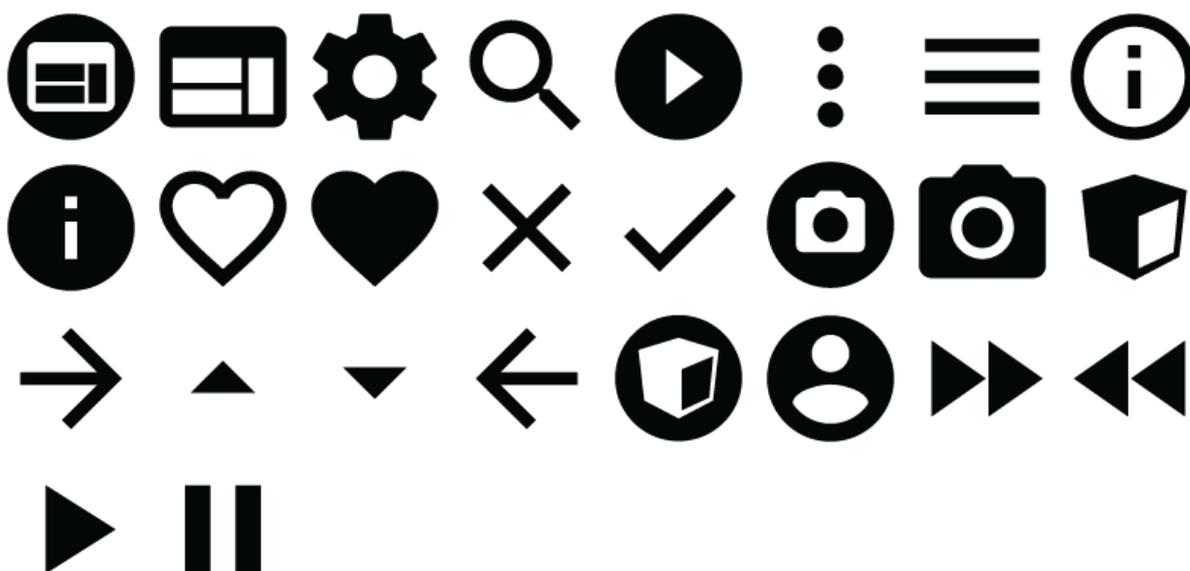
**roboto**  
**blitz prende ex-vesgo com cheque fajuto**  
**BLITZ PRENDE EX-VESGO COM CHEQUE FAJUTO**

Fonte: Autor

### 5.3.3.2 Ícones e botões

Para o objeto será utilizado o padrão Material Design, proposto pelo Google como uma forma de sintetizar princípios clássicos de bom design com a inovação e possibilidades das novas tecnologias. A utilização do padrão permite que o aplicativo possua interface familiar desde o primeiro uso para o público, permitindo uma intimidade maior e rápida resolução de dúvidas que possam surgir com a utilização. Alguns ícones necessários como, por exemplo, um para realidade aumentada, não estão disponíveis na biblioteca do estilo, portanto foram criados pelo autor. A seguir uma imagem com boa parte dos ícones utilizados:

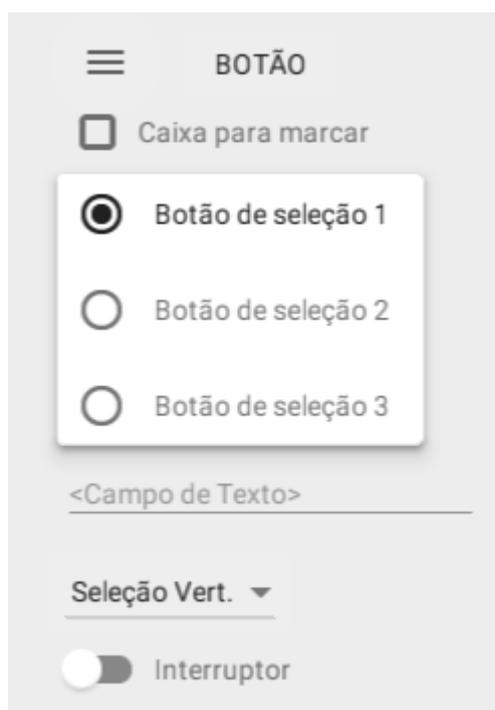
Figura 61 - Fontes utilizadas no objeto



Fonte: Google, autor

Além dos ícones, os botões, barras de rolagem e outras interações também foram adaptados a partir do material design. Todos botões e interações fazem uso de animações, que podem ser vistas na utilização do protótipo do aplicativo móvel disponível na seção correspondente às testagens. A seguir imagens de alguns dos botões utilizados:

Figura 62 - Padrões de interatividades



Fonte: Google, autor

## 6 TELAS E INTERAÇÕES

Realizadas todas determinações quanto à superfície dos aplicativos, todos os materiais necessários para que se analise as telas estão disponíveis. Nessa seção serão vistas as telas dos aplicativos e as interações que serão possíveis, dando um panorama geral do funcionamento e de como será o objeto testado com os usuários.

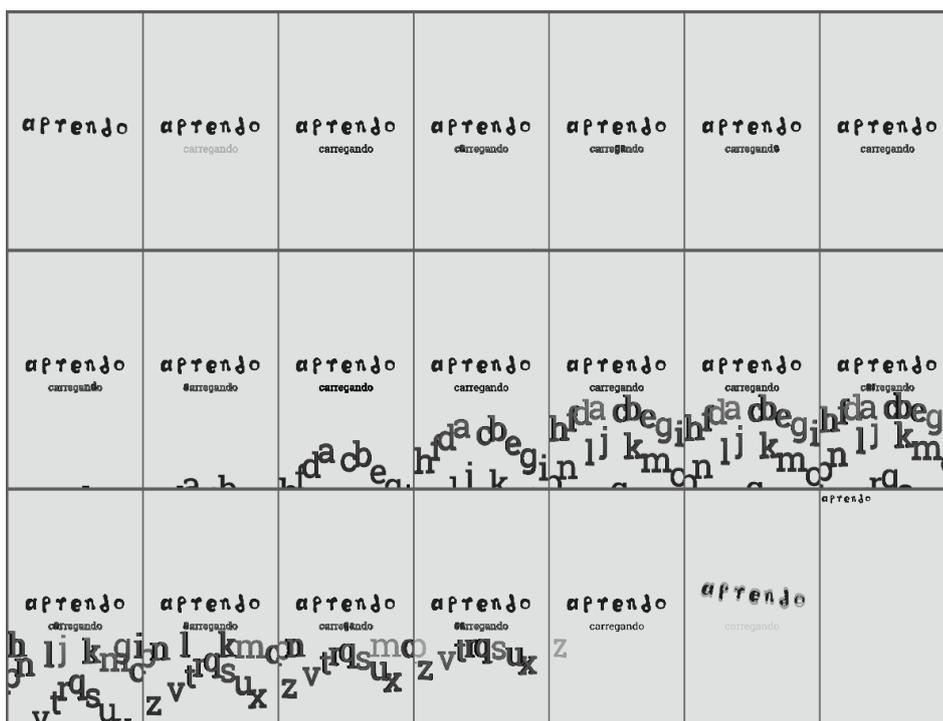
### 6.1 APLICATIVO PARA *SMARTPHONE*

As primeiras telas estudadas serão as do aplicativo para *smartphone*. Elas foram organizadas na ordem que o usuário as visualizaria.

#### 6.1.1 Login e introdução

A partir do clique no ícone do aplicativo para *smartphone*, o usuário será introduzido à animação de leitura. Essa animação foi introduzida já pensando em celulares mais lentos, tendo por óbvio que um programa que lide com a câmera do aparelho e com renderização de objetos tridimensionais pode tomar alguns segundos para seu início. Foi engendrada a seguinte animação, que pode ser adaptada aos temas presentes e será apresentada a seguir através de algumas imagens estáticas. A animação em si poderá ser vista através do *link* fornecido na seção sobre o protótipo.

Figura 64 - Stills da animação de abertura

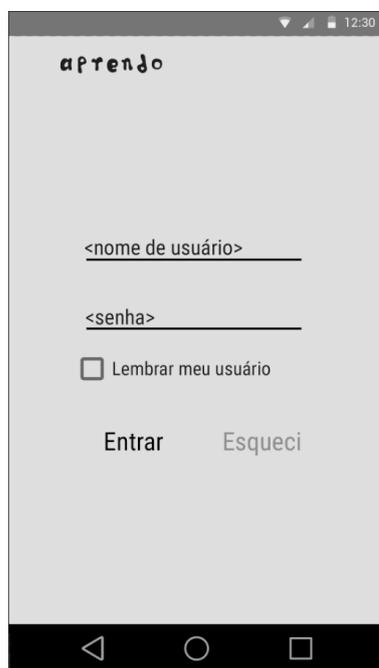


Fonte: autor

A animação tenta passar algo do que o aplicativo traz: a palavra “carregando” abaixo do título começa chapada em 2d e vai tomando volume, enquanto as letras do alfabeto surgem da parte inferior da tela em 2d e vão ficando tridimensionais enquanto sobem, desaparecendo antes de chegar ao título. Ao fim do carregamento, o título flutua para o local onde ficará durante toda operação do aplicativo, servindo como botão de atalho para retornar ao menu inicial. A adaptação aos temas se dará através do uso das cores de cada um deles, além da substituição das letras por objetos tridimensionais mais adequados: no tema de Ciências da natureza, por exemplo, figuras de animais, células, mapas, surgem em 2d na parte inferior da tela e ganham volume enquanto sobem.

