

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO (PPGCCS)

**AR+G ATIVIDADES EDUCACIONAS: UM
APLICATIVO DE REALIDADE AUMENTADA COM
GAMIFICATION PARA AUXILIAR NO PROCESSO DE
ENSINO-APRENDIZAGEM DE ALUNOS COM
DEFICIÊNCIA INTELECTUAL**

ROGÉRIO COLPANI

ORIENTADOR: PROF. DR. MURILLO RODRIGO PETRUCELLI HOMEM

Sorocaba - SP
Junho/2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO (PPGCCS)

**AR+G ATIVIDADES EDUCACIONAS: UM
APLICATIVO DE REALIDADE AUMENTADA COM
GAMIFICATION PARA AUXILIAR NO PROCESSO DE
ENSINO-APRENDIZAGEM DE ALUNOS COM
DEFICIÊNCIA INTELECTUAL**

ROGÉRIO COLPANI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGCCS) da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação. Área de concentração: Sistemas Computacionais. Orientador: Dr. Murillo Rodrigo Petrucelli Homem.

Sorocaba - SP
Junho/2015

Colpani, Rogério.
C721a AR+G atividades educacionais : um aplicativo de realidade aumentada com *gamification* para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de alunos com deficiência intelectual / Rogério Colpani. -- 2015.
109 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, *Campus* Sorocaba, Sorocaba, 2015
Orientador: Murillo Rodrigo Petrucelli Homem.
Banca examinadora: Carlos Henrique da Silva Santos, Sahudy Montenegro Gonzalez.
Bibliografia

1. Software de aplicação. 2. Educação especial – Ensino auxiliado por computador. 3. Aprendizagem. I. Orientador. II. Sorocaba-Universidade Federal de São Carlos. III . Título.

CDD 005.3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
Centro de Ciências em Gestão e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Rogério Colpani, realizada em 25/06/2015:

Prof. Dr. Murillo Rodrigo Petrucelli Homem
UFSCar

Prof. Dr. Carlos Henrique da Silva Santos
IFSP

Profa. Dra. Sahudy Montenegro González
UFSCar

Dedico este trabalho aos meus pais por tudo o que me ofereceram durante todo esse tempo, pelo apoio, compreensão e por estarem sempre ao meu lado me incentivando.

AGRADECIMENTOS

- ✓ **À DEUS E À NOSSA SENHORA APARECIDA, POR TUDO!!!**

- ✓ **AOS MEUS PAIS, POR ME DAREM A OPORTUNIDADE DE ESTUDAR, POR ME APOIAREM SEMPRE, POR SEREM MEUS GRANDES AMIGOS, POR ESTAREM SEMPRE AO MEU LADO ME AJUDANDO E INCENTIVANDO.**

- ✓ **AO MEU ORIENTADOR PROF. DR. MURILLO RODRIGO PETRUCELLI HOMEM, QUE AO LONGO DESSES ANOS TEM ME AJUDADO COM SUAS ORIENTAÇÕES, SEUS INCENTIVOS, PELA SUA DEDICAÇÃO E CONFIANÇA EM MEU TRABALHO.**

- ✓ **À MINHA NAMORADA POR SEMPRE ESTAR AO MEU LADO INCENTIVANDO, PELA COMPREENSÃO E CONSELHOS.**

- ✓ **AOS PROFISSIONAIS DA ASSOCIAÇÃO DE PAIS E AMIGOS DOS EXCEPCIONAIS DE GUAXUPÉ POR TEREM ACEITADO O CONVITE PARA PARTICIPAR DESTE TRABALHO E PELA CONTRIBUIÇÃO NO MESMO.**

- ✓ **AO MEU COLEGA JESIEL STOCCO NUNES PELAS IDEIAS, INCENTIVOS E AJUDA.**

- ✓ **A TODOS OS COLEGAS E PROFESSORES QUE DE FORMA DIRETA OU INDIRETA CONTRIBUÍRAM PARA A REALIZAÇÃO DESTE TRABALHO.**

A dor é o preparo. A semente passa por todo um processo de crescimento, mas ela sabe que se não deixar de ser o que é, não atingirá seu objetivo.

Não desista, está apertado, está achando que está difícil, mas a dor faz parte do processo. A sua dor não pode ser em vão.

E que você faz com a sua dor? Faz um quadro? Faz uma música? A genialidade está em transformar a lata velha em ouro. Ou a dor me destrói, ou eu a transformo em processo de ressurreição.

Padre Fábio de Melo

RESUMO

Nessa dissertação foi desenvolvido um aplicativo denominado AR+G Atividades Educacionais, fazendo uso de tecnologias de Realidade Aumentada e *Gamification*, com o intuito de auxiliar no processo de aprendizagem de alunos com deficiência intelectual. Esse aplicativo possibilitou o professor explorar diversas habilidades dos alunos, entre elas, classificação, discriminação, cor, quantidade, situações problema, funcionalidade dos objetos e associação. Esse aplicativo foi avaliado por duas professoras da área de educação especial e utilizado em uma escola por dez alunos com deficiência intelectual. Para isso, foram adotados métodos quantitativos e qualitativos. Na etapa quantitativa, foram mensuradas as habilidades de cada aluno, através do preenchimento de um questionário pela professora que trabalha diretamente com esses alunos, antes da etapa de utilização do aplicativo e após um período de dois meses de uso. Para análise estatística, utilizou-se o teste t, a fim de verificar se a pontuação média de cada habilidade e a pontuação média dos alunos antes da utilização do aplicativo é menor que a alcançada após a utilização do mesmo, além de estatística descritiva para organizar, resumir e apresentar os dados obtidos. Na etapa qualitativa foi avaliado a usabilidade técnica e pedagógica do aplicativo, tendo como intuito de se conhecer as opiniões de especialistas da área, coletando informações, através de um questionário e da técnica observacional, sobre a facilidade de aprendizagem e satisfação do uso da aplicação. Os resultados apontaram que o AR+G Atividades Educacionais contribui para a melhoria de habilidades que, pelos métodos tradicionais de ensino utilizados até o momento pelos alunos, ainda não haviam sido melhoradas. É uma ferramenta de fácil aprendizagem e proporciona satisfação por parte dos potenciais usuários. Quanto ao material de aprendizagem, o aplicativo proporciona facilidade de construção de conhecimento individual e coletiva, apresenta indícios de maior engajamento e motivação dos alunos durante a realização de suas atividades e um comportamento mais ativo dos mesmos.

Palavras-chave: Realidade Aumentada, *Gamification*, Deficiência Intelectual.

ABSTRACT

In this work, it developed an Augmented Reality with Gamification application to assist the learning process of students with intellectual disabilities in general. This application enables the teacher explore various skills with students, how examples, classification, discrimination, color, quantity, problem situations, functionality of objects and association. It was evaluated by two special education professionals and tested by ten students with intellectual disability. In order to evaluate the potential of the application was used quantitative and qualitative methods. In the quantitative stage, questionnaire were applied to the teacher. This questionnaire, regarding the skills presented by the students, were applied prior to the tests with the application get started in schools and were reapplied after a period of two months of tests. For the statistical analysis, it was used the t-test for hypothesis testing and descriptive statistics to organize, summarize and present the data. In the qualitative stage, was evaluated the technical and pedagogical usability of the application in order to the views of experts in the area, making use of questionnaire and observational technical, your opinions about the ease of learning and satisfaction of the application use. The results show that the AR+G Educational Activities contributes to the improvement of skills that, the traditional teaching methods used so far by students that had not been seized by them in a conventional way. It is an easy to learn tool and provides satisfaction from potential users during use. As for learning material, it provides individual knowledge construction facility or collective, presents evidence of engagement and motivation of the students while conducting their activities, as well as more active behavior of the same.

Keywords: Augmented Reality, Gamification, Intellectual Disabilities

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Reality-Virtuality Continuum</i>	30
Figura 2 - Evolução dos marcadores de RA.....	32
Figura 3 - Sistema de RA.	33
Figura 4 - Livro de RA aplicado ao ensino de diversidade de plantas.....	36
Figura 5 - Interface do GenVirtual.	36
Figura 6 - Ambiente de RA usado para implementar o Artifact-AR.	37
Figura 7 - Quadro da Mona Lisa associado a um marcador sobreposto na parede. ...	37
Figura 8 – Quantidade de artigos de acordo com o tipo de atividade educacional. ...	43
Figura 9 - Livro de RA.	44
Figura 10 - Tipos de diversão e motivadores.	47
Figura 11 - Desenvolvimento Evolucionário.	50
Figura 12 - Diagrama de Caso de Uso.....	52
Figura 13 - Diagrama de Atividade – Iniciar Aplicativo.	53
Figura 14 - Diagrama de Atividade: Agrupar Objetos do tipo Animal.	54
Figura 15 - Diagrama de Atividade: Agrupar Objetos do tipo Fruta.....	55
Figura 16 - Diagrama de Atividade: Associar Palavra com o respectivo Objeto.....	56
Figura 17 - Arquitetura geral do sistema.	57
Figura 18 - Diagrama de fluxo do SDK Vuforia em um ambiente de aplicação.....	59
Figura 19 - Tela inicial do aplicativo.	60
Figura 20 - Alguns marcadores utilizados para as atividades de agrupamento.	61
Figura 21 - <i>Feedback</i> de acerto - atividade de agrupar os objetos do tipo animal. ...	61
Figura 22 - <i>Feedback</i> de erro - atividade de agrupar os objetos do tipo animal.....	61
Figura 23 - Alguns marcadores utilizados para a atividade de associação.	62
Figura 24 - <i>Feedback</i> de acerto - atividade de associação.	63
Figura 25 - <i>Feedback</i> de erro - atividade de associação.....	63
Figura 26 - Texto explicativo - atividade de agrupar os objetos do tipo animal.	63
Figura 27 - Tela de recompensa por concluir o primeiro nível com sucesso.....	64
Figura 28 – Média das habilidades para o grupo de alunos analisados.....	87
Figura 29 - Média, por aluno, das habilidades antes e após o uso do aplicativo.	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição do Caso de Uso – Iniciar Aplicativo.....	52
Quadro 2 – Descrição do Caso de Uso – Iniciar Atividade.....	53
Quadro 3 – Descrição do Caso de Uso – Agrupar Animais.....	53
Quadro 4 – Descrição do Caso de Uso – Agrupar Frutas.....	54
Quadro 5 – Descrição do Caso de Uso – Associação.....	55
Quadro 6 – Características dos Alunos.....	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pontuação dos alunos referente às habilidades trabalhadas.	86
Tabela 2 - Resultado do teste t por habilidade.	87
Tabela 3 - Resultado do teste t para por aluno.	89
Tabela 4 - Pontuação média da usabilidade técnica.	91
Tabela 5 - Pontuação média da usabilidade pedagógica.	94
Tabela 6 - Nota de participação e interesse dos alunos.	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAID – *American Association on Intellectual and Development Disabilities*

APAE – *Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais*

AR+G – *Augmented Reality and Gamification*

EJA – *Educação de Jovens e Adultos*

GIMP – *Image Manipulation Program*

QI – *Quociente de Inteligência*

RA – *Realidade Aumentada*

RV – *Realidade Virtual*

SBC – *Sociedade Brasileira de Computação*

VA – *Virtualidade Aumentada*

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Contextualização.....	13
1.2 Objetivos	15
1.3 Justificativa.....	16
1.4 Contribuições	17
1.5 Organização do Trabalho.....	18
CAPÍTULO 2 - A EDUCAÇÃO E O ALUNO COM DEFICIÊNCIA INTELECTUAL..	20
2.1 Da Educação Especial à Educação Inclusiva.....	20
2.2 Deficiência Intelectual.....	23
2.3 O Aluno com Deficiência Intelectual.....	24
2.4 Considerações Finais.....	27
CAPÍTULO 3 - REALIDADE AUMENTADA E <i>GAMIFICATION</i>	29
3.1 Realidade Aumentada.....	29
3.1.1 Tipos e aplicações de Realidade Aumentada	31
3.1.2 Sistema de Realidade Aumentada	32
3.1.3 Trabalhos Correlatos.....	34
3.2 <i>Gamification</i>	38
3.2.1 Tipos de Jogadores.....	41
3.2.2 Aplicações.....	42
3.2.3 Estratégia para aplicação da <i>Gamification</i> na Educação	45
3.3 Considerações Finais.....	48
CAPÍTULO 4 - O APLICATIVO AR+G ATIVIDADES EDUCACIONAIS	49
4.1 Metodologia de desenvolvimento do aplicativo	49
4.1.1 Especificação dos requisitos	50
4.1.2 Arquitetura Geral do Sistema	56
4.1.3 Ferramentas.....	57
4.2 Descrição do aplicativo AR+G Atividades Educacionais.....	59
4.3 Como explorar a <i>gamification</i> por meio do aplicativo	64