Após o carregamento encerrado, surge a tela de login:

Figura 65 - Tela de login



Fonte: autor

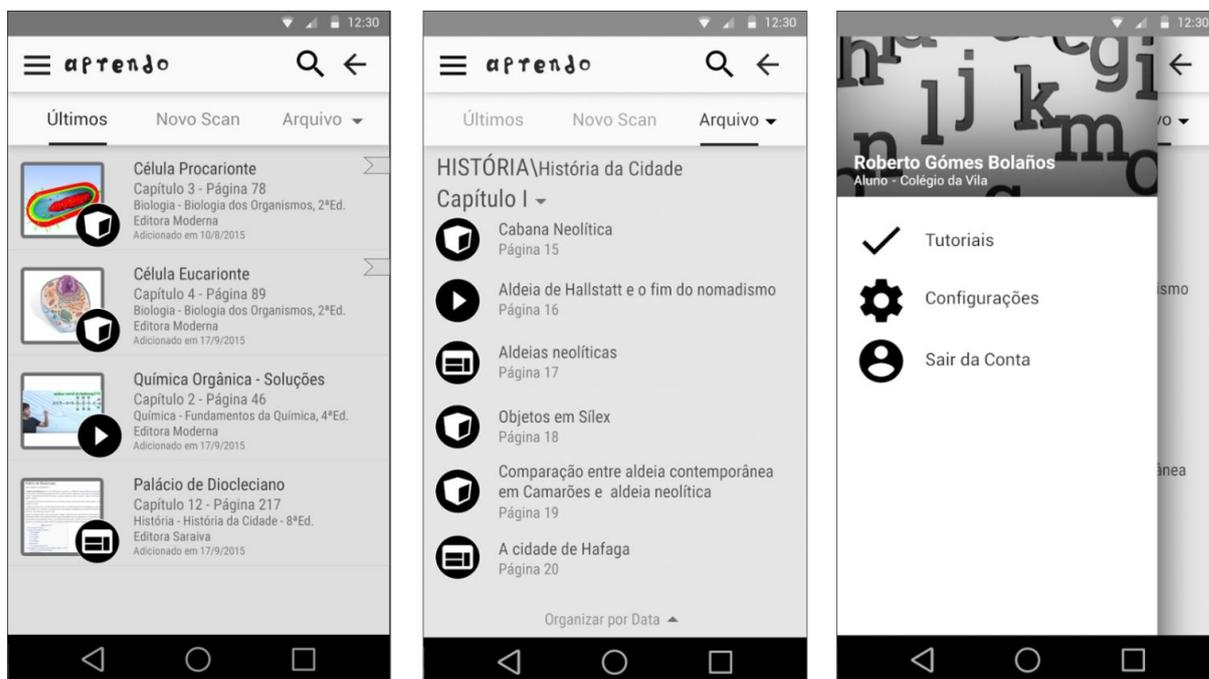
Nessa tela, de acordo com as informações fornecidas, o programa entra na interface principal de estudante ou de professor.

### 6.1.2 Menus principais

A interface que se abre então é a que corresponde à lista de últimas visualizações. Ela mostra os últimos objetos de realidade aumentada visualizados pelo programa, bem como a que livro e página correspondem, além de mostrar uma imagem de prévia da interatividade. Com um toque nessas opções, o usuário pode colocar um “marca-página” que a deixará no topo da lista até que o marca-página seja retirado. No menu superior existem o botão de opções, que abre a barra de opções que dá a possibilidade de abrir o tutorial da página presente, as configurações ou sair da conta atual. O título “aprendo” estará presente em todas as telas e serve como botão de retorno a essa mesma tela. Um botão de busca está presente nessa tela e serve para procurar por interatividades já visitadas pelo nome. As outras opções presentes são “Novo Scan” que abre a câmera para

buscar interatividades em realidade aumentada e “Arquivo”, que serve para verificar o que já foi disponibilizado para o aluno em matérias e livros específicos. A seguir as telas de “últimas visualizações” e “arquivo”, bem como um exemplo da aba de opções aberta:

Figura 66 - Tela de últimas visualizações, arquivo e aba de opções



Fonte: autor

Dentre os elementos que merecem destaque nas telas, está o uso dos ícones de 3D, vídeo e página explicativa. Cada um desses ícones corresponde a uma das diferentes interatividades propostas para realidade aumentada. Além disso, é possível ver na tela onde o arquivo está destacado um menu de expansão na parte inferior da tela, que possibilita a reorganização dos elementos de acordo com data quando a interatividade foi liberada para o aluno, ordem alfabética e ordem no livro. Na página dos últimos é possível ver dois elementos destacados no topo com o símbolo do marca-páginas, que os manterá nas primeiras posições até que o aluno remova o marcador com um toque. Ao clicar em Novo Scan, o aplicativo abre a câmera do aparelho com sobreposição de alguns elementos e botões.

### 6.1.3 Modo de Scan para Realidade Aumentada

Ao entrar nessa seção do aplicativo, o *software* busca na imagem gerada pela câmera imagens pré-estabelecidas que o façam executar ações cadastradas pelo administrador. Em geral essas imagens serão páginas ou pedaços de páginas de livros. Ao apontar a câmera para as páginas dos livros, existem três possibilidades de reação do programa: sobrepor a imagem com um ícone de página *web*, que ficará atrelada à imagem como se ela fosse uma base em cujo centro se encontra o ícone correspondente. Ao clicar no ícone, caso o aluno queira interagir com aquele objeto, o programa abrirá uma outra tela de informações ou uma página de internet, como demonstrado na figura:

Figura 67 - Câmera “olhando livro”, depois da detecção da página e pós-clique

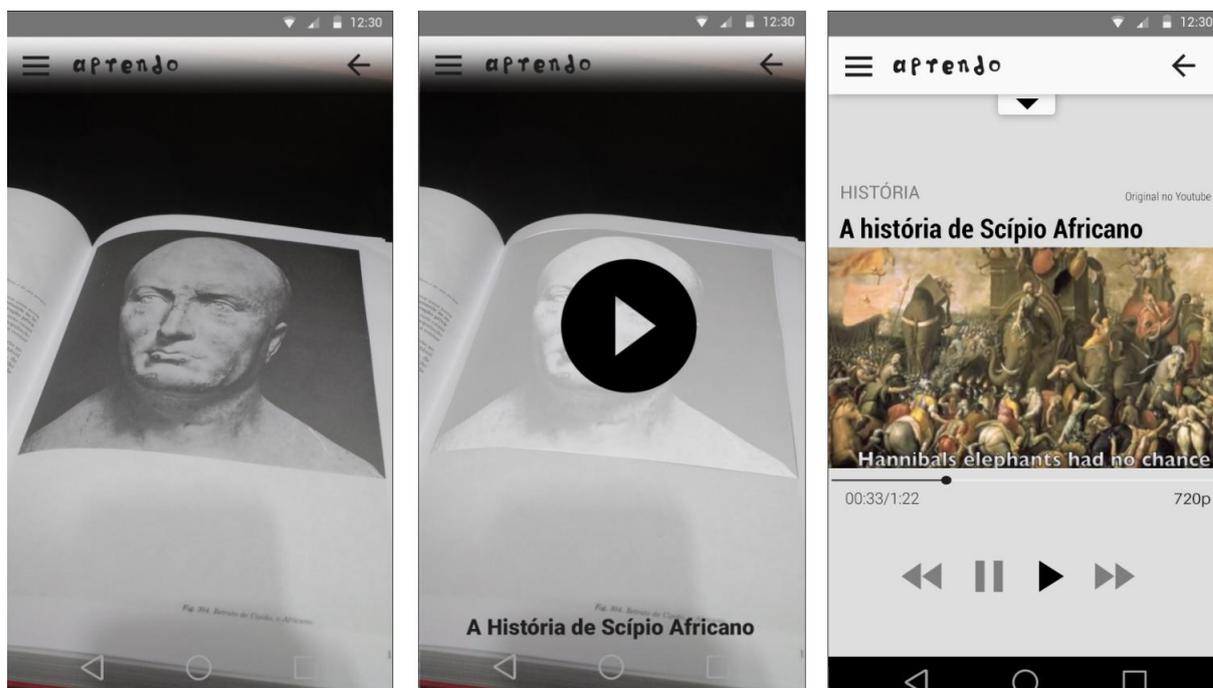


Fonte: autor

Na tela central da figura é possível ver que o aplicativo sobrepõe a imagem com uma camada, esmaecendo a foto para deixar o ícone em destaque. Logo abaixo o programa mostra o título da página que se abrirá ao clicar no botão. Na tela que se abre, existe a possibilidade de clicar em “original no wikipedia” para abrir a página original em um navegador comum, além da possibilidade de tocar nos termos em destaque para abrir as páginas correspondentes.