4.4 Como o aplicativo pode auxiliar no aprendizado dos alunos.....	67
4.5 Considerações Finais	72
CAPÍTULO 5 - PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DO APLICATIVO.....	73
5.1 Avaliação do aplicativo em alunos com deficiência intelectual.....	73
5.1.1 Amostras e População	74
5.1.2 Instrumento de Coleta de Dados.....	75
5.1.3 Etapas para a Coleta e Análise dos Dados	76
5.1.4 Hipóteses	77
5.1.5 Métodos de Análise	78
5.2 Avaliação da Usabilidade Técnica e Pedagógica.....	78
5.2.1 Objetivos	80
5.2.2 Amostras e Método de Avaliação.....	80
5.2.3 Instrumento de Coleta de Dados.....	81
5.2.4 Etapas para a Coleta e Análise dos Dados	83
CAPÍTULO 6 - RESULTADOS	84
6.1 Descrição dos Alunos.....	84
6.2 Resultado da Análise Quantitativa	85
6.3 Resultado da Análise Qualitativa.....	90
6.3.1 Usabilidade Técnica e Pedagógica	91
CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	99
REFERÊNCIAS.....	102
APÊNDICE A	110
APÊNDICE B	112

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Segundo Gomes et al. (2007), o caráter meritocrático, homogeneizador e competitivo das escolas apenas acentuam a deficiência, reforçam os sintomas existentes e agravam as dificuldades do aluno com deficiência intelectual¹ além de apontar que eles são os responsáveis por “atrasar” o desenvolvimento do processo escolar, em todas as séries e níveis. Diante dessa situação, os alunos que se afastam levemente dos padrões aceitáveis de comportamento, desempenho ou que há necessidades de recursos especiais são desvinculados destas escolas sendo levados para qualquer outro lugar que supostamente saiba como ensiná-los. Com isso, agrava-se cada vez mais o preconceito, a desigualdade e a exclusão escolar e social.

A Convenção da Guatemala, internacionalizada à Constituição Brasileira pelo Decreto nº 3.956/2001², no seu artigo 1º define deficiência como

[...] uma restrição física, mental ou sensorial, de natureza permanente ou transitória, que limita a capacidade de exercer uma ou mais atividades essenciais da vida diária, causada ou agravada pelo ambiente econômico e social.

¹ Os termos deficiência intelectual e deficiência cognitiva, nesta dissertação, estão sendo usados como sinônimos conforme encontrado na literatura. Além disso, sai do escopo desse trabalho a discussão sobre esses termos específicos.

² Presidência da República – Casa Civil. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/D3956.htm>. Acesso em: 03 jan. 2015.

Desde meados dos anos 80, tratados internacionais têm demonstrado o interesse de construir uma sociedade que não só reconheça a diferença como um valor humano inquestionável, como também promova condições para o pleno desenvolvimento de todas as pessoas. Assim, quando se discute sobre a oferta de escolarização para pessoas com deficiência, há uma tendência mundial na valorização da educação inclusiva (MALAQUIAS, 2012; SÁNCHEZ, 2005).

A educação inclusiva é definida por Sánchez (2005), como uma tentativa a mais de atender as dificuldades de aprendizagem de qualquer aluno no sistema educacional e como um meio de assegurar que os alunos, que apresentam alguma deficiência, tenham os mesmos direitos que os demais alunos da escola regular.

A deficiência intelectual desafia as escolas no seu objetivo de ensinar e levar o aluno a aprender o conteúdo curricular, pois o aluno com essa deficiência tem uma forma especial de lidar com o saber e apresenta dificuldades em aprender e demonstrar sua capacidade cognitiva (GOMES et al., 2007).

As pessoas com deficiência intelectual encontram inúmeras barreiras nas interações com o meio para assimilar as propriedades físicas do objeto de conhecimento (cor, forma, tamanho e outras). Tal fato acontece porque são indivíduos que apresentam *déficits* no funcionamento, na estruturação e na construção do conhecimento (GOMES et al., 2007).

Nos últimos anos, segundo Kirner e Kirner (2011), com o avanço da tecnologia, diversos aplicativos de *softwares* com recursos multimídia e/ou Realidade Virtual (RV) vem sendo utilizados como alternativas aos métodos tradicionais de tratamento e ensino com o intuito de neutralizar as barreiras causadas pela deficiência. Porém, embora apresentarem resultados promissores, suas principais limitações estão em exigir destreza e alto custo de desenvolvimento, respectivamente.

Por outro lado, a Realidade Aumentada (RA) vem se destacando e tornando-se cada vez mais popular por proporcionar maior acessibilidade devido ao baixo custo dos aplicativos e de sua fácil distribuição, além de proporcionar uma interação humano-computador intuitiva, possibilitar *feedback* multissensorial, personalização, simplicidade e motivação (KIRNER; KIRNER, 2011).

Pesquisas mostram que apesar do uso dessas tecnologias se encontrarem em seus estágios de exploração prática, vários resultados têm apontado na direção do seu uso, ressaltando suas especificidades como fatores motivadores para o

tratamento e ensino de indivíduos com diferentes lesões cerebrais. Assim, sua utilização mostra-se viável e vem apresentando ser essencial como um meio de auxiliar na realização de tarefas, aprendizado, elaboração de conceitos e comunicação (JERÔNIMO; LIMA, 2006).

No entanto, a literatura referente ao uso de RA para pessoas com deficiência intelectual ainda é limitada, pois pesquisas nessa área normalmente estão focadas ao tratamento de pessoas com deficiência motora (COLPANI; HOMEM, 2015). Além disso, nenhum trabalho foi encontrado aplicando conceitos de *gamification* para o mesmo fim. Este fato é comprovado através da revisão sistemática feita por Borges et al. (2014, p. 219) sobre o uso da *gamification* aplicado à educação onde o autor destaca que “[...] nenhum dos estudos apresentou pesquisas relacionadas à pré-escola, ensino médio ou a estudantes portadores de necessidades especiais [...]”.

Sendo assim, a proposta desta dissertação tem como objetivo prototipar um aplicativo de RA com *gamification* para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de alunos com deficiência intelectual.

1.2 Objetivos

Diante do exposto de que as limitações dos alunos com deficiência intelectual tendem a tornar-se uma barreira para a construção do conhecimento e de que a tecnologia pode contribuir para minimizar tais limitações, este trabalho tem como objetivo principal prototipar um aplicativo de RA com *gamification* para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de alunos com deficiência intelectual, sendo os objetivos específicos:

- Apresentar os principais conceitos de deficiência intelectual, bem como as características e limitações que esses alunos apresentam;
- Prototipar um aplicativo de RA com *gamification* usando dispositivos convencionais para auxiliar na aprendizagem de alunos com deficiência intelectual;

- Avaliar o potencial do aplicativo como ferramenta de auxílio para a aprendizagem de alunos com deficiência intelectual;

1.3 Justificativa

A Sociedade Brasileira de Computação (SBC) promoveu um seminário em 2006 em que foi elaborado um relatório sobre os Grandes Desafios de Pesquisa em Ciência da Computação no Brasil entre 2006 e 2016. E, dentre os cinco desafios apontados nesse relatório um foi o de “promover acesso participativo e universal do cidadão brasileiro ao conhecimento” (SBC, 2006) tendo como principal objetivo vencer as barreiras tecnológicas, educacionais, sociais e econômicas que impedem o acesso ao conhecimento e a interação. Isso deve ser feito por meio da criação de sistemas, modelos, métodos e procedimentos que torne possível a participação dos usuários no processo de construção do conhecimento.

Outra justificativa para o desenvolvimento deste trabalho está no Parecer CNE/CEB número 17/2001 (MEC/CNE, 2001), sobre Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica onde:

Cabe a todos, principalmente aos setores de pesquisa, às universidades, o desenvolvimento de estudos na busca dos melhores recursos para auxiliar/ampliar a capacidade das pessoas com necessidades educacionais especiais de se comunicar, de se locomover e de participar de maneira cada vez mais autônoma do meio educacional, da vida produtiva e da vida social, exercendo assim, de maneira plena a sua cidadania. Estudos e pesquisas sobre inovações na prática pedagógica e desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias ao processo educativo, por exemplo, são de grande relevância para o avanço das práticas inclusivas (p. 14).

Com base no exposto, é possível verificar que a proposta de pesquisa está em consonância com o relatório proposto pela SBC e com parecer da CNE/CEB, na medida em que a mesma visa realizar um estudo sobre a tecnologia de RA e a *gamification* aplicada ao processo de construção do conhecimento de uma parcela da população que cada vez mais vem se matriculando no ensino regular. Onde o índice de matriculados, segundo os resultados do Censo Escolar da Educação

Básica de 2008³, passou de 46,8% em 2007 para 54% em 2013. Estão em classes comuns 375.772 estudantes com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação.

1.4 Contribuições

Esta pesquisa trata-se de um estudo interdisciplinar envolvendo as áreas de Ciência da Computação e Educação e que se espera oferecer possíveis contribuições para ambas as áreas:

- Ao aluno com deficiência intelectual espera-se com esse trabalho contribuir com a disponibilização de um novo tipo de recurso que lhe permitirá desenvolver o aprendizado por meio de atividade lúdica e interativa;
- Aos professores, espera-se que esse trabalho contribua com a disponibilização de um recurso que auxiliará na prática inclusiva de alunos com deficiência intelectual;
- Para a tecnologia de RA e a *Gamification*, espera-se com esse trabalho contribuir com a realização de um estudo com testes empíricos sobre a sua aplicação em um contexto diferente dos já explorados, permitindo assim o avanço da teoria sobre o assunto;
- Para a área de Ciência da Computação, espera-se que esta pesquisa possa contribuir com um dos grandes desafios impostos pela SBC (2006) o de “promover acesso participativo e universal do cidadão brasileiro ao conhecimento”.

³ Ministério da Educação. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12345:politica-de-educacao-inclusiva&catid=302:politica-de-educacao-inclusiva&Itemid=709>. Acesso em: 03 jan. 2015.

De modo geral, espera-se que os resultados desta pesquisa possam contribuir de alguma forma com as discussões acerca das áreas de RA e *Gamification* aplicado a alunos com deficiência intelectual.

1.5 Organização do Trabalho

Esta dissertação está estruturada como segue:

- Capítulo 2: apresenta uma descrição histórica da educação especial à educação inclusiva retratando a forma de lidar com as pessoas com deficiência intelectual. Em seguida, é abordado a definição de deficiência intelectual, sua etiologia e as características de um aluno portador dessa deficiência.
- Capítulo 3: aborda inicialmente a definição, as características, os tipos e as aplicações de RA; o sistema de RA e os trabalhos correlatos desta área de pesquisa. Em seguida, é apresentado os conceitos, dimensões e estruturas da *gamification*; uma descrição sucinta de mecânicas e dinâmicas de jogos; os tipos de jogadores e aplicações. Por fim, é exposta uma estratégia para aplicação da *gamification* na educação.
- Capítulo 4: aborda a metodologia e as ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do aplicativo. Em seguida, é apresentado o aplicativo e como a *gamification* é explorada ao longo de sua utilização. Por fim, baseado na literatura e sob os relatos de uma profissional da área, o autor apresenta como o aplicativo poderá auxiliar no processo de aprendizagem de alunos com deficiência intelectual.
- Capítulo 5: apresenta os materiais, métodos e procedimentos utilizados para avaliar o potencial do aplicativo como ferramenta de auxílio no processo de aprendizagem em alunos com deficiência intelectual e avaliar

o aplicativo quanto a usabilidade técnica e pedagógica através das opiniões de duas professoras da área.

- Capítulo 6: apresenta os resultados e as discussões da análise quantitativa e qualitativa.
- Capítulo 7: apresenta as conclusões e os trabalhos futuros.

Capítulo 2

A EDUCAÇÃO E O ALUNO COM DEFICIÊNCIA INTELECTUAL

Com base na evolução das civilizações, a análise histórica da educação especial à educação inclusiva retrata que a forma de lidar com as pessoas com deficiência intelectual foi se transformando. A própria definição de deficiência e, conseqüentemente, de deficiência intelectual sofreram inúmeras alterações ao longo dos séculos. Sendo assim, neste capítulo primeiramente será apresentado na seção 2.1, uma breve história da educação especial à educação inclusiva. Na seção 2.2, será apresentado a definição de deficiência intelectual com base na American Association on Intellectual and Development Disabilities. Na seção 2.3, será apresentado as características do aluno com deficiência intelectual. E, por fim, na seção 2.4 será realizado um fechamento sobre este capítulo.