Outra possibilidade é que o administrador tenha cadastrado um vídeo em certa página do livro didático. Nesses casos, as telas serão postas de forma semelhante às telas de página *web*:

Figura 68 - Sequência de telas quando o scan detecta uma interatividade com vídeo

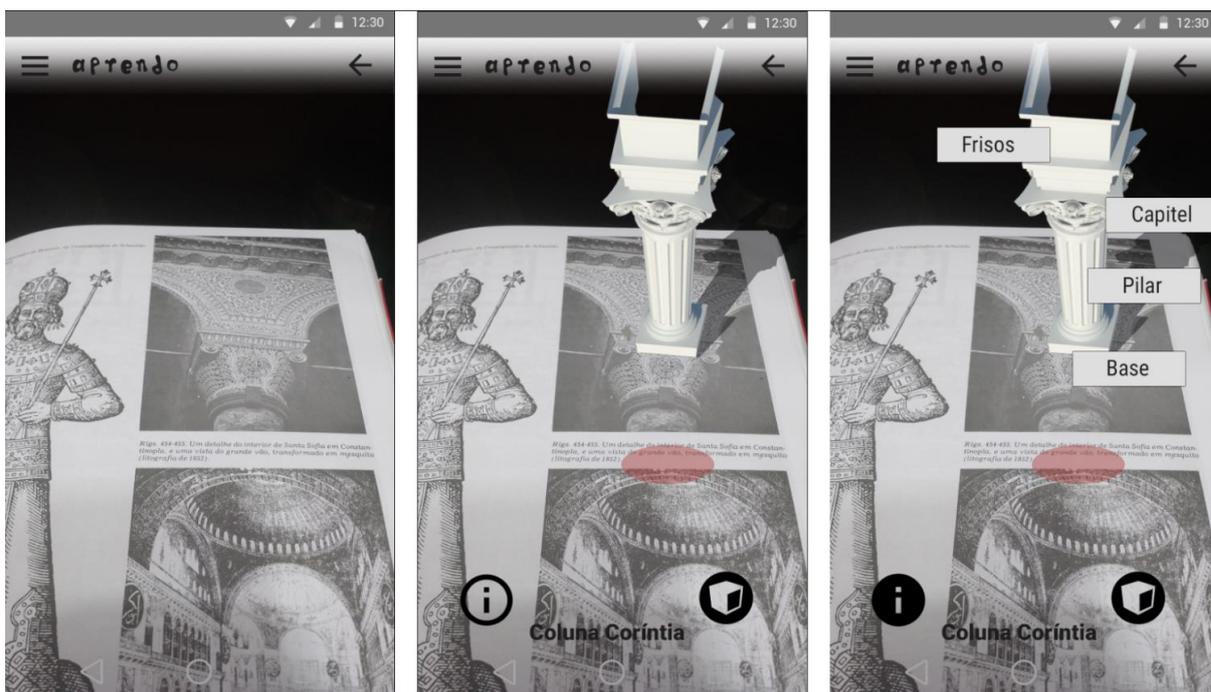


Fonte: autor

O aplicativo deve contar tanto com vídeo player quanto leitor para páginas simples a fim de não necessitar que se abra aplicativos externos, que podem ser elementos de queda de atenção.

A terceira forma que a realidade aumentada é utilizada é a de sobreposição de objetos 3D. Dessa forma, o celular torna-se uma lente através da qual o aluno pode enxergar, em detalhes, objetos que não estão realmente no ambiente real, permitindo ao usuário ver os objetos por todos os ângulos, animações previamente vinculadas, informações detalhadas, além de poder interagir com o modelo através de “botões virtuais” localizados sobre o livro. A seguir um exemplo desse tipo de realidade aumentada dentro do programa:

Figura 69 - Sequência de telas quando o scan detecta uma interatividade com modelo 3D



Fonte: autor

Na imagem, o ponto vermelho que aparece abaixo do modelo 3D é o que se chama “botão virtual”. Ao bater naquele ponto com a mão no próprio livro, o usuário inicia algum tipo de interação contextual com o modelo apresentado. No caso da coluna coríntia, ao apertar o botão, o modelo tridimensional se aproxima do capitel:

Figura 70 - Sequência de telas quando o scan detecta uma que o botão virtual foi pressionado



Fonte: autor

Tanto nas telas antes e após ser pressionado o botão virtual se vê que existem exemplos de quando o botão “i”, de informações, é pressionado. As *tags* de informações ficam vinculadas à posição virtual do objeto 3D, permitindo que o estudante possa identificar com facilidade onde elas estão. A seguir as telas que demonstram o que ocorre quando o botão à direita do nome da imagem 3D é pressionado:

Figura 71 - Telas com modelo 3d Independente



Fonte: autor

Ao clicar no botão de cubo 3D, o modelo tridimensional é levado para outra tela, onde o usuário pode interagir com o modelo com um toque para aproximar do capitel, pode girar o modelo com deslizar de um dedo, dar aproximação com movimento de pinça de dois dedos e ligar e desligar informações com o botão “i”. Além disso, nessa tela é possível sobrepor outras informações ao objeto como, nesse caso, uma escala visual. É

possível voltar para a janela da câmera clicando no botão “voltar” e ao menu inicial tocando o nome do aplicativo.

No protótipo do aplicativo, fazendo uso do livro de exemplos presente nos anexos, é possível conferir diversas das funcionalidades propostas para áreas de biologia, história e geografia.

#### 6.1.4 Configurações e opções para professor

As configurações e opções especiais para professor se darão em telas semelhantes às expostas, com as opções delineadas nos capítulos anteriores.

#### 6.1.5 Tutoriais

Os tutoriais propostos para o aplicativo móvel se dão por meio de sobreposições na tela utilizada. Através de indicações e palavras em destaque, o aplicativo mostra de forma simples o melhor caminho para fazer uso das possibilidades da tela. O botão “tutorial” está acessível em todas partes do aplicativo, exceto na tela de login, que é auto-explicativa. A seguir exemplos de telas com a sobreposição de tutorial:

Figura 72 - Sequência de telas quando o scan detecta uma que o botão virtual foi pressionado

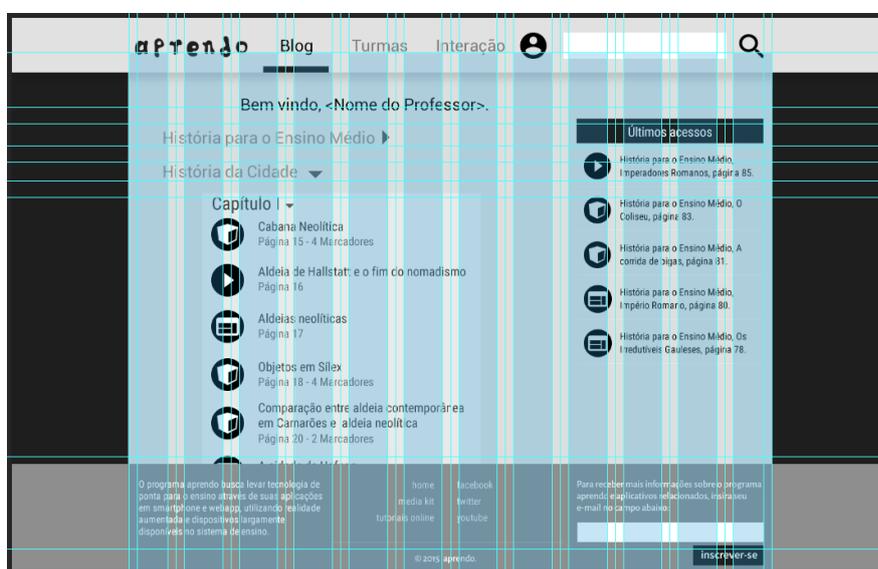


Fonte: autor

## 6.2 APLICATIVO PARA BROWSER

O aplicativo para browser é voltado para professores e administradores do objeto. Para realiza-lo, foram utilizados o fluxograma e o wireframe demonstrados anteriormente. O grid utilizado para a montagem tenta manter o equilíbrio para os diferentes tipos de tela em que o site pode ser utilizado. Uma imagem do grid sobreposto a uma tela:

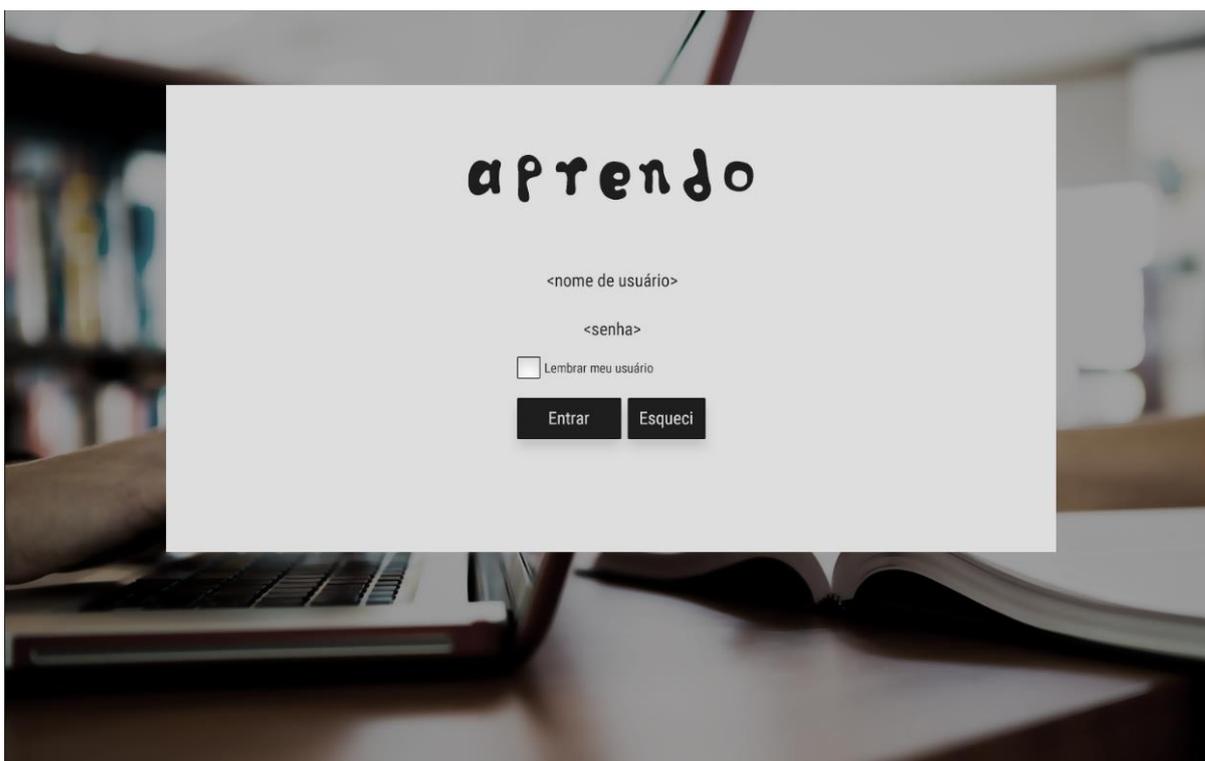
Figura 73 - Sobreposição do grid sobre o leiaute do site para aplicativo em browser



Fonte: autor

A tela inicial, como a do aplicativo, será a de login:

Figura 73 - Tela de login



Fonte: autor

Ao logar com conta e senha, o professor ou o administrador serão recepcionados com o blog, que terá mensagens automáticas que permitirão ao professor saber sobre modificações nas interatividades por parte do administrador, bem como atualizações no sistema ou mudanças nas turmas. A seguir um exemplo de como se comportará a tela inicial de blog, com uma janela com as últimas interatividades acessadas pelo professor. Abaixo da tela do blog está um exemplo de tela de manejo de turmas, com o *link* ao lado para a tela de manejo de livros daquela turma. É importante que cada turma tenha seu *link* para manejo de livros, pois as disciplinas podem não correr igualmente para turmas diferentes.

Figura 74 - Tela inicial do site com blog, últimos acessos e links para as áreas principais

**aprendo** Blog Turmas Interação

Bem vindo, <Nome do Professor>.

10/11/2015 Algumas notícias sobre as últimas atualizações do programa aprendo aparecerão aqui, deixando o professor a par de quaisquer modificações realizadas no aplicativo ou página. Também será nessa linha de tempo que atualizações sobre livros ...  
continuar lendo...

09/11/2015 Adicionado o livro **História da Cidade**, de Leonardo Benévolo, na matéria História.

**HISTÓRIA DA CIDADE**  
Leonardo Benévolo  
Editora Perspectiva

728 Páginas  
15 Capítulos

145 Interações, das quais:  
54 Modelos 3D  
37 Vídeos  
54 Links

**Últimos acessos**

- História para o Ensino Médio, Imperadores Romanos, página 85.
- História para o Ensino Médio, O Coliseu, página 83.
- História para o Ensino Médio, A corrida de bigas, página 81.
- História para o Ensino Médio, Império Romano, página 80.
- História para o Ensino Médio, Os Irredutíveis Gauleses, página 78.

O programa aprendo busca levar tecnologia de ponta para o ensino através de suas aplicações em smartphone e webapp, utilizando realidade aumentada e dispositivos largamente disponíveis no sistema de ensino.

home facebook  
media kit twitter  
tutoriais online youtube

Para receber mais informações sobre o programa aprendo e aplicativos relacionados, insira seu e-mail no campo abaixo:

inscrever-se

© 2015 aprendo.

Fonte: autor

Figura 75 - Tela de administração dos alunos

**aprendo** Blog Turmas Interação

Bem vindo, <Nome do Professor>.

Turma A ▶ Livros

Turma B ▼ Livros

NOME DO ALUNO  
<Email do aluno>

EDITAR EXCLUIR

Turma C ▶ Livros

**Últimos acessos**

- História para o Ensino Médio, Imperadores Romanos, página 85.
- História para o Ensino Médio, O Coliseu, página 83.
- História para o Ensino Médio, A corrida de bigas, página 81.
- História para o Ensino Médio, Império Romano, página 80.
- História para o Ensino Médio, Os Irredutíveis Gauleses, página 78.

O programa aprendo busca levar tecnologia de ponta para o ensino através de suas aplicações em smartphone e webapp, utilizando realidade aumentada e dispositivos largamente disponíveis no sistema de ensino.

home facebook  
media kit twitter  
tutoriais online youtube

Para receber mais informações sobre o programa aprendo e aplicativos relacionados, insira seu e-mail no campo abaixo:

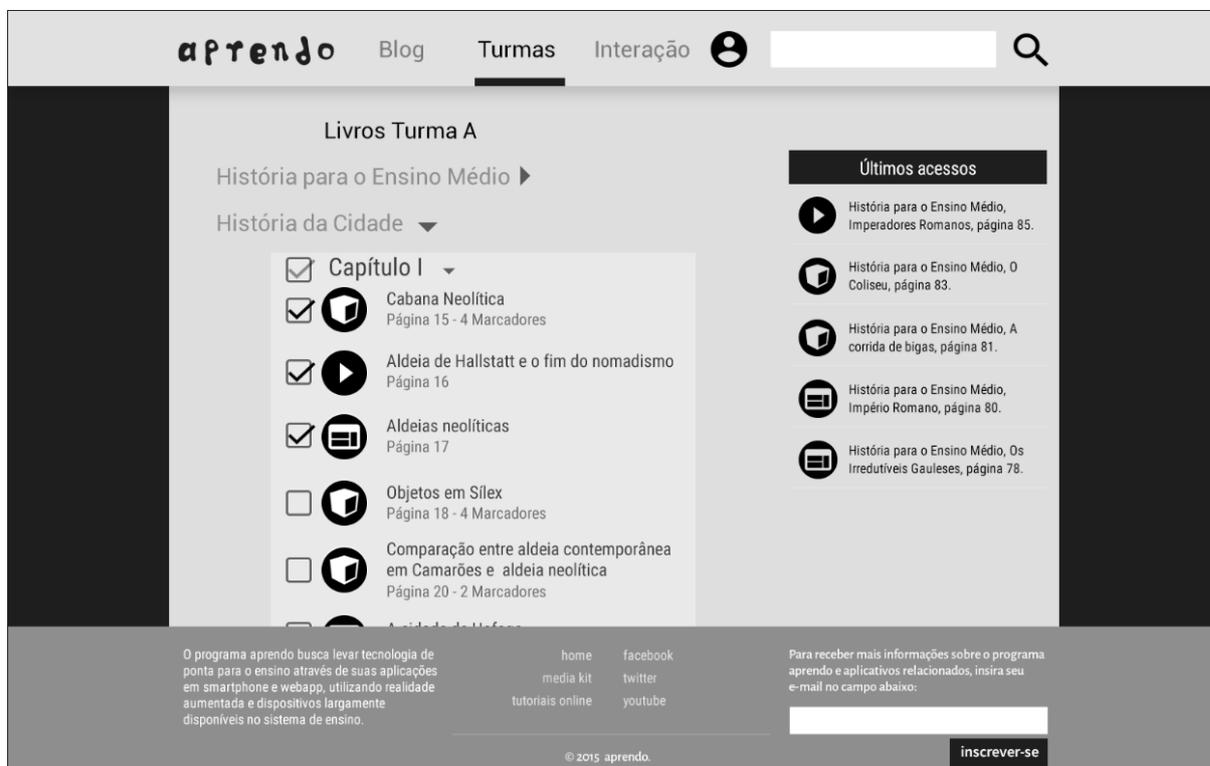
inscrever-se

© 2015 aprendo.