2.1 Da Educação Especial à Educação Inclusiva

Analisando a história da Educação Especial em várias partes do mundo, é possível apontar, baseado em Malaquias (2012) e Sánchez (2005), cinco estágios durante os quais a sociedade explorou diferentes maneiras de compreender e tratar as pessoas com deficiência.

No primeiro estágio, ocorrido antes da era cristã, não havia preocupação com o atendimento aos deficientes. A sociedade simplesmente ignorava, rejeitava, explorava ou eliminava as pessoas com tais problemas (MALAQUIAS, 2012; SÁNCHEZ, 2005).

Devido à falta de uma base científica, a deficiência vinculava-se basicamente ao misticismo e ocultismo. A desconfiança e o medo do diferente faziam surgir preconceitos e atitudes equivocadas que contribuíram para a marginalização e abandono destas pessoas (MALAQUIAS, 2012; SÁNCHEZ, 2005).

Com o avanço das civilizações e as transformações ocorridas entre os séculos XVIII e XIX, identifica-se o segundo estágio denominado de Segregação Social. Este período foi marcado pela institucionalização especializada, e considerado o marco da Educação Especial. Influenciada principalmente pela igreja, as pessoas com deficiência passaram a receber atendimento em escolas especiais com fins filantrópicos ou religiosos. Esta época foi fundamentada em uma concepção organicista, cuja causa da deficiência intelectual era tida como hereditária. Assim, a segregação era considerada a melhor maneira de combater a “ameaça” representada por pessoas com deficiência (MALAQUIAS, 2012; SÁNCHEZ, 2005).

O terceiro estágio ocorreu em meados do século XX, cujo objetivo era a redução da segregação imposta a pessoas com deficiência. Este período foi marcado pelo processo de desenvolvimento de classes especiais em escolas públicas visando oferecer uma educação à pessoa com deficiência. A criação de classes especiais alavancou o surgimento dos primeiros testes de inteligência influenciando a busca pela categorização e classificação dos alunos com deficiência intelectual (MALAQUIAS, 2012; SÁNCHEZ, 2005).

No quarto estágio, ocorrido por volta da década de 1970, iniciou-se o movimento de integração social à pessoas com deficiência, cujo objetivo era integrá-los em ambientes escolares, o mais próximo possível daqueles oferecidos a pessoas “comuns” (MALAQUIAS, 2012; SÁNCHEZ, 2005).

Ao final da década de 1980 e princípio da década de 1990, foi marcado por iniciativas em contexto mundial de movimentos visando à construção de um novo paradigma ao atendimento educacional denominado de Educação Inclusiva. Tal movimento surgiu conforme as transformações ocorridas ao longo dos anos, caracterizando-a como o quinto estágio da educação de pessoas com deficiência (SÁNCHEZ, 2005).

Entre os vários movimentos, a Conferência Mundial sobre Necessidades Educacionais Especiais, de 1994, em Salamanca, realizada na Espanha foi a mais decisiva e que contribuiu para impulsionar a Educação Inclusiva em todo o mundo. Nela, foi desenvolvido um plano de ação cujo princípio norteador definia que as

escolas comuns deveriam acolher a todas as crianças, independentes de suas condições físicas, intelectuais, sociais, econômicas, linguísticas e outras (SÁNCHEZ, 2005).

O objetivo fundamental da Educação Inclusiva é garantir que nenhuma criança fique de fora do ensino regular da escola comum e que esta escola, por sua vez, adapte-se às particularidades de todos os alunos. Porém, a simples inserção do aluno em sala de aula regular, não garante sua “inclusão escolar” (MALAQUIAS, 2012). Para isso, de acordo com o MEC/CNE (2001) é necessário à elaboração de projetos pedagógicos que se orientem pela política de inclusão e pelo compromisso com a educação escolar desses alunos; o provimento, nos sistemas de ensino; de recursos pedagógicos especiais para apoio aos programas educativos e ações destinadas à capacitação de recursos humanos para atender às demandas desses alunos.

Nesta perspectiva, a Educação Inclusiva, segundo Sánchez (2005, p.09), proclama que:

Todas as crianças têm direito à educação e deve-se dar a elas a oportunidade de alcançar e manter um nível aceitável de conhecimentos; cada criança tem características, interesses, capacidades e necessidades de aprendizagem que lhe são próprias; os sistemas de ensino devem ser organizados e os programas aplicados de modo que tenham em conta todas as diferentes características e necessidades; as pessoas com necessidades educacionais especiais devem ter acesso às escolas comuns; e as escolas comuns devem representar um meio mais eficaz para combater as atitudes discriminatórias, criar comunidades acolhedoras, construir uma sociedade integradora e alcançar a educação para todos.

A política de educação especial adotada pelo Ministério da Educação estabelece que a educação inclusiva seja prioridade. Essa iniciativa trouxe consigo mudanças que permitiram a oferta de vagas na educação básica, valorizando as diferenças e atendendo às necessidades educacionais de cada aluno. Com base no Censo Escolar MEC/INEP 2013⁴, há um aumento na quantidade de alunos matriculados nas classes comuns do ensino regular e uma diminuição no número de matriculados na modalidade especial. Segundo Malaquias (2012), isso significa que a escola se depara constantemente com uma diversidade maior de alunados,

⁴ Ministério da Educação. Censo Escolar da Educação Básica 2012 Resumo Técnico. Disponível em <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/resumos_tecnicos/resumo_tecnico_censo_educacao_basica_2012.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2015.

tornando necessária mudanças nas práticas pedagógicas para o atendimento educacional, de modo a oferecer um ensino de qualidade a esses alunos.

2.2 Deficiência Intelectual

Segundo Vasconcelos (2004), a deficiência intelectual é um dos transtornos neuropsiquiátricos mais comuns em crianças e adolescentes, comumente em pessoas do sexo masculino, atingindo cerca de 2% a 3% da população jovem. Esses jovens, frequentemente, apresentam-se ao pediatra geral com queixa de atraso na fala, alteração do comportamento ou baixo rendimento escolar.

De acordo com Carvalho e Maciel (2003), a deficiência intelectual é identificada como uma condição individual, inerente e restrita à pessoa. Seu diagnóstico é dado por médicos e psicólogos em consultórios, hospitais, centros de reabilitação e clínicas por meio de instrumentos e recursos que garante resultados confiáveis.

Esta é definida baseada em três critérios: início do quadro clínico antes dos 18 anos; função intelectual comprovada por um quociente de inteligência (QI) significativamente abaixo da média (igual ou menor que 70); e duas ou mais deficiências nas habilidades adaptativas (comunicação, autocuidados, habilidades sociais, auto orientação, rendimento escolar, trabalho, lazer, segurança e saúde). Seu registro destina-se a finalidades diversas, como elegibilidade para intervenção; benefícios e assistência previdenciária; proteção legal; acesso a cotas para emprego entre outros (VASCONCELOS, 2004).

Sua classificação é intitulada como leve para um QI entre 55 e 70; moderado para um QI entre 40 e 55; grave se o QI for entre 25 e 40 e profunda para os casos em que o QI estiver entre 20 e 25 (VASCONCELOS, 2004).

A etiologia deste transtorno neuropsiquiátrico atualmente é identificada entre 50% e 70% dos casos e pode ser genética, ambiental, congênita ou adquirida. De acordo com alguns indícios clínicos e laboratoriais, as causas mais comuns da doença são: síndrome de *Down*, síndrome do álcool fetal, intoxicação por chumbo, infecções congênitas, síndrome neurocutânea, síndrome de Rett, síndrome do X-frágil, malformações cerebrais, desnutrição e outros (VASCONCELOS, 2004).

A concepção de deficiência intelectual como fenômeno caracterizado por incompetência generalizada e limitações no funcionamento individual vem sendo há séculos motivo de estudos por pesquisadores de diversas áreas, evidenciando-se ainda em nossos dias (MALAQUIAS, 2012). Fundamenta-se no julgamento clínico e na literatura especializada, no qual há diferentes definições propostas por importantes organizações mundiais, dentre elas, destaca-se por sua importância histórica, a *American Association on Intellectual and Development Disabilities*⁵ (AAIDD) (CARVALHO; MACIEL, 2003).

O modelo proposto pela AAIDD em 2002, intitulado de Sistema 2002, consiste na concepção multidimensional, funcional e biológica de deficiência intelectual definindo-a como:

O Retardo Mental é caracterizado por limitações significativas no funcionamento intelectual e no comportamento adaptativo, como expresso nas habilidades práticas, sociais e conceituais, originando-se antes dos dezoito anos de idade (CARVALHO; MACIEL, 2003, p.150).

O modelo proposto pela AAIDD em 2010, na 11ª edição de seu manual, foi apresentado a primeira definição oficial de “Deficiência Intelectual”, ao qual se manteve a definição dada em 2002 alterando apenas o termo “Retardo Mental” por “Deficiência Intelectual”.

2.3 O Aluno com Deficiência Intelectual

Segundo Malaquias (2012), até recentemente, acreditava-se que as pessoas com deficiência intelectual apresentavam limitações em todas as áreas do desenvolvimento e em todas as realizações. Mas com os avanços científicos e a prática educacional têm mostrado que essas pessoas possuem muitas capacidades e habilidades que lhes permitem se adequar às exigências do meio físico e social.

Não é possível traçar um perfil típico das pessoas com deficiência intelectual, nem características específicas de sua personalidade e comportamento, pois esses indivíduos constituem um grupo heterogêneo e suas limitações cognitivas e

⁵ *American Association on Intellectual and Development Disabilities*. Disponível em <<http://aaid.org/>>. Acesso em: 09 jan. 2015.

adaptativas variam de pessoa para pessoa. Sendo assim, cada aluno com deficiência intelectual possui necessidades educativas específicas e, de modo geral, esses se diferem dos demais por não possuírem as habilidades e comportamentos que as pessoas consideradas "normais" apresentam. Essas habilidades e comportamentos incluem atividades da vida diária, habilidades acadêmicas, comportamentos sociais ou profissionais (MALAQUIAS, 2012).

Os alunos com deficiência intelectual encontram barreiras que se divergem daquelas encontradas nas demais deficiências. Trata-se da maneira de lidar com o saber em geral, de modo a refletir na construção do conhecimento escolar. Estas barreiras são encontradas nas interações com o meio para assimilar as propriedades físicas do objeto de conhecimento (cor, forma, tamanho e outros). Isso acontece porque são pessoas que apresentam *déficits* no funcionamento, na estruturação e na construção do conhecimento. Sendo assim, não adianta insistir em atividades simples e repetitiva de noções de cor, tamanho, forma, etc. para que, a partir desse suposto aprendizado, o aluno consiga entender as propriedades físicas dos objetos, e transportá-los para outros contextos de aprendizagem (GOMES et al., 2007).

O aluno com deficiência intelectual precisa exercitar sua atividade cognitiva, de modo que consiga retirar informações do objeto e construir conceitos de maneira espontânea e progressiva. Para isso, é necessário trabalhar a abstração através da projeção das ações práticas em pensamento, devendo ser estimulada e provocada, para que consigam interiorizar o conhecimento e fazer uso dele, oportunamente (GOMES et al., 2007).

Em suma, o aluno com deficiência intelectual pode apresentar várias características que interferem no seu aprendizado, dentre elas destacam-se (MALAQUIAS, 2012; WESTOOD, 2011):

- Capacidade perceptiva: dificuldade com as relações espaciais, distâncias e sequenciamento. Estas dificuldades podem interferir no aprendizado de conceitos como, por exemplo, tamanho e distância, além de soluções problemas.
- Pensamento abstrato: o aluno com deficiência intelectual têm maior dificuldade de possuir pensamento abstrato, levando maior tempo para alcançar essa capacidade cognitiva.

- Memória: apresenta dificuldade de lembrar informações que foram apresentadas.
- Raciocínio: pode não possuir o raciocínio abstrato necessário para o desenvolvimento de habilidades lógico-matemática.
- Generalização: possui dificuldade de fazer generalizações, pois a sua aprendizagem tende a ser específica para uma situação. Assim, muitas vezes não conseguem transferir o que foi aprendido a um novo contexto de forma espontânea.
- Atenção: pode apresentar baixo nível de atenção e concentração durante o processo da aprendizagem. Normalmente, este aluno apresenta dificuldades de fixação de dados, foco e seleção.
- Motivação: alguns alunos com essa deficiência não apresentam motivação espontaneamente, necessitando da mediação do professor para se envolver na realização da atividade.