Fonte: autor

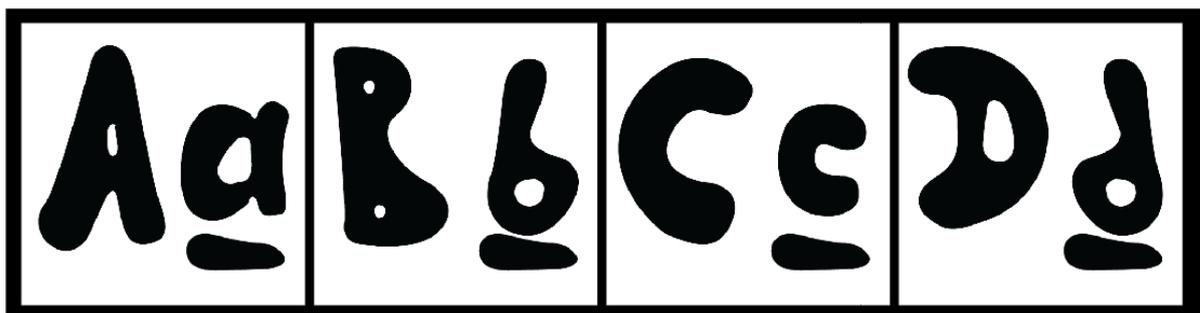
A maior diferença do aplicativo para browser para o aplicativo móvel se dá na forma que a realidade aumentada é iniciada. No aplicativo móvel, a câmera é apontada para o livro chamando as interações. No aplicativo *web*, ao clicar em um livro de uma determinada turma, o professor pode ver a relação de capítulos, cada um com as interações cadastradas e páginas vinculadas. Ao clicar no *checkbox* ao lado de cada interação e em “atualizar” no fim da lista, o professor comanda o servidor a liberar certos materiais para os aplicativos da turma. Outra possibilidade que o professor tem é de clicar diretamente no nome ou ícone das interatividades, o que irá iniciar o vídeo, texto ou 3D vinculados. O vídeo ou texto se abrirão em páginas de browser, enquanto o 3D irá ligar a câmera do computador a fim de iniciar a realidade aumentada, que fará uso de marcadores. Abaixo a tela de seleção de interatividade, imagem dos marcadores e imagem de como se dá a interatividade com o professor segurando o marcador e a imagem gerada pelo notebook sendo projetada em telão:

Figura 76 - Proposta para página de administração dos livros para as turmas no portal



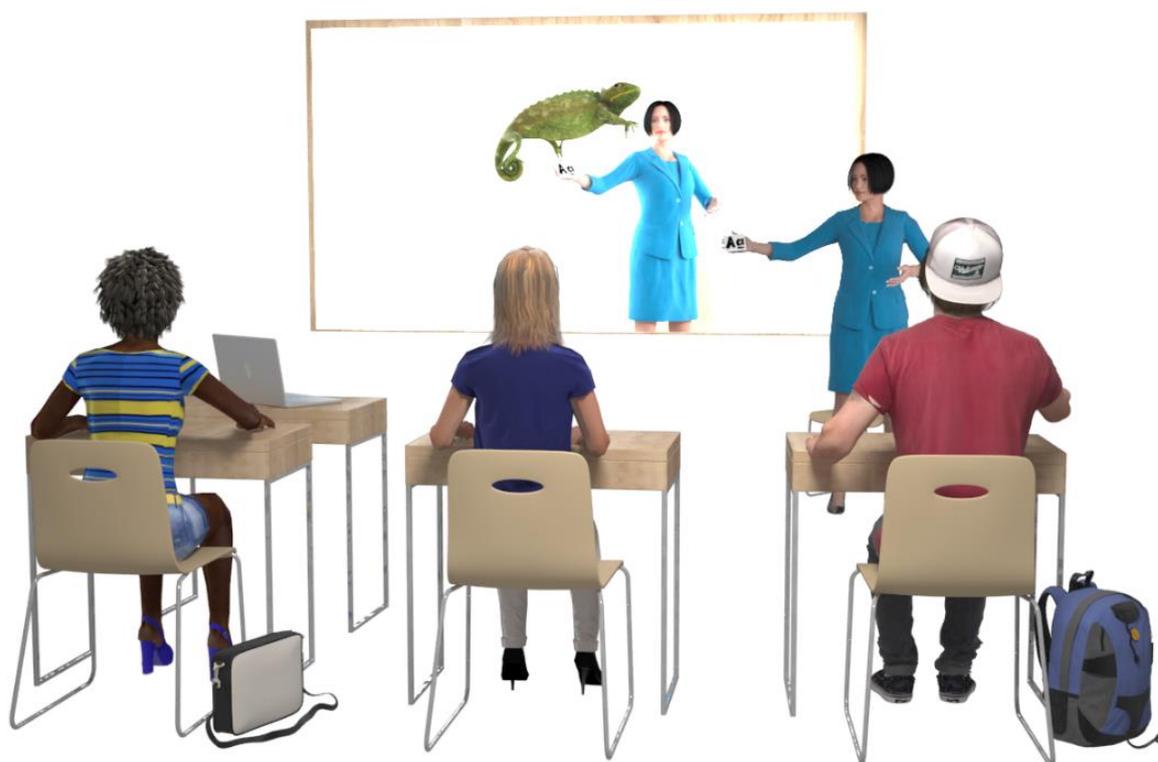
Fonte: autor

Figura 77 - Marcadores feitos para obter avaliação máxima no teste realizado no Vuforia



Fonte: autor

Figura 78 - Simulação de uso do aplicativo para browser em sala de aula



Fonte: autor

O aplicativo permite que se use até quatro marcadores por vez, dessa forma possibilitando que o administrador, com o auxílio do designer, possa dividir certos objetos 3D em diversas partes. Dando um exemplo, uma célula poderia ser dividida em membrana externa, núcleo, mitocôndria e retículo rugoso, permitindo ao professor que apresen-

tasse todos juntos ou separadamente, a fim de demonstrar à classe detalhes que não seriam possíveis de outra forma.

O manejo de conteúdos por parte do administrador se daria em tela semelhante à de manejo de turmas do professor e seguiria o que está colocado no wireframe e no fluxograma.

## 7 MODELO

Para possibilitar as testagens do aplicativo com usuários, foi necessário escolher qual seria a biblioteca de realidade aumentada que seria utilizada no protótipo do aplicativo. Em seguida, o protótipo foi programado, exigindo assim a confecção de um livro de testes que tivesse leiaute genérico, mas semelhante aos livros utilizados no ensino médio brasileiro.

### 7.1 PROTÓTIPO

Para a confecção do protótipo, o primeiro passo se deu na seleção do kit de desenvolvimento de *software* (SDK) a se utilizar. Foi utilizada tabela de diferentes SDK realizada para a Augmented World Expo 2013, conforme vista abaixo:

Figura 79 - Simulação de uso do aplicativo para browser em sala de aula

Mobile AR SDKs Short List							
SDK	Purpose	Tracking	Platform	Graphics	Cloud	GPS	License
Qualcomm Vuforia	2D Images, Markers	NFT, Marker, Text	iOS, Android	Unity3D& Alt.	yes	no	Free
Metaio SDK	2D Images, GEO, 3D, Anywhere	NFT, GPS, 3D, SLAM	iOS, Android	Unity3D &Alt.	yes	yes	0-\$10,000
Totallmm. D'fusion	2D Images, faces	NFT, Face	iOS, Android Dev: MS only	Unity3D & Alt.	no	no	0-\$10,000
WikitudeSDK	2D Images, GEO	GPS, NFT	iOS, Android, Blackberry	HTML, Proprietary	yes	yes	0-\$2,300
Layar SDK	2D images	NFT, QR	iOS, Android	Proprietary	yes	no	\$3,250/app/yr + \$20/page
13 <sup>th</sup> Lab Point Cloud	2D Images, 3D, Anywhere	NFT, 3D, SLAM	iOS, Android	Unity3D & Alt.	no	no	0-\$5,000

Fonte: Patrick O'Shaughnessey [slideshare.net/patrickoshaughnessey/2013-0603augmented-worldexpomobilearsdktutorial](http://slideshare.net/patrickoshaughnessey/2013-0603augmented-worldexpomobilearsdktutorial) (2013)

Utilizando a tabela e breve pesquisa com pares, ficou decidido que seria utilizada a SDK Qualcomm Vuforia, que possibilita desenvolvimento em Unity de forma totalmente gratuita, além de permitir o uso de realidade aumentada com reconhecimento de texto, uso de imagens e botões virtuais.

A partir da escolha da SDK, algumas telas do aplicativo foram realizadas na Unity, plataforma geralmente utilizada para desenvolvimento de jogos, emulando o Material Design e diversas das animações pretendidas, além de várias das capacidades de realidade aumentada. Por limitações de programação e da Unity, algumas interatividades não puderam ser colocadas no protótipo, mas foram emuladas e explicadas durante as testagens. O protótipo foi realizado para *smartphones* operando com sistema Android. Ele pode ser baixado no endereço <[https://drive.google.com/folderview?id=0Bwrh5Jf\\_LRtnNGRFUmtZS0tpZkU&usp=sharing](https://drive.google.com/folderview?id=0Bwrh5Jf_LRtnNGRFUmtZS0tpZkU&usp=sharing)>. A seguir uma foto do protótipo inicial projetando uma imagem de gato sobre uma página com onças-pintadas:

Figura 80 - Protótipo inicial aprendo



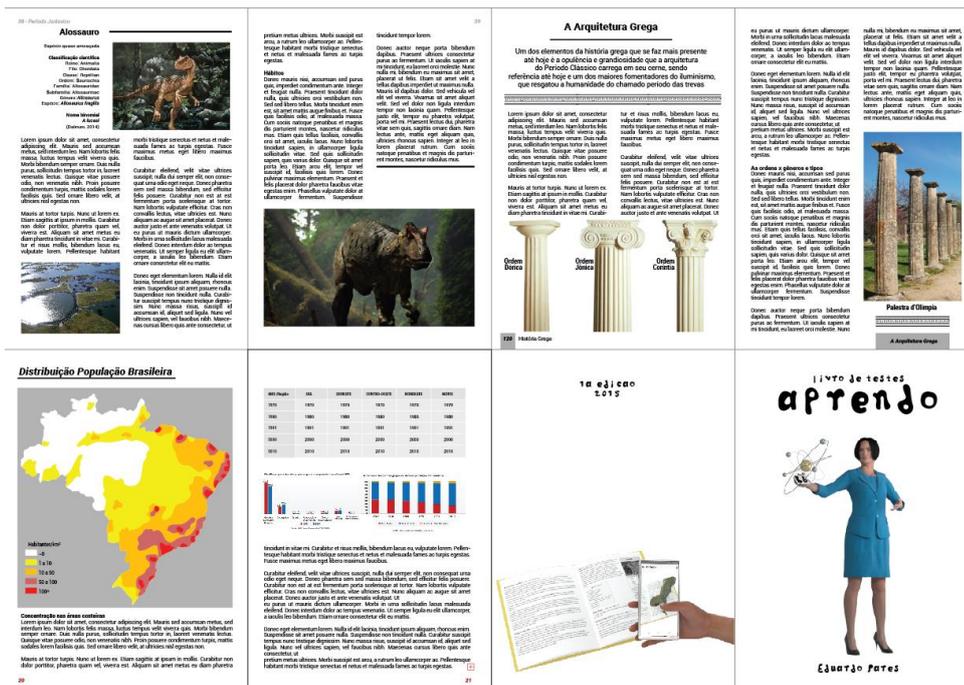
Fonte: autor

## 7.2 LIVRO DE TESTES

O passo seguinte foi a criação de um livro com leiaute genérico que guardasse semelhança com os utilizados no ensino médio. O resultado foi chamado “Livro de testes Aprendo”. O livro de testes conta com seis páginas internas, cada uma com uma interatividade diferente, além de outros exemplos na capa e na contracapa.

Os exemplos utilizados foram: um dinossauro caminhando que passa a correr quando é pressionado o botão virtual; um botão de vídeo que teoricamente abriria o vídeo-player (não implementado); uma página de arquitetura grega com vínculo de um templo grego em 3d, que pode ser aproximado e visto por dentro pelo usuário; uma estátua de leão com diversos detalhes que podem ser aproximados; um mapa de geografia que apresenta cores muito parecidas que são realçadas na realidade aumentada, além de dar volume 3D às áreas destacadas no mapa e a possibilidade de aumentar o volume com botão virtual; uma tabela do IBGE que recebe atualização através de uma página vinculada, permitindo a atualização do livro sem necessidade de reimpressão. A seguir imagens das telas:

Figura 81 - Livro de testes Aprendo



Fonte: autor

### 7.3 MÉTODO E APLICAÇÃO

Para as testagens, não seria suficiente apenas avaliar a eficiência e estética das telas e interatividades com métodos usuais de teste com aplicativos, mas também se faz necessária a apresentação do conceito para o público-alvo, a fim de validar a utilização da tecnologia da forma que é proposta. Para tanto, serão aplicadas heurísticas com pares da área de design e realizadas entrevistas com jovens de 16-18 anos. Os métodos utilizados são os descritos por Hooper e Berkman (2012) em *Designing mobile interfaces*, por se adaptarem a interfaces naturais como os botões virtuais se propõem a ser.

A heurística tenta responder a diversas perguntas e não se refere a telas, mas à experiência inteira do usuário e à interação do usuário com o sistema. Não se utilizou visualização horizontal para o aplicativo móvel, por esse tipo de visualização atrapalhar o usuário quando a realidade aumentada está mostrando um objeto tridimensional, então essa parte da heurística não foi aplicada. As questões que a heurística levanta são:

- a) Checar se todos componentes estão visíveis;
- b) Cor, legibilidade e leiturabilidade de todos componentes;
- c) O tamanho dos elementos está adequado ao dispositivo;
- d) Os alvos de toque têm tamanho suficiente;
- e) Não há interferência entre alvos de toques;
- f) Ações que necessitem de toque contínuo não interferem com toques únicos;
- g) Não existem funções vitais obscurecidas por outros elementos;
- h) Há margens e calhas onde necessário;
- i) Os alinhamentos estão satisfatórios;
- j) O aplicativo funciona (como conceito);
- k) Todas as funções comuns (voltar, home, opções) funcionam.

Aos participantes foi pedido que se desse notas de um a três para cada questão, sendo um a nota para discordar com a afirmação e três a nota que concorda plenamente. Foi pedido a oito designers ou estudantes de design que avaliassem o aplicativo, tendo o capítulo 6 desse trabalho em mãos, bem como o protótipo e uma folha impressa com as questões. Dos 33 pontos possíveis, a média alcançada foi de 27.

O teste com usuários foi mais informal. Foram entrevistados oito jovens de 16 a 18 anos (autorizações e áudios das entrevistas no endereço <[https://drive.google.com/folderview?id=0Bwrh5Jf\\_LRtndzZVZnk2V29hTzg&usp=sharing](https://drive.google.com/folderview?id=0Bwrh5Jf_LRtndzZVZnk2V29hTzg&usp=sharing)>). As entrevistas não utilizaram script, mas sim estimularam que os usuários dessem opiniões sobre pontos que os interessaram, como o aplicativo poderia ajudar no aprendizado e o que poderia ser modificado para que o resultado fosse mais satisfatório. A recepção ao aplicativo foi extremamente positiva, em grande parte pela novidade do uso do tipo de tecnologia. As questões que mais surgiram foram “para quais línguas se pretendia traduzir para chegar a um mercado internacional” e “quando lança para iPhone”. Durante a entrevista, o autor manipulou o protótipo e fez demonstração de uso com o livro teste, deixando os usuários manipularem o aplicativo depois. Tal dinâmica se justifica pelo fato do aplicativo não ter todas funções implementadas, como os tutoriais, janela de vídeo e de wiki.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existem diversas formas de inovar na educação. Sejam iniciativas políticas, sociais ou tecnológicas, todas são necessárias e válidas, desde que alcancem os objetivos a que se propõem. O presente trabalho é uma tentativa de introdução de uma tecnologia barata e em ascensão, que pode qualificar o ensino sem necessidade de programas de implantação, reimpressão de livros ou treinamento de usuários e profissionais, dada a ubiquidade dos *smartphones* e computadores na realidade brasileira.

Durante a execução do projeto foram encontrados diversos percalços, sobretudo no que tange questões tecnológicas que não estão no universo cotidiano do estudante ou profissional de design. Outro fator interessante foi a grande quantidade de ideias novas recebidas em *feedback* dos designers, estudantes e público em geral que entraram em contato com o objeto: a tecnologia de realidade aumentada traz um ar de novidade que desperta curiosidade e empolga no primeiro contato, o que leva a inspiração sobretudo em profissionais da área criativa.

O aprendo, como programa educacional, carrega uma nova forma de levar ilustrações à sala de aula, além de vídeos e conteúdos atualizados. O uso do objeto pelos alunos também tenta qualificar o estudo em casa, tornando esse momento mais lúdico e informativo. O uso de conteúdos cadastrados por administradores da área pedagógica busca ser uma espécie de filtro na busca por materiais na internet, já que muito do que é buscado na internet pelos alunos pode acabar se provando conteúdo de baixa qualidade ou incorreto. Através de *links* em certas páginas, é possível evitar a reimpressão de livros para atualizações ou correções. Em diversas matérias, o uso do aplicativo pode auxiliar no entendimento de objetos em escalas muito diferentes da humana, como na visualização de átomos ou de planetas. A liberação do conteúdo por parte do professor com o decorrer da disciplina também dá um ar de seriedade ao aplicativo, que dessa forma não é encarado como apenas um jogo ou demonstração, mas uma ferramenta a ser utilizada pelo profissional quando seus alunos necessitam acessar certos conteúdos.

As possibilidades da tecnologia aliada a uma administração pedagógica de qualidade são muitas e só foram arranhadas na superfície pelo presente trabalho, que acabou

por ter como objetivo tornar possível o uso da técnica para a qualificação do ensino. Uma constante evolução do programa seria possível e altamente recomendável.

## REFERÊNCIAS

- AZUMA, Ronald T. **A Survey of Augmented Reality**. 1997. Dissertação - University of Northern Carolina: Hughes Research Labs, North Carolina, EUA.
- CAREY, Lou; DICK, Walter. **The Systemic Design of Instruction**. 4.ed – Longman Books, 1978
- Digital Democracy Survey**. Deloitte Development LLC. 2014.
- Dossiê Universo Jovem MTV 2010**. Editora Abril, 2010.
- FREITAS, O. **Equipamentos e materiais didáticos**. 1. ed. - Brasília : Universidade de Brasília, 2007.
- FUHRT, B. **Handbook of Augmented Reality**. 3. Ed. – Nova Iorque: Springer, 2011.
- GABRIEL, M. **Educ@r - A (r)evolução Digital na Educação**. 1. ed. - São Paulo: Saraiva, 2013.
- GARBIN, S. M. **Estudo da Evolução das Interfaces Homem-Computador**. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Elétrica com ênfase em eletrônica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- GARRETT, J. J. **The Elements of User Experience**. 2. ed - Berkeley, CA: Newriders, 2011.
- HOOBER, S.; BERKMAN, E. **Designing Mobile Interfaces** 1.ed. – Schastopol, CA: O’Reilly books, 2012.
- KIRNER, C. et al. **Realidade Virtual e Aumentada - Conceitos, Projetos e Aplicações**. 2007. Livro do Pré-Simpósio IX Symposium on Virtual and Augmented Reality - Petrópolis, 2007.
- KIRNER, T. G.; REIS, F. M. V. **Desenvolvimento de um Livro com Realidade Aumentada para o Ensino de Geometria**. Artigo - Universidade Federal de Itajubá, MG, 2012.
- KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4.ed – São Paulo: Edusp, 2008, 201p.
- LEE, K. **Augmented Reality in Education and Training**. TechTrends v.56, n.2, p.13, Mar/Abr, 2012.
- MUNARI, B. **Das Coisas Nascem as Coisas**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 1981.
- PASARÉTI, O. et al. **Augmented Reality in education**. 2008. - Eötvös Loránd University: Faculty of Informatics, Budapeste, Hungria, 2012.