Segundo Standen e Brown (2006), o aluno com deficiência intelectual têm a tendência de ter um comportamento passivo diante de uma situação de aprendizagem. Desse modo, é necessário estimular e motivar o aluno a se expressar, pesquisar, inventar hipóteses e reinventar o conhecimento livremente e progredir nos níveis de compreensão, desafiando-o a adquirir condições e passar para uma apropriação ativa do saber. Assim, o professor precisa oferecer atividades, envolvendo ações em que o próprio aluno teve participação ativa em sua execução ou que façam parte de sua experiência de vida.

Com base no exposto, o professor pode fazer uso de equipamentos, serviços, estratégias e práticas concebidas e aplicadas (COOK; HUSSEY, 1995) para atenuar os problemas funcionais encontrados pelos alunos com deficiência intelectual com o intuito de fazer com que o mesmo realize o que precisa ou o que deseja, de modo a ampliar sua capacidade de ação e interação a partir de suas habilidades (MALAQUIAS, 2012).

Atualmente, sabe-se que a tecnologia vem se tornando um instrumento cada vez mais importante em nossa cultura e, seu uso, um meio de inclusão e interação com o mundo, principalmente, às pessoas com deficiência.

Uma pessoa portadora de deficiência motora, por exemplo, pode fazer uso do computador para ter acesso a lugares de interesse, onde pessoalmente não seria possível ir. Para as pessoas que possuem dificuldade de comunicação, o computador pode ser utilizado como uma ferramenta de expressão, e aquelas com deficiência intelectual, o computador pode proporcionar um ambiente motivador para a construção do conhecimento (MALAQUIAS, 2012; SCHIRMER, 2007).

Segundo Freire (2000), o uso da tecnologia computacional na educação especial tem como objetivo opor-se aos métodos tradicionais empregados na educação dos alunos com deficiência. Assim, não se trata de um recurso para “corrigir” um *déficit* físico, intelectual ou sensorial do aluno, mas sim, uma forma de desenvolver o seu potencial cognitivo, criativo e humano.

Trata-se, portanto, de uma abordagem educacional que procura atender as características específicas de cada aluno, oferecer oportunidade por meio de atividades significativas e de participar ativamente na construção de seu conhecimento (FREIRE, 2000).

Desse modo, espera-se que a disponibilização de recursos como a tecnologia de RA e a *Gamification*, aplicados nesta dissertação, possam contribuir para o desenvolvimento no processo de ensino-aprendizagem de alunos com deficiência intelectual.

2.4 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentado por meio de uma análise histórica da Educação Especial à Educação Inclusiva a longa trajetória percorrida até definir o lugar das pessoas com deficiência na sociedade. Também, foi verificado o longo período de tempo necessário para reconhecer a necessidade e o direito que essas pessoas têm à educação.

Ao longo de muitas décadas, acreditou-se que as pessoas com deficiência intelectual não eram capazes de aprender os conteúdos escolares. Mas apesar de

suas limitações, sabe-se, atualmente, graças aos avanços científicos e à prática educacional que se os alunos com deficiência intelectual forem estimulados adequadamente e auxiliados em suas necessidades educativas especiais, eles irão se desenvolver na construção do conhecimento acadêmico.

Esse estímulo pode ser alcançado pela intervenção do uso de recursos e tecnologias, por intermédio do professor, que beneficie o desenvolvimento das funções cognitivas e que favoreça a superação de seus limites intelectuais. Dentre esses recursos, destaca-se a tecnologia de RA e a *Gamification* que foram utilizadas nesta pesquisa e serão discutidas no Capítulo 3 desta dissertação.

Capítulo 3

REALIDADE AUMENTADA E GAMIFICATION

A tecnologia de RA e a Gamification vêm se destacando nos últimos anos nas diversas áreas do saber devido a suas especificidades. O presente capítulo apresenta a fundamentação teórica da tecnologia de RA e da Gamification que são as técnicas utilizadas nesta dissertação. Sendo assim, a seção 3.1 apresenta a definição, as características, os tipos e as aplicações de RA; o sistema de RA e os trabalhos correlatos na área de deficiência. Na seção 3.2 é apresentado os principais conceitos de gamification, suas dimensões e estruturas; uma sucinta descrição sobre mecânicas e dinâmicas de jogos; os tipos de jogadores; aplicações e uma estratégia para sua aplicação. Por fim, na seção 3.3 será realizado um fechamento sobre este capítulo.

3.1 Realidade Aumentada

As bases da tecnologia de RA surgiram na década de 1960, mas foi em 1980 que apareceu o seu primeiro projeto, onde a Força Aérea Americana construiu um simulador de avião, com visão ótica direta, misturando elementos virtuais com o ambiente real do usuário (RIBEIRO; ZORZAL, 2011). Porém, os maiores avanços na área aconteceram nas últimas décadas a partir do avanço da multimídia e RV, proporcionado pela maior potência dos computadores (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006).

Ao contrário da RV, que transporta o usuário para o ambiente virtual, a RA mantém o usuário em seu ambiente real e transporta o ambiente virtual para o mundo real, permitindo a interação com o mundo virtual, de maneira mais natural e

sem a necessidade de treinamento ou adaptação (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006).

Geroimenko (2012, p.447, tradução nossa) define RA como “um dispositivo de percepção mediado em tempo real de um ambiente real que está próximo ou perfeitamente integrado com os objetos sensoriais gerados por computador”.

Segundo Tori, Kirner e Siscoutto (2006), a RA está inserida em um contexto mais amplo denominado de Realidade Misturada (RM), onde os objetos virtuais podem ser sobrepostos em um ambiente real ou os objetos reais podem incorporar o ambiente virtual, situações estas denominadas de RA e Virtualidade Aumentada (VA) respectivamente, e apresentadas no diagrama de Milgram, denominado *Reality-Virtuality Continuum* (VAN KREVELEN; POELMAN, 2010), ilustrado na Figura 1.

O diagrama de Milgram é uma abordagem conceitual que mostra a transição do real para o virtual, onde três situações podem ocorrer: ambientes compostos apenas de objetos reais (realidade); ambientes compostos apenas de objetos virtuais (virtualidade); e ambientes compostos de objetos reais e virtuais (RM) (RIBEIRO; ZORZAL, 2011; VAN KREVELEN; POELMAN, 2010).

Fonte: Adaptado de Van Krevelen e Poelman (2010).



Figura 1 - *Reality-Virtuality Continuum*.

Sob o contexto de RA, Ribeiro e Zorzal (2011) apontam dois tipos extremos de ambientes: próximos do real, denominados de RA, e os próximos do virtual, chamados de VA. O ambiente é definido como RA ou VA por meio da interação no ambiente de RM. Se o usuário interagir com objetos virtuais de forma semelhante que interage com os objetos reais, é dito que ele estará em um ambiente de RA. Por outro lado, se o usuário interagir com objetos virtuais através de dispositivos de RV é dito que ele está em um ambiente de VA.

Um comparativo entre RA e VA é dado por Tori, Kirner e Siscoutto (2006) onde a RA usa técnicas computacionais para gerar, posicionar e mostrar objetos virtuais em um ambiente real. Já a VA faz uso de técnicas computacionais para capturar objetos reais e reconstruí-los no formato virtual dentro de mundos virtuais, além de permitir sua interação com o ambiente.

3.1.1 Tipos e aplicações de Realidade Aumentada

Geroimenko (2012) aborda em seu trabalho que muitas das definições de RA são específicas a um sentido humano, normalmente à visão. Um exemplo simplista envolvendo a questão: o que é exatamente a RA? Poderia ter uma resposta simples como: é a arte de sobrepor objetos virtuais no mundo real. Porém, a RA baseada em computação gráfica não é o único tipo de RA relacionada aos sentidos humanos, sendo assim, o autor divide a RA nos cinco fundamentais sentidos humanos: audição, olfato, paladar, tato e visão.

A RA Visual é comumente denominada apenas como RA e, normalmente, é o tipo de RA mais conhecida. Neste caso, objetos virtuais, gerados por computador, são colocados no mundo real sendo necessário o uso de *displays* como, por exemplo, monitores, televisão ou *smartphone* para a visualização desses objetos. A RA Audível permite o usuário ouvir sons digitais no mundo real. A RA Tateável é o tipo de RA em que o usuário consegue tocar e sentir os objetos virtuais colocados no mundo real por meio de tecnologias de RV (BURDEA; COIFFET, 2003) como, por exemplo, luvas. Os dois últimos tipos de RA envolvendo o olfato e o paladar embora sejam possíveis, suas pesquisas encontram-se em estágios embrionários (GEROIMENKO, 2012).

As aplicações de RA, segundo Geroimenko (2012), são divididas em duas categorias: com marcador e sem marcador. Um marcador é um objeto do mundo real que fornece um único padrão, onde posteriormente sua imagem será capturada por uma câmera e reorganizada por um *software* de RA, sendo calculada a posição e orientação de um objeto virtual e, em seguida, colocado em tempo real, no ambiente real. A Figura 2 apresenta a evolução dos marcadores, que historicamente são categorizados em marcadores técnicos: como *barcode*, *QR code* e *Printed AR Marker* e, marcadores naturais: como os *Natural Printed AR Marker* e os *Real-life Marker*.

Fonte: Geroimenko (2012).

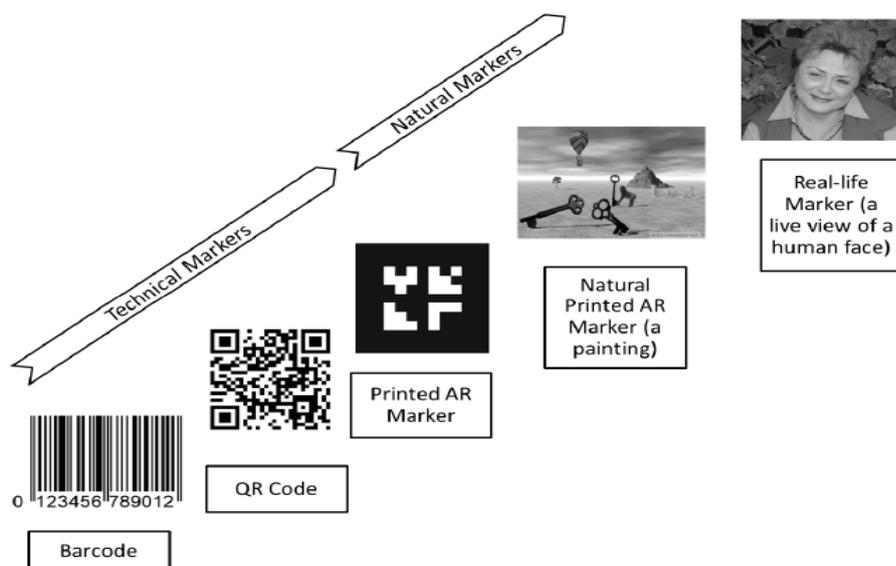


Figura 2 - Evolução dos marcadores de RA.

As aplicações de RA com marcadores utilizam marcadores fiduciários (*barcode*, *QR code* e *printed AR Marker*) que por meio de técnicas de reconhecimento de padrões são reconhecidos em tempo real, e usados como pontos de referências para definir as posições, orientações e escalas de objetos virtuais no mundo real.

Por outro lado, as aplicações de RA sem marcadores, usam a localização de objetos por meio de marcadores naturais (por exemplo, a face humana) em tempo real, onde colocam os objetos gerados por computador em um ambiente real, baseado não em suas características visuais que podem ser utilizadas como um marcador, mas sim, referente à posição (latitude, longitude e altitude) dos objetos virtuais no mundo real (GEROIMENKO, 2012).

3.1.2 Sistema de Realidade Aumentada

Apesar de existirem diferentes domínios de aplicações, os sistemas de RA seguem basicamente o modelo apresentado na Figura 3. O ambiente real é capturado por uma câmera (*webcam*, em sua forma mais convencional), a estimação da posição da câmera é realizada (normalmente por meio de técnicas de rastreamento ou visão computacional), as coordenadas dos objetos gerado pelo computador são alinhadas com as da câmera e a imagem virtual é combinada com a imagem real (MARANA; BREGA, 2008).