PEMBERTON, L; WINTER, M. **Collaborative Augmented Reality in Schools**. Artigo - University of Brighton, 2010.

PIAGET, J. **Main Trends in Psychology**. 3.ed, Londres, UK: George Allen & Unwin, 1973.

SANTOS, E. C. O. **Desenho Instrucional da disciplina "Algoritmo e Programação I" da UAB: Um estudo de caso**. 2010. Dissertação (Pós-Graduação em Gestão da Educação) Universidade de Brasília, DF, 2010.

SOUZA, A. A. N. **Aprendizagem nas redes sociais: Colaboração online na prática de ensino presencial**. In: Simpósio Internacional de Educação a Distância, São Carlos. UFSCar, 2012.

**The Horizon Report 2011**. The New Media Consortium, 2011.

**The Horizon Report 2012**. The New Media Consortium, 2012.

**The Horizon Report 2014**. The New Media Consortium, 2014.

VYGOTSKY, Liev S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 5.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1994.168p.

WHEELER, A. **Designing Brand Identity**. 5.ed. New Jersey, US, John Wiley & Sons, Inc. 2009.

WU, Hsin-Kai. et al. **Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education**. Computers and Education n.62, p.41, 2013.

GEUSS, Megan, **Microsoft partners with Valve VR and Oculus, shows Minecraft for Ho-**  
**loLens**, Ars Technica, disponível em:  
<<http://arstechnica.com/gaming/2015/06/microsoft-partners-with-valve-vr-and-oculus-shows-minecraft-for-hololens/>>, acesso em: 20 jun. 2015;

**Google Material Design**, Alphabet Inc., disponível em: <[design.google.com/resources](http://design.google.com/resources)>, acesso em: 30 set. 2015

**PS Vita | System Specs**, Playstation, disponível em: <<https://www.playstation.com/en-us/explore/psvita/system/system-specs/>>, acesso em: 17 mai. 2015;

**Dossiê Jovens Líderes Telefônica | Vivo**, disponível em:  
<<http://www.telefonica.com.br/servlet/Satellite?c=Noticia&cid=1386091003044&pageName=InstitucionalVivo%2FNoticia%2FLayoutNoticia>>, acesso em: 27 jun. 2015;

WOHLSEN, Marcus, **The Only Way to Save Google Glass Is to Kill It**, WIRED, disponível em: <<http://www.wired.com/2014/11/way-save-google-glass-kill/>>, acesso em: 12 mai. 2015;

**Todos Pela Educação**, Todos Pela Educação, disponível em:  
<[http://www.todospelaeducacao.org.br/indicadores-da-educacao/5-metas?task=indicador\\_educacao](http://www.todospelaeducacao.org.br/indicadores-da-educacao/5-metas?task=indicador_educacao)>, acesso em: 12 mai. 2015;

DARELL, Richard. Bit Rebels. **This is your brain on social media**. Disponível em:  
<<http://www.bitrebels.com/lifestyle/multitasking-this-is-your-brain-on-social-media/>>.  
Acesso em: 12 mai. 2015.

GEUSS, Megan. **Microsoft partners with Valve VR and Oculus, shows Minecraft for HoloLens**. Ars Technica. Disponível em:  
<<http://arstechnica.com/gaming/2015/06/microsoft-partners-with-valve-vr-and-oculus-shows-minecraft-for-hololens/>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

**Apple Further Legitimizes Augmented Reality Tech With Acquisition Of Metaio**. Forbes. Disponível em: <<http://www.forbes.com/sites/davealtavilla/2015/05/30/apple-further-legitimizes-augmented-reality-tech-with-acquisition-of-metaio/>>. Acesso em: 5 jun. 2015.

**Augmented Reality**. Disponível em:  
<<https://engagetheirminds.wordpress.com/augmented-reality/>>. Acesso em: 18 jun. 2015.

**Educação no Brasil. A Atual Situação da Educação no Brasil**. Brasil Escola. Disponível em:  
<<http://www.brasilecola.com/educacao/educacao-no-brasil.htm>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

**TREND REPORT: Engaging with augmented reality now and in the future**. Disponível em: <<http://www.manufacturingglobal.com/technology/483/TREND-REPORT:-Engaging-with-augmented-reality-now-and-in-the-future>>. Acesso em: 25 jun. 2015.

**OECD Better Life Index**. Disponível em:  
<<http://www.oecdbetterlifeindex.org/topics/education/>>. Acesso em: 15 mai. 2015.

## ANEXO – PÁGINAS DO LIVRO TESTE PARA USO COM APLICATIVO MOVEL

38 - Período Jurássico

## Alossauro

Espécie: quase ameaçada

### Classificação científica

Reino: Animalia  
Filo: Chordata  
Classe: Reptilian  
Ordem: Saurischia  
Família: Allosauridae  
Subfamília: Allosaurinae  
Gênero: *Allosaurus*  
Espécie: *Allosaurus fragilis*

**Nome binomial**  
*A. fragilis*  
(Baldwin, 2014)



Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Mauris sed accumsan metus, sed interdum leo. Nam lobortis felis massa, luctus tempus velit viverra quis. Morbi bibendum semper ornare. Duis nulla purus, sollicitudin tempus tortor in, laoreet venenatis lectus. Quisque vitae posuere odio, non venenatis nibh. Proin posuere condimentum turpis, mattis sodales lorem facilisis quis. Sed ornare libero velit, at ultricies nisl egestas non.

Mauris at tortor turpis. Nunc ut lorem ex. Etiam sagittis at ipsum in mollis. Curabitur non dolor porttitor, pharetra quam vel, viverra est. Aliquam sit amet metus eu diam pharetra tincidunt in vitae mi. Curabitur et risus mollis, bibendum lacus eu, vulputate lorem. Pellentesque habitant



morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Fusce maximus metus eget libero maximus faucibus.

Curabitur eleifend, velit vitae ultrices suscipit, nulla dui semper elit, non consequat urna odio eget neque. Donec pharetra sem sed massa bibendum, sed efficitur felis posuere. Curabitur non est at est fermentum porta scelerisque at tortor. Nam lobortis vulputate efficitur. Cras non convallis lectus, vitae ultricies est. Nunc aliquam ac augue sit amet placerat. Donec auctor justo et ante venenatis vulputat. Ut eu purus ut mauris dictum ullamcorper. Morbi in urna sollicitudin lacus malesuada eleifend. Donec interdum dolor ac tempus venenatis. Ut semper ligula eu elit ullamcorper, a iaculis leo bibendum. Etiam ornare consectetur elit eu mattis.

Donec eget elementum lorem. Nulla id elit lacinia, tincidunt ipsum aliquam, rhoncus enim. Suspendisse sit amet posuere nulla. Suspendisse non tincidunt nulla. Curabitur suscipit tempus nunc tristique dignissim. Nunc massa risus, suscipit id accumsan id, aliquet sed ligula. Nunc vel ultrices sapien, vel faucibus nibh. Maecenas cursus libero quis ante consectetur, ut

tincidunt tempor lorem.

Donec auctor neque porta bibendum dapibus. Praesent ultrices consectetur purus ac fermentum. Ut iaculis sapien et mi tincidunt eu laoreet orci molestie. Nunc nulla mi, bibendum eu maximus sit amet, placerat ut felis. Etiam sit amet velit a tellus dapibus imperdiet ut maximus nulla. Mauris id dapibus dolor. Sed vehicula vel elit vel viverra. Vivamus sit amet aliquet velit. Sed vel dolor non ligula interdum tempor non lacinia quam. Pellentesque justo elit, tempor eu pharetra vulputat, porta vel mi. Praesent lectus dui, pharetra vitae sem quis, sagittis ornare diam. Nam lectus ante, mattis eget aliquam quis, ultrices rhoncus sapien. Integer at leo in lorem placerat rutrum. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus.

pretium metus ultrices. Morbi suscipit est arcu, a rutrum leo ullamcorper ac. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

### Hábitos

Donec mauris nisi, accumsan sed purus quis, imperdiet condimentum ante. Integer et feugiat nulla. Praesent tincidunt dolor nulla, quis ultrices orci vestibulum non. Sed sed libero tellus. Morbi tincidunt enim est, sit amet mattis augue finibus et. Fusce quis facilisis odio, at malesuada massa. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Etiam quis tellus facilisis, convallis orci sit amet, iaculis lacus. Nunc lobortis tincidunt sapien, in ullamcorper ligula sollicitudin vitae. Sed quis sollicitudin sapien, quis varius dolor. Quisque sit amet porta leo. Etiam arcu elit, tempor vel suscipit id, facilisis quis lorem. Donec pulvinar maximus elementum. Praesent et felis placerat dolor pharetra faucibus vitae egestas enim. Phasellus vulputate dolor at ullamcorper fermentum. Suspendisse



## A Arquitetura Grega

Um dos elementos da história grega que se faz mais presente até hoje é a opulência e grandiosidade que a arquitetura do Período Clássico carrega em seu cerne, sendo referência até hoje e um dos maiores fomentadores do iluminismo, que resgatou a humanidade do chamado período das trevas

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Mauris sed accumsan metus, sed interdum leo. Nam lobortis felis massa, luctus tempus velit viverra quis. Morbi bibendum semper ornare. Duis nulla purus, sollicitudin tempus tortor in, laoreet venenatis lectus. Quisque vitae posuere odio, non venenatis nibh. Proin posuere condimentum turpis, mattis sodales lorem facilisis quis. Sed ornare libero velit, at ultricies nisl egestas non.