Fonte: Adaptado de Marana e Brega (2008).

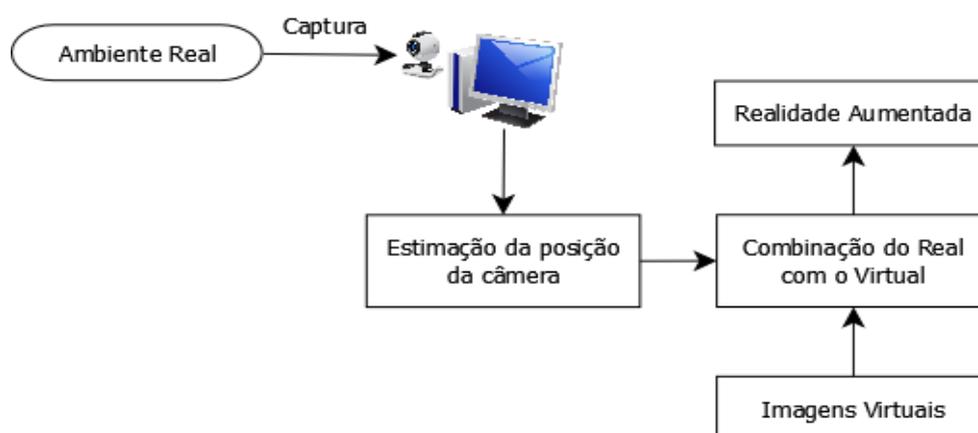


Figura 3 - Sistema de RA.

Segundo Azuma (1997), os sistemas de RA são constituídos por três aspectos básicos: combinação do real com o virtual; interação em tempo real e; imagem tridimensional (3D).

Na maioria dos sistemas computacionais as respostas em tempo real são cruciais para garantir o interesse do usuário. Desse modo, a RA visa iludir o indivíduo fazendo com que o mesmo pense que objetos reais e virtuais coexistem em tempo real. Conforme Tori, Kirner e Siscouto (2006, p.23), “a meta de um sistema de RA é criar um ambiente tão realista que faça com que o usuário não perceba a diferença entre os elementos virtuais e reais participantes da cena, tratando-os como uma coisa só”.

Um sistema de RA é classificado como imersivo ou não imersivo dependendo da forma como o usuário vê o mundo misturado (real e virtual). O sistema é denominado como imersivo (ou de visão direta) quando o indivíduo vê o mundo misturado por meio de cenas ópticas (ou vídeo) apontando os olhos diretamente para as posições reais. Este pode ser implementado com o uso de capacetes ópticos (visão direta óptica), capacetes com micro câmera acoplados (visão direta por vídeo), visualizadores de apontamento diretos baseados em *handheld*, ou projeções de objetos virtuais no ambiente real. Por outro lado, o sistema é classificado de visão indireta (ou não imersivo) quando o usuário vê o mundo misturado em algum dispositivo, como monitor ou projetor, não alinhado com as posições reais (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006).

3.1.3 Trabalhos Correlatos

Baseado no trabalho de Kirner e Kirner (2011), os seres humanos fazem uso de artefatos para processar informações e expandir seu conhecimento. Um artefato cognitivo é um objeto físico ou um aplicativo de *software* usado para ajudar, aumentar e melhorar o pensamento e raciocínio humano.

Com o avanço da tecnologia, diversas aplicações de *softwares* com recursos multimídia e/ou de RV e objetos físicos controlados por computador vêm sendo utilizados para o tratamento de deficiência motora e cognitiva.

As aplicações de *softwares* multimídia^{6,7,8} estão distribuídas gratuitamente e comercialmente para atividades de memória, lógica, atenção, percepção e controle motor, alfabetização, entre outros. Entretanto, estas possuem limitações quanto a restrição à visualização do usuário à tela do computador, ao realismo da cena e a interação homem-máquina, sendo esta, centralizada ao uso do *mouse* e teclado.

De modo a transcender as limitações dos sistemas multimídia, pesquisas têm sido realizadas explorando as especificidades da tecnologia de RV, como a representação tridimensional de objetos virtuais, o realismo da cena e a interação homem-máquina. Alguns desses trabalhos foram realizados por (CHO et al., 2014; TUROLLA et al., 2013; BALISTA, 2013; ZIMMERLI et al., 2013; LEVIN, et al., 2012; BOHIL; ALICEA; BIOCCA, 2011; CAMEIRÃO et al., 2010; LANGE et al., 2010; FEINTUCH et al., 2009). Contudo, para o desenvolvimento desses aplicativos, é necessário o uso de dispositivos de entrada/saída não convencionais, tais como, luvas, *head mounted display*, *trackers* e outros, para que os usuários possam interagir com o mundo virtual, o que torna essas ferramentas mais caras e inacessíveis a muitos usuários.

Já os objetos físicos controlados por computador, tais como, *smartphones*, *videogames* e outros, apresentam operações intuitivas e potenciais para o tratamento e aprendizado cognitivo, principalmente os jogos, mas possuem limitações de acesso e destreza (KIRNER; KIRNER, 2011).

⁶ LUMOSITY. Disponível em: <<http://www.lumosity.com/>>. Acesso em: 21 fev. 2015.

⁷TARSITANO, M. Free Rehab - "Neurotraining Games". Disponível em: <<http://www.msty-neurotraining.com/Introduction.htm>>. Acesso em: 19 fev. 2015.

⁸PARROT *Software*, 2014. Disponível em: <<http://www.parrotsoftware.com/parrotstore/Default.aspx>>. Acesso em: 19 fev. 2015.

Nos últimos anos diversas pesquisas vêm sendo realizadas fazendo uso da tecnologia de RA, no qual resultados promissores se destacam por proporcionar maior acessibilidade às entidades de tratamento e usuários portadores de necessidades especiais, devido ao baixo custo dos aplicativos e de sua fácil distribuição, além da interação usuário-computador ser intuitiva, possibilitar *feedback* multissensorial, motivação e engajamento (KIRNER; KIRNER, 2011).

Alguns trabalhos foram desenvolvidos, mas a maioria aplicados à deficiência motora (HONDORI, et al., 2013; SHEN et al., 2012; REGENBRECHT et al., 2012; ZHANG, et al., 2010; ALAMRI; CHA; SADDIK, 2010; BURKE, et al., 2010; ALAMRI et al., 2009; XAVIER et al., 2009; LIMA et al., 2006). Contudo, poucos são os trabalhos relacionados a pessoas com problemas cognitivos (KIRNER; KIRNER, 2011; CORRÊA et al., 2008; BILLAUDEAU; RICHARD; GAUDIN, 2007; NASCIMENTO; CARVALHO; COSTA, 2008). A seguir, será realizada uma breve descrição destes quatro potenciais trabalhos aplicados a pessoas com deficiência cognitiva.

Billaudeau, Richard e Gaudin (2007) desenvolveram uma aplicação recreativa e educacional usando a tecnologia de RA cujo o objetivo é investigar o seu desempenho e comportamento em crianças normais e com deficiência cognitiva.

A aplicação, ilustrada na Figura 4, consiste em um livro de RA com o intuito de trabalhar diversidades de plantas, tais como: frutas, flores, folhas e sementes. Na inicialização do aplicativo, quatro frutas aparecem na página esquerda do livro, em uma posição aleatória, sendo usados como referência para a tarefa de emparelhamento, assim, o usuário deve reconstruir a mesma ordem das frutas na página direita do livro. Uma vez que o emparelhamento estiver correto, este procedimento se repetirá para as flores, folhas e sementes. Informações visuais, de audição e olfato foram usadas para ajudar as crianças no processo de tomada de decisão.

Os testes foram realizados com 93 crianças com idade entre 7 e 11 anos, sendo algumas delas portadoras de deficiência cognitiva. Os resultados mostraram que a tecnologia de RA é um elemento fundamental na progressão das crianças de modo a estimulá-las emocionalmente e por proporcionarem seu envolvimento com a atividade. Esta tecnologia também mostrou oferecer vários aspectos cognitivos interessantes, tais como, transição do mundo real e virtual; uso de uma interface tangível para manipulação de objetos de modo a eliminar o problema de interação

com teclado e *mouse* do computador e por apresentar características importantes de aprendizagem, além da abordagem visual representar um fator muito importante para crianças autistas para a aquisição de novos conhecimentos e competências.

Corrêa et al. (2008) desenvolveram um jogo musical intitulado GenVirtual, ilustrado na Figura 5, que visa contribuir para o desenvolvimento educacional de pessoas portadoras de necessidades especiais. O objetivo do jogo, do ponto de vista cognitivo, é estimular a atenção, concentração e memorização de cores e sons emitidos a partir de objetos virtuais projetados no mundo real. Do ponto de vista físico, o jogo proporciona o aprendizado motor, que ocorre de acordo com o planejamento de ação motora feito previamente pelo terapeuta.

Fonte: Billaudeau, Richard e Gaudin (2007).

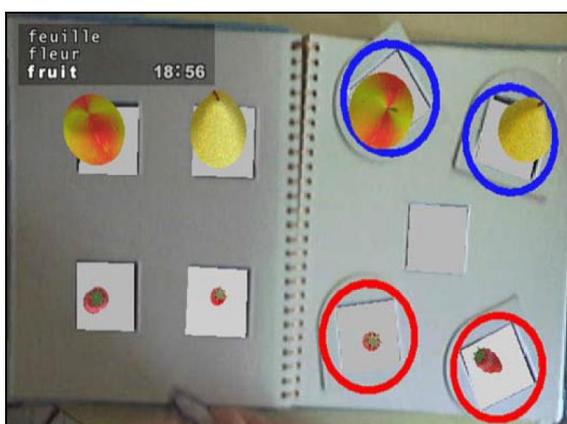


Figura 4 - Livro de RA aplicado ao ensino de diversidade de plantas.

Fonte: Corrêa et al. (2008).

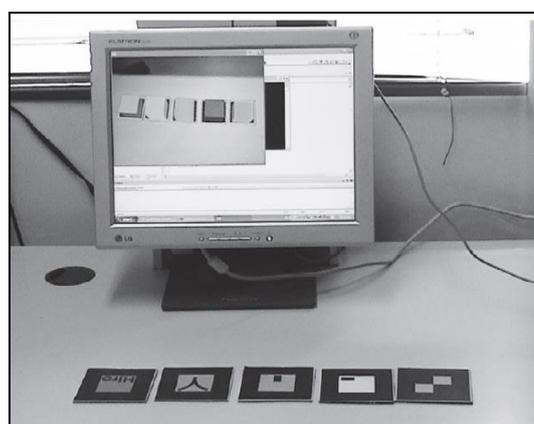


Figura 5 - Interface do GenVirtual.

Kirner e Kirner (2011) desenvolveram um artefato cognitivo para o retreinamento e melhoramento das habilidades cognitivas com o objetivo de proporcionar um dispositivo de baixo custo, de fácil personalização, interface amigável, multissensorial e baixa exigência de destreza.

A parte física do artefato é uma estrutura tridimensional com os planos dispostos de forma perpendicular entre si e uma parte superior para mostrar elementos auxiliares, tais como: suporte para marcadores de RA, botões para interface com o usuário e área de exibição para o trabalho cognitivo. Sua estrutura pode ser construída por uso de papelão, isopor ou madeira.

O aplicativo consiste em explorar atividades cognitivas de identificação, memorização, comparação e associação de figuras e sons. E sua interação é feita por meio do uso de marcadores. O ambiente é apresentado na Figura 6.

Nascimento, Carvalho e Costa (2008) desenvolveram uma aplicação de RA denominada ReabRA que visa prover elementos para a estimulação da atenção e memória, em um programa de tratamento de pessoas com diferentes tipos de lesões cerebrais.

O funcionamento do sistema consiste da seguinte maneira: o paciente deve visualizar uma sala (usando um capacete HMD) que contém cinco marcadores espalhados. Cada marcador está associado a um objeto 3D (como apresentado na Figura 7), entre eles, quatro são quadros contendo imagens do Pelé, carro, cachorro e da Mona Lisa e; o quinto objeto, uma bola de futebol que foi sobreposta à mesa. Após alguns minutos, o paciente deve entrar na sala sem o capacete e lembrar onde estavam estes objetos, a quantidade de objetos virtuais que havia na sala e quais e objetos eram.

O aplicativo foi testado com um paciente com esquizofrenia e no quesito nível de dificuldade foi avaliado como difícil. Já no quesito percepção lúdica ele foi julgado como uma experiência divertida.

Fonte: Kirner e Kirner (2011).

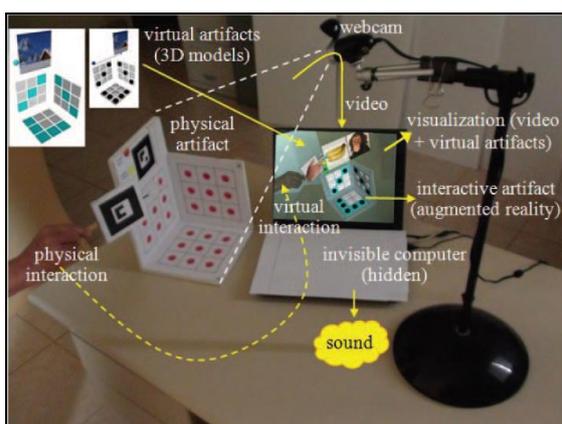


Figura 6 - Ambiente de RA usado para implementar o Artifact-AR.

Fonte: Nascimento, Carvalho e Costa (2008).



Figura 7 - Quadro da Mona Lisa associado a um marcador sobreposto na parede.

Com base nos trabalhos de RA relatados acima, é possível verificar que as pessoas com deficiência cognitiva, ao utilizarem esta tecnologia, apresentaram maior prazer, satisfação, motivação e melhor qualidade de vida em realizar as

tarefas, além proporcionar a realização de atividades simples em que às vezes não podem fazer parte do seu cotidiano devido a suas limitações mentais.

3.2 Gamification

Nos últimos anos, centenas de milhões de pessoas ao redor do mundo, de todas as idades, vêm dedicando seu tempo cada vez mais aos jogos. Isso ocorre, porque o mundo real não oferece os prazeres cuidadosamente elaborados, as recompensas, os emocionantes desafios e o forte vínculo social dos ambientes virtuais. A realidade não motiva uma pessoa com eficácia, não maximiza seu potencial e nem foi planejada para fazê-la feliz. Em outras palavras, na sociedade atual, os jogos estão satisfazendo as genuínas necessidades humanas que o mundo real tem falhado em atender (MCGONIGAL, 2012).

Comparado a qualquer outro momento da história da humanidade, atualmente, os jogos se encontram em diversas formas, plataformas e gêneros. Há jogos do tipo *singleplayer*, *multiplayer* e *online*. Jogos que podem ser rodados em computadores de mesa, portáteis, *consoles* e telefones celulares, além daqueles que são jogados em quadras ou campos, com cartas ou em tabuleiros. É possível dedicar-se a jogos que se baseiam em uma história, ou jogos que não possuem história. Também é possível escolher jogos casuais, jogos de ação, jogos que desafiem o cérebro ou o corpo dos jogadores, além de várias outras possíveis variantes (MCGONIGAL, 2012).

Segundo McGonigal (2012), todos os jogos compartilham quatro características fundamentais que os definem quando as diferenças de gênero e a tecnologia são postas à parte. Essas características são: meta, regras, sistema de *feedback* e participação voluntária.

A meta é o resultado específico que se deseja conseguir. Ela foca a atenção e orienta a participação dos jogadores ao longo do jogo. As regras são limitações impostas aos jogadores de como podem atingir a meta. Elas liberam a criatividade e estimulam o pensamento estratégico. O sistema de *feedback* apresenta aos jogadores o quão próximos eles estão de alcançar a meta, servindo como um fator de motivação para os jogadores continuarem jogando, uma vez que este comprova

que a meta é alcançável. A participação voluntária requer que todos aqueles que estão jogando aceitem de forma consciente e voluntária as três características previamente citadas. Desse modo, estabelece-se um padrão para que vários jogadores possam jogar ao mesmo tempo, além de ter a liberdade de entrar ou sair de um jogo por vontade própria assegurando uma atividade segura e prazerosa (FADEL et al., 2014).

Segundo Fardo (2013, p.43) um jogo é “um sistema em que os jogadores se envolvem em um desafio abstrato, definido por regras, interatividade e *feedback*, que resulta em uma saída quantificável e frequentemente provoca uma reação emocional”.

Explorar os jogos e seus elementos renderia um extenso e árduo trabalho, pois se trata de um fenômeno extremamente complexo, além de já existir inúmeras pesquisas realizadas nesta área e sair do escopo deste trabalho. E, embora a *gamification* seja baseada em jogos é errôneo pensar que se trata da ciência de criar jogos, mas sim uma metodologia que aplica mecanismos de jogos para resolver problemas específicos e despertar o engajamento de públicos alvos (VIANNA et al., 2013).

Com uma frequência cada vez maior, as instituições de ensino, as empresas e entidades de diversos segmentos vêm utilizando a *gamification* como alternativa às abordagens tradicionais, tais como, a encorajar pessoas a adotarem determinados comportamentos, agilizar processos de aprendizagem ou treinamento e tornar mais agradáveis tarefas tediosas ou repetitivas (VIANNA et al., 2013).

Navarro (2013) aponta que não existe um conceito definitivo e exato para o termo *gamification*, mas que é compreendido como aplicações de elementos, mecanismos, dinâmicas e técnicas de jogos no contexto fora do jogo.

Vianna et al. (2013, p. 17) define *gamification* como o “uso de mecânicas de jogos em contextos diversos, com o objetivo de incrementar a participação e gerar engajamento e comprometimento por parte de potenciais usuários”. Outra definição é dada por Deterding et al. (2011, p. 3) como o “uso de elementos e técnicas de *design* de jogos em contexto que não são de jogos”.

O principal objetivo da *gamification* “é criar o envolvimento entre o indivíduo e determinada situação, aumentando o interesse, engajamento e eficiência na realização de uma tarefa específica, buscando mudar o comportamento desse indivíduo” (NAVARRO, 2013, p. 18). Para Clementi (2014), o principal objetivo para

aplicar a *gamification* é fazer com que o indivíduo alcance o estado de “fluxo”, estado este, em que a pessoa sente uma sensação gratificante e empolgante da realização criativa e do funcionamento elevado de uma atividade (MCGONIGAL, 2012).

Sob a definição de Deterding (2011), este conceito abrange três dimensões para aplicar uma *gamification* eficiente:

- 1) Elementos de jogos: considera-se como blocos menores de um jogo; caixa de ferramentas.
- 2) Técnicas de *design* de jogo: são as combinações e o funcionamento dos elementos do jogos.
- 3) Contextos de não jogo: situações pertencentes à realidade do dia a dia, seja profissional, escolar ou social de um indivíduo.

Dentre estas dimensões, é importante ressaltar o contexto de não jogo, pois este exclui a intenção de aplicar os elementos de jogos como parte da concepção de um jogo, porque nesse caso iria se referir a outros termos como *game design* e *serious games* (DETERDING et al., 2011).

Segundo Clementi (2014), a *gamification* vem proporcionando aplicações em diversas áreas que não são de jogos, entre elas, a indústria, finanças, saúde, educação, sustentabilidade, notícias, *marketing* e outros. Sendo assim, pode-se afirmar que, os elementos de jogos são combinados e aplicados em um contexto real.

O *design* do jogo é uma parte do processo da criação do jogo que permite aos jogadores uma experiência divertida e envolvente. Ele é formado pela mecânica e dinâmica do jogo (CLEMENTI, 2014).

As mecânicas de jogos são uma variedade de ações, comportamentos e mecanismos de controles usados para “gamificar” uma atividade, afim de criar uma experiência convincente e envolvente ao usuário. Em outras palavras, são como blocos de construção que podem ser combinados para “gamificar” uma atividade em um contexto que não é de jogo, conduzindo o comportamento dos indivíduos, de modo a provocar as emoções humanas motivando seus comportamentos. Em suma, as mecânicas de jogos incluem pontos, níveis, desafios, bens virtuais, tabelas de classificação, troféus, brindes, medalhas, entre outros (BUNCHBALL, 2010; HÄGGLUND, 2012; VIANNA et al., 2013; FADEL et al., 2014).

Por outro lado, as dinâmicas de jogos são os resultados dos desejos e motivações proporcionadas pelas mecânicas de jogos, fazendo com que a pessoa participe de forma mais interessada e engajada na realização de uma atividade específica. São exemplos de dinâmicas de jogos as recompensas, *status*, realização, auto expressão, competição e altruísmo (BUNCHBALL, 2010; HÄGGLUND, 2012; VIANNA et al., 2013; FADEL et al., 2014).

3.2.1 Tipos de Jogadores

A lógica por trás da *gamification* é simples; provém da constatação de que seres humanos são atraídos e gostam de jogar pelo menos algum tipo de jogo (HÄGGLUND, 2012). Isso pode ser comprovado ao longo dos séculos, onde praticamente todas as civilizações conhecidas eram associadas a algum tipo de competição, por exemplo, os gregos com os jogos olímpicos da antiguidade; os romanos com os duelos de gladiadores; e os astecas com o jogo de bola mesoamericano; mais recentemente, o xadrez, o esconde-esconde e jogos de computadores são exemplos de jogos que são jogados todos os dias (VIANNA et al., 2013).

A adversidade de jogos existentes, segundo Vianna et al. (2013), reflete aos diversos tipos de perfis reconhecidos entre os jogadores. Bartle (1996), em seu trabalho, mostra que estes diferentes perfis podem ser resumidos em quatro grupos de jogadores e que diferentes dinâmicas de jogos são necessárias para cada um deles.

- **Predadores:** são jogadores motivados por derrotar os adversários. Possuem um comportamento agressivo e são focados em assegurar a condição de liderança. Para estes, não importam o que está em disputa, simplesmente querem ser o melhor. Seu perfil é extremamente competitivo, e mesmo com a interação com outros jogadores, esta ocorre de maneira intensa, sobrepondo o desejo de imposição à cooperação. Gostam de provocar os demais competidores com base em seus triunfos, ou até mesmo a prejudicá-los caso seus objetivos sejam atrapalhados (VIANNA et al., 2013; FADEL et al., 2014).

- **Conquistadores:** também denominados como realizadores são aqueles jogadores que possuem como principal motivação a realização de todas as atividades apresentadas no jogo mesmo que os objetivos a serem alcançados não sejam tão significativos. São aqueles que gostam de ganhar pontos, níveis, equipamentos e outras recompensas de sucesso em um jogo simplesmente pelo desejo de ter. Sua característica é destacada pela lealdade, por meio de conquista própria (VIANNA et al., 2013; FADEL et al., 2014).
- **Exploradores:** são jogadores curiosos que presam em desvendar as possibilidades e os porquês do jogo; e chegam a dedicar-se a estudos ou desenvolvimentos de habilidades para solucionar desafios específicos. As duas principais motivações são: a fuga da realidade e o aprendizado decorrente da atividade, sendo para eles a trajetória o ponto mais importante e não a conquista (VIANNA et al., 2013; FADEL et al., 2014).
- **Socializadores:** são jogadores que buscam uma interação social. Seu principal objetivo é o jogo em si e a oportunidade de estimular vínculos sociais. Devido a sua personalidade colaborativa, predomina o interesse em jogos colaborativos que demandam o trabalho em equipe (VIANNA et al., 2013; FADEL et al., 2014).

3.2.2 Aplicações

Segundo Clementi (2014), a *gamification* é um método aplicado para alavancar a participação e motivação de indivíduos na realização de tarefas. Seu conceito não se limita a uma área específica, podendo abranger diversos contextos entre eles, *marketing*, meio ambiente, saúde, educação, empresas, entre outros. Sua aplicação pode indicar várias estratégias, entre elas, resolução de problemas, aprendizado, níveis que permitem a evolução progressiva e desafios.

Os escoteiros se baseiam em um ambiente gamificado, no qual fazem uso dos níveis de evolução de seus participantes, formação de equipes, desafios e distribuição de emblemas de acordo com as conquistas e habilidades individuais (CLEMENTI, 2014).

O exemplo de aplicação de *gamification* mais famoso é do *Foursquare*, criado em 2009, é um aplicativo gratuito que permite aos usuários indicar suas localizações e se conectarem aos amigos que próximo dali estão. O aspecto lúdico vem do fato dos usuários receberem emblemas e pontos como recompensa virtual, cupons móveis e desconto de mercadoria como recompensas tangíveis de acordo com os *checks-in* realizados nos lugares (MCGONIGAL, 2012).