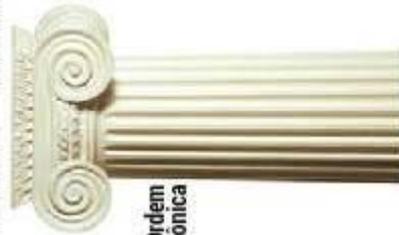
Mauris at tortor turpis. Nunc ut lorem ex. Etiam sagittis at ipsum in mollis. Curabitur non dolor portitor, pharetra quam vel, viverra est. Aliquam sit amet metus eu diam pharetra tincidunt in vitae mi. Curabi-

tur et risus mollis, bibendum lacus eu, vulputate lorem. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Fusce maximus metus eget libero maximus faucibus.

Curabitur eleifend, velit vitae ultrices suscipit, nulla dui semper elit, non consequat urna odio eget neque. Donec pharetra sem sed massa bibendum, sed efficitur felis posuere. Curabitur non est at est fermentum porta scelerisque at tortor. Nam lobortis vulputate efficitur. Cras non convallis lectus, vitae ultricies est. Nunc aliquam ac augue sit amet placerat. Donec auctor justo et ante venenatis volutpat. Ut



Ordem Dórica



Ordem Jônica



Ordem Coríntia

eu purus ut mauris dictum ullamcorper. Morbi in urna sollicitudin lacus malesuada eleifend. Donec interdum dolor ac tempus venenatis. Ut semper ligula eu elit ullamcorper, a iaculis leo bibendum. Etiam ornare consectetur elit eu mattis.

Donec eget elementum lorem. Nulla id elit lacinia, tincidunt ipsum aliquam, rhoncus enim. Suspendisse sit amet posuere nulla. Suspendisse non tincidunt nulla. Curabitur suscipit tempus nunc tristique dignissim. Nunc massa risus, suscipit id accumsan id, aliquet sed ligula. Nunc vel ultrices sapien, vel faucibus nibh. Maecenas cursus libero quis ante consectetur, ut pretium metus ultrices. Morbi suscipit est arcu, a rutrum leo ullamcorper ac. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

As ordens x gêneros e tipos

Donec mauris nisi, accumsan sed purus quis, imperdiet condimentum ante. Integer et feugiat nulla. Praesent tincidunt dolor nulla, quis ultricies orci vestibulum non. Sed sed libero tellus. Morbi tincidunt enim est, sit amet mattis augue finibus et. Fusce quis facilisis odio, at malesuada massa. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Etiam quis tellus facilisis, convallis orci sit amet, iaculis lacus. Nunc lobortis tincidunt sapien, in ullamcorper ligula sollicitudin vitae. Sed quis sollicitudin sapien, quis varius dolor. Quisque sit amet porta leo. Etiam arcu elit, tempus vel suscipit id, facilisis quis lorem. Donec pulvinar maximus elementum. Praesent et felis placerat dolor pharetra faucibus vitae egestas enim. Phasellus vulputate dolor at ullamcorper fermentum. Suspendisse tincidunt tempus lorem.

Donec auctor neque porta bibendum dapibus. Praesent ultrices consectetur purus ac fermentum. Ut iaculis sapien at mi tincidunt, eu laoreet orci molestie. Nunc

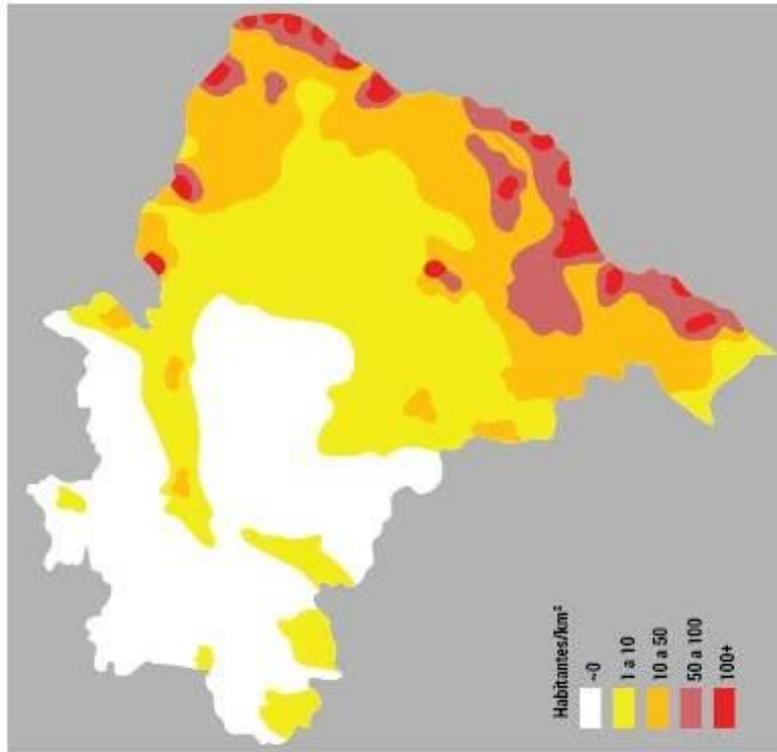
nulla mi, bibendum eu maximus sit amet, placerat ut felis. Etiam sit amet velit a tellus dapibus imperdiet ut maximus nulla. Mauris id dapibus dolor. Sed vehicula vel elit vel viverra. Vivamus sit amet aliquet velit. Sed vel dolor non ligula, interdum tempor non lacinia quam. Pellentesque justo elit, tempus eu pharetra volutpat porta vel mi. Praesent lectus dui, pharetra vitae sem quis, sagittis ornare diam. Nam lectus ante, mattis eget aliquam quis, ultricies rhoncus sapien. Integer at leo in lorem placerat rutrum. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus.



Palestra d'Olimpia

A Arquitetura Grega

## Distribuição População Brasileira

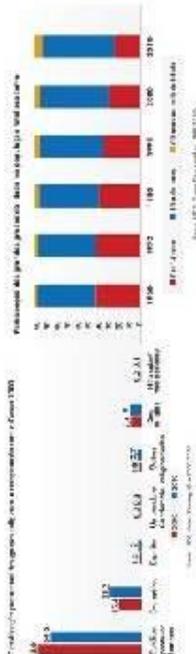


### Concentração nas áreas costeiras

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Mauris sed accumsan metus, sed interdum leo. Nam lobortis felis massa, luctus tempus velit viverra quis. Morbi bibendum semper ornare. Duis nulla purus, sollicitudin tempus tortor in, laoreet venenatis lectus. Quisque vitae posuere odio, non venenatis nibh. Proin posuere condimentum turpis, mattis sodales lorem facilisis quis. Sed ornare libero velit, at ultrices nisi egestas non.

Mauris at tortor turpis. Nunc ut lorem ex. Etiam sagittis at ipsum in mollis. Curabitur non dolor porttitor, pharetra quam vel, viverra est. Aliquam sit amet metus eu diam pharetra

ANO / Região	SUL	SUDESTE	CENTRO-OESTE	NORDESTE	NORTE
1970	1970	1970	1970	1970	1970
1980	1980	1980	1980	1980	1980
1991	1991	1991	1991	1991	1991
2000	2000	2000	2000	2000	2000
2010	2010	2010	2010	2010	2010



tincidunt in vitae mi. Curabitur et risus mollis, bibendum lacus eu, vulputate lorem. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Fusce maximus metus eget libero maximus faucibus.

Curabitur eleifend, velit vitae ultrices suscipit, nulla dui semper elit, non consequat urna odio eget neque. Donec pharetra sem sed massa bibendum, sed efficitur felis posuere. Curabitur non est at est fermentum porta scelerisque at tortor. Nam lobortis vulputate efficitur. Cras non convallis lectus, vitae ultrices est. Nunc aliquam ac augue sit amet placerat. Donec auctor justo et ante venenatis volutpat. Ut eu purus ut mauris dictum ullamcorper. Morbi in urna sollicitudin lacus malesuada eleifend. Donec interdum dolor ac tempus venenatis. Ut semper ligula eu elit ullamcorper, a laculis leo bibendum. Etiam ornare consectetur elit eu mattis.

Donec eget elementum lorem. Nulla id elit lacinia, tincidunt ipsum aliquam, rhoncus enim. Suspendisse sit amet posuere nulla. Suspendisse non tincidunt nulla. Curabitur suscipit tempus nunc tristique dignissim. Nunc massa risus, suscipit id accumsan id, aliquet sed ligula. Nunc vel ultrices sapien, vel faucibus nibh. Maecenas cursus libero quis ante consectetur, ut pretium metus ultrices. Morbi suscipit est arcu, a rutrum leo ullamcorper ac. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.