No que tange as aplicações na área da educação, Borges et al. (2014) publicou uma revisão sistemática referente ao assunto, cujo resultado obtido é apresentado na Figura 8. É possível perceber que 46% dos artigos publicados são destinados ao ensino superior; apenas 8% ao ensino fundamental; 6% sugerem ou discutem modelos e propostas educacionais de maneira geral, sem determinar o nível educacional; 8% são destinados ao ensino de idiomas; 1% à extensão universitária e 12% a treinamentos. Borges et al. (2014, p. 219) ainda destaca que “um fator muito importante a ressaltar é que nenhum dos estudos apresentaram pesquisas relacionadas à pré-escola, ensino médio ou a estudantes portadores de necessidades especiais”. O que comprova a originalidade e importância dessa dissertação, cujo foco é o aprendizado de alunos com deficiência intelectual.

Estes artigos estão disponíveis nas bibliotecas digitais da *IEEE Xplore* (com três artigos), *Scopus* (quatro artigos), *ScienceDirect* (cinco artigos), *Springer* (sete artigos) e *ACM Digital Library* (sete artigos).

Fonte: Adaptado de Borges et al. (2013).

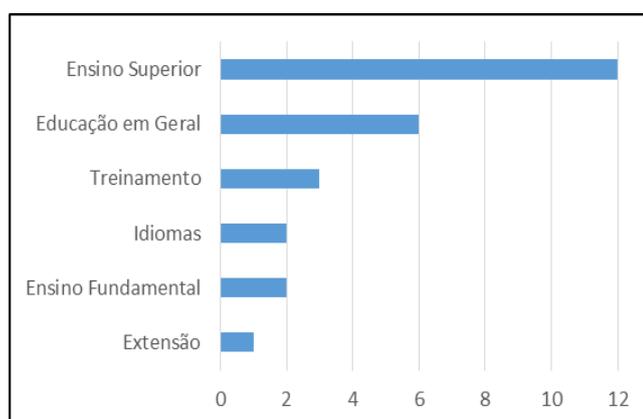


Figura 8 – Quantidade de artigos de acordo com o tipo de atividade educacional.

Ainda baseado no estudo de Borges et al. (2014), é possível destacar que nestes artigos o termo *motivação* é o fator principal para a realização de pesquisas

na área, com o intuito de buscar por inovações para promover a motivação dos alunos em aprender os componentes curriculares. Entretanto, sob o termo motivação é possível destacar sete objetivos relacionados nos trabalhos: (1) aprimorar habilidades específicas; (2) propor desafios à aprendizagem; (3) engajar os estudantes; (4) maximizar o aprendizado; (5) promover a mudança de comportamento dos alunos; (6) oferecer possibilidades de trabalho em grupo; e (7) discutir os benefícios da *gamification* para propor soluções aos diversos problemas de aprendizagem.

Dentre os trabalhos publicados na área, o mais relevante para esta dissertação é a pesquisa realizada por Eleftheria et al. (2013), ainda em fase de desenvolvimento, cujo objetivo é usar a RA e a *Gamification* para a criação de um livro de RA educacional na área de ciência para alunos em geral, conforme ilustrado na Figura 9.

O livro consiste de textos relacionados à ciência com alguns marcadores fixados. Quando estes são escaneados por um dispositivo de RA uma simulação 3D é produzida e o aluno interage com o laboratório virtual a fim de realizar os desafios nele proposto. Cada experimento possui elementos de jogos (guia virtual, pontuação, níveis, *badges*, desafios, desbloqueio de conteúdo, customização e refazer) para ajudar, motivar, orientar e envolver os alunos, a fim de prover uma maior compreensão, motivação e engajamento do conteúdo estudado.

Fonte: Eleftheria et al. (2013).

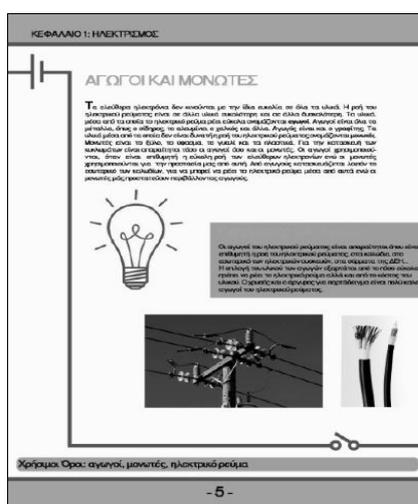


Figura 9 - Livro de RA.

3.2.3 Estratégia para aplicação da *Gamification* na Educação

Atualmente, há diversos roteiros para aplicação de *gamification*, no entanto, não há um “caminho pronto”. Porém, o objetivo principal está relacionado com uma dinâmica orientada à seleção e combinação de mecanismos de jogos. Neste contexto, esta seção, baseada no trabalho de Fardo (2013), tem como objetivo apresentar algumas diretrizes para a aplicação de *gamification* em ambientes de aprendizagem como estratégia norteadora ao processo de ensino. Essas diretrizes são:

- Pensar e projetar: toda a criação de um jogo parte de um documento onde são descritas as etapas para sua criação. Nele estão registrados as ações e os resultados obtidos, as experiências que obtiveram êxito e as que necessitam de adequações. É importante ressaltar que, mesmo com o uso deste documento, a capacidade de improvisação é importante, uma vez que uma estratégia baseada na *gamification* pode incluir comportamentos e variáveis imprevistas em um ambiente de aprendizagem e a resposta do professor precisa ser imediata.
- Possibilidade de trabalhar com experimentações: adotar o erro como um fator natural do processo de aprendizagem faz com que o aluno sinta-se mais seguro, proporcionando assim, a possibilidade de procurar por soluções diferentes, inovadoras, com maior liberdade, por meio de diversas abordagens que possam orientá-lo para a superação dos desafios impostos, sem ter medo das consequências que os erros poderão lhe causar.
- Inclusão de *feedbacks* constantes: permite o aluno readequar suas estratégias o mais rápido possível para o problema proposto caso sua ação não estiver sendo satisfatória. Além disso, o *feedback* é um fator importante no sistema de *gamification*, pois o mantém dinâmico e vivo.
- Adaptar as tarefas ao nível de habilidade do aluno: é um requisito importante na *gamification*, pois cada aluno difere quanto à competência,

conhecimento e habilidade. Assim, adaptar a complexidade das tarefas a cada aluno garante que o nível de desenvolvimento seja atingido e que o mesmo sinta-se motivado e engajado na realização de determinada atividade.

- Dividir tarefas complexas em tarefas menores: um desafio muito complexo ou muito fácil pode, muitas vezes, proporcionar um efeito desmotivador ao aluno, pois ela está muito além do seu alcance ou irá levá-lo ao tédio, por parecer que seu tempo está sendo perdido, respectivamente. Assim, dividir uma atividade complexa em outras menores com objetivos claros pode contribuir para o sucesso da realização da tarefa. Nesta etapa faz-se uso de *feedback* para cada conquista do indivíduo, apresentando sempre as relações das etapas menores com o todo.
- Proporcionar diversos caminhos para alcançar o sucesso: uma vez que a etapa anterior tem como objetivo dividir as tarefas complexas em outras menores, é possível realizá-las de várias formas permitindo com que o aluno interaja com o problema de acordo com o seu nível de desenvolvimento e aprendizado, desse modo, é possível que cada um escolha o caminho que mais esteja de acordo com suas capacidades e conhecimentos. Como exemplo, pode-se dividir uma tarefa em etapas com níveis de complexidade simples, intermediárias e um pouco mais difíceis.
- Oferecer recompensas efetivas: proporcionar recompensas extrínsecas de modo que elas elevem a motivação intrínseca dos alunos. Fardo ainda destaca que, se o sistema de recompensas estiver ligado a características sociais pode se tornar um poderoso motivador da aprendizagem. Desse modo, pais, professores e alunos podem estar envolvidos, de modo com que os alunos percebam que fazem parte de algo maior, valorizando seus esforços e aumentando sua motivação intrínseca.
- Possibilitar aos alunos diferentes papéis no processo de construção do conhecimento: através da narrativa, o professor pode criar um cenário para

que os alunos assumam diferentes papéis, da mesma forma que os jogadores assumem dentro de um jogo.

- Garantir a diversão: os jogos proporcionam entretenimento capaz de oferecer aprendizagem de forma prazerosa aos indivíduos. Assim, incluir esses aspectos no ambiente de aprendizagem, através do modo como eles são alcançados nos jogos, pode oferecer um poderoso meio para potencializar os processos de ensino e aprendizagem.

Para complementar, Clementi (2014) apresenta na Figura 10 os quatro principais tipos de diversão agrupando as atividades consideradas divertidas para as pessoas com relação a suas tendências de divertimento voltado para os jogos ou para a vida real. É possível analisar que, os perfis de jogadores mencionado na seção 3.2.1 são facilmente combinados com os quatro tipos de diversão, sendo elas: o predador corresponde à diversão difícil; o explorador à diversão fácil; o realizador à diversão séria e; o socializador à diversão com pessoas.

Fonte: Clementi (2014).

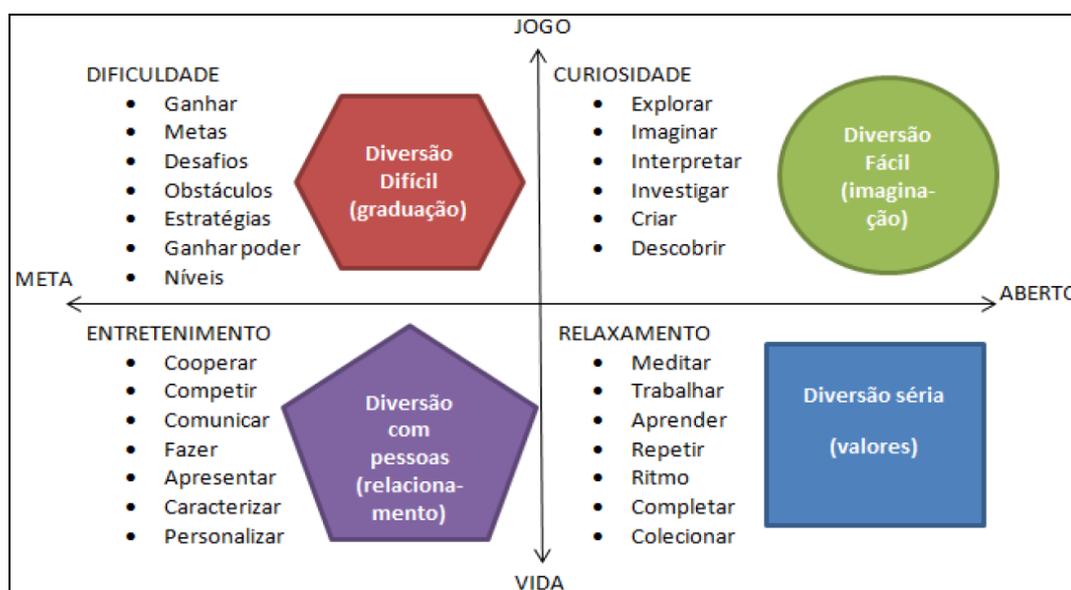


Figura 10 - Tipos de diversão e motivadores.

3.3 Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentados os principais conceitos da tecnologia de RA e *gamification*. Sob a perspectiva de diversos autores, foram discutidas definições para a tecnologia de RA. Também, se destaca que não há apenas um único tipo de RA, mas sim, a mesma pode ser categorizada pelos cinco sentidos humano. Quanto a sua aplicação, esta pode ser realizada com ou sem o uso de marcadores e dependendo do dispositivo tecnológico utilizado é classificada como imersiva ou não-imersiva, porém, todas elas possuem o mesmo modelo básico de sistema de RA.

A *gamification* possui diversas definições, as quais, muitas vezes, são focadas ao contexto de sua aplicação. Os aspectos mais importantes são dados ao seu uso em diversos contextos e de não se tratar da ciência de criar um jogo. Uma sucinta abordagem das principais mecânicas, dinâmicas de jogos e dos tipos de jogadores foi realizada, porém, seus conceitos não se limitam ao que foi exposto nesta dissertação. No entanto, não há uma regra definida para a aplicação da *gamification* nos diversos contextos, sendo assim, foram abordadas diretrizes consideradas importantes para sua aplicação na área da educação.

Por meio da revisão da literatura foi possível verificar que tanto a tecnologia de RA quanto a *gamification* vêm obtendo resultados promissores. Porém, os trabalhos se encontram em fases preliminares. Entretanto, é importante ressaltar que não foi encontrado nenhum trabalho de *gamification* aplicado a pessoas com deficiência intelectual. Já na área de RA, poucos foram os trabalhos encontrados na área de cognição. Assim, mostra-se a motivação para o desenvolvimento desta pesquisa e sua contribuição para as respectivas áreas.

O próximo capítulo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento do aplicativo de RA (não imersiva fazendo uso de marcadores) com *Gamification* para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de alunos com deficiência intelectual.

Capítulo 4

O APLICATIVO AR+G ATIVIDADES EDUCACIONAIS

Neste capítulo foi prototipado o aplicativo denominado AR+G (Augmented Reality and Gamification) Atividades Educacionais. O aplicativo tem como objetivo servir como uma ferramenta de auxílio ao professor para explorar diversos conceitos, enquanto estratégia pedagógica, além de proporcionar ao aluno com deficiência intelectual, a prática de trabalhar diversas habilidades. Este capítulo está organizado como segue: na seção 4.1 será apresentado a metodologia, a especificação de requisitos e as ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do aplicativo, além de sua arquitetura. Em seguida, na seção 4.2 será apresentado a descrição do aplicativo. Na seção 4.3 será mostrado como a gamification será explorada ao longo da utilização do aplicativo. Na seção 4.4 será apresentado como o aplicativo poderá auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de alunos com deficiência intelectual. Por fim, na seção 4.5 será realizado as considerações finais deste capítulo.

4.1 Metodologia de desenvolvimento do aplicativo

No presente trabalho, a metodologia escolhida para a construção do aplicativo foi baseada em um modelo genérico de *software* denominado Desenvolvimento Evolucionário (SOMMERVILLE, 2007). Sua ideia baseia-se no desenvolvimento de uma implementação inicial, expondo o resultado a avaliações do usuário e refinando esse resultado por meio de novas versões até que seja desenvolvido um sistema adequado.

Nesta abordagem, as atividades de especificação, desenvolvimento e validação são intercaladas, ao invés de serem separadas, proporcionando, assim, um *feedback* rápido que permeia as atividades (SOMMERVILLE, 2007), conforme ilustrado na Figura 11.

Fonte: Sommerville (2007).

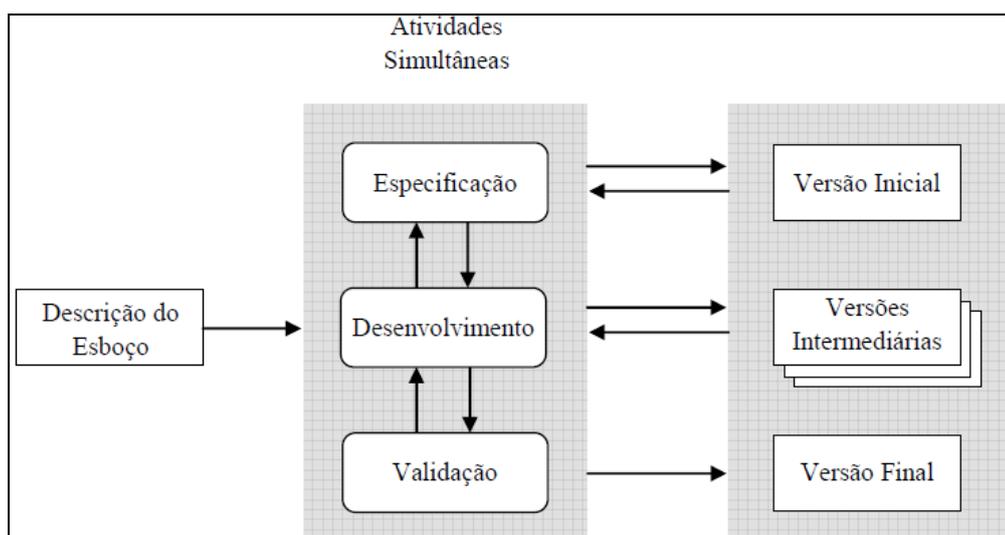


Figura 11 - Desenvolvimento Evolucionário.

Segundo Sommerville (2007), a abordagem evolucionária para o desenvolvimento de *software* é eficaz na produção de sistemas que atendam às necessidades imediatas dos clientes, sendo considerado pelo mesmo autor como o melhor método de desenvolvimento para sistemas de pequeno e médio porte, tendo como principal vantagem, a realização da especificação de forma incremental.

4.1.1 Especificação dos requisitos

Os requisitos para o desenvolvimento do aplicativo intitulado de AR+G Atividades Educacionais foram levantados através de entrevistas com uma pedagoga que atua diretamente com alunos portadores de deficiência intelectual na Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) da cidade de Guaxupé – MG, Brasil. Conforme o modelo de desenvolvimento utilizado, o levantamento dos requisitos foi realizado *in loco* e em várias etapas, conduzindo assim, todo processo de desenvolvimento.

Em suma, os requisitos levantados mostraram que o aplicativo deveria:

- **R-01 (Requisito 01):** explorar características e categorias de objetos relacionados ao dia-a-dia dos alunos.
- **R-02:** proporcionar atividades que permitam explorar habilidades cognitivas a respeito dos conceitos de classificação e discriminação de objetos; trabalhar a alfabetização, além de ajudar nas habilidades de percepção, raciocínio, atenção, motivação e memória.
- **R-03:** as atividades devem ser simples.
- **R-04:** permitir que o professor trabalhe com os alunos outros conceitos fundamentais como, por exemplo, cor, forma, quantidade, entre outros.
- **R-05:** oferecer diferentes níveis de dificuldades atendendo à diversidade dos alunos com deficiência intelectual.
- **R-06:** oferecer instruções faladas a fim de melhorar a compreensão dos alunos, especialmente aqueles que não sabem ler.
- **R-07:** apresentar um *feedback* às ações dos alunos, com mensagens que incentive nos acertos, mas que não desestimule ao informar sobre erros.
- **R-08:** usar a tecnologia de RA e *Gamification* para o desenvolvimento do aplicativo fazendo uso de dispositivos convencionais.
- **R-09:** as interações a serem executadas com o computador devem ser tangíveis e fáceis.
- **R-10:** a interface do usuário deve ser fácil de aprender e usar.
- **R-11:** oferecer como atividade aos alunos as tarefas de agrupar animais, frutas e associar palavras com seus respectivos objetos.

Com base nos requisitos levantados, foi elaborado o Diagrama de Caso de Uso (SOMMERVILLE, 2007), mostrado na Figura 12, com o objetivo de ilustrar os principais requisitos funcionais do aplicativo. Conforme o R-11, as atividades básicas são: agrupar os objetos nas classes animal e fruta, e associar palavras com os respectivos objetos. Também foi desenvolvido o Diagrama de Atividade (SOMMERVILLE, 2007), para mostrar o fluxo de controle de cada uma dessas atividades.

Os Quadros 1, 2, 3, 4 e 5 descrevem cada um dos Casos de Uso do diagrama ilustrado na Figura 12 e as Figuras 13, 14, 15 e 16 ilustram os Diagramas de Atividade do aplicativo.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

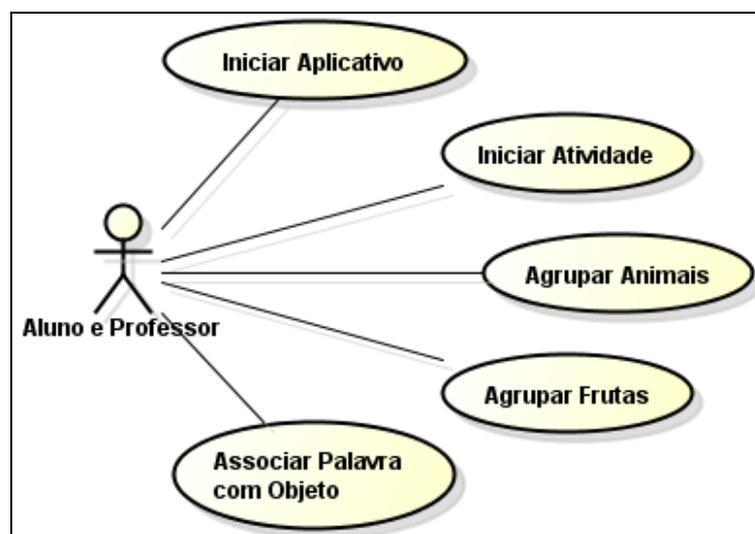


Figura 12 - Diagrama de Caso de Uso.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

Caso de Uso: Iniciar Aplicativo
Breve descrição: Este Caso de Uso apresenta ao usuário a possibilidade de escolher as opções a realizar.
Pré-Condições: Não há.
Atores: Aluno e Professor
Cenário Principal: <ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário visualizará um menu com as opções: Iniciar Atividade, Créditos e Sair. 2. O usuário escolherá uma opção. 3. Se a opção escolhida for Sair, o aplicativo será finalizado. 4. Se a opção escolhida for Créditos, serão apresentadas informações do desenvolvedor. 5. Se a opção escolhida for Iniciar Atividade, então o fluxo de execução passará para o Caso de Uso Iniciar Atividade.

Quadro 1 - Descrição do Caso de Uso – Iniciar Aplicativo.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

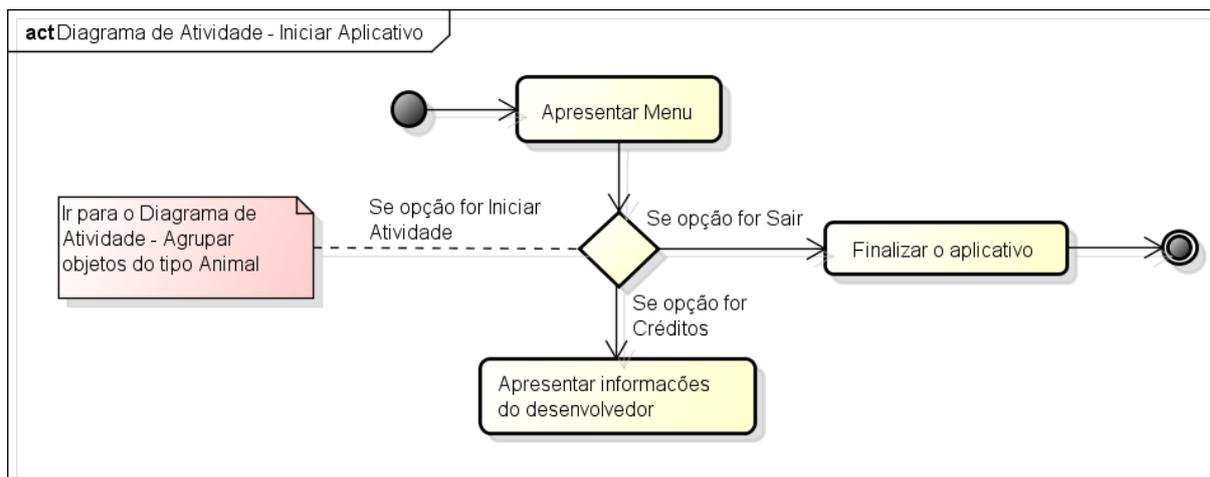


Figura 13 - Diagrama de Atividade – Iniciar Aplicativo.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

Caso de Uso: Iniciar Atividade
Breve descrição: Este Caso de Uso inicializa a tarefa de agrupamento.
Pré-condição: O usuário deve clicar na opção Iniciar Atividade no Menu Principal (Caso de Uso Iniciar Aplicativo).
Atores: Aluno e Professor
Cenário Principal: 1. O usuário inicializa a atividade de agrupamento (Caso de Uso Agrupar Animais).

Quadro 2 - Descrição do Caso de Uso – Iniciar Atividade.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

Caso de Uso: Agrupar Animais
Breve descrição: Este Caso de Uso descreve o processo de agrupamento dos objetos do tipo animal.
Pré-condição: O usuário deve clicar no botão Iniciar Atividade (Caso de Uso Iniciar Atividade).
Atores: Aluno e Professor
Cenário Principal: 1. O usuário escolhe um marcador (entre vários) sobreposto na mesa e aponta para câmera. 2. O objeto 3D exibido terá seu nome pronunciado. 3. Se o objeto for um animal, um <i>feedback</i> será apresentado ilustrando seu acerto e este será colocado no grupo Animais. Além disso, a barra de progressão será incrementada. 4. Se o objeto não for um animal, um <i>feedback</i> será apresentado ilustrando seu erro mas incentivando o usuário a continuar a atividade. 5. Quando todos os animais forem inseridos no bloco dos animais o objetivo da atividade estará concluído e o usuário receberá uma medalha como recompensa.

Quadro 3 - Descrição do Caso de Uso – Agrupar Animais.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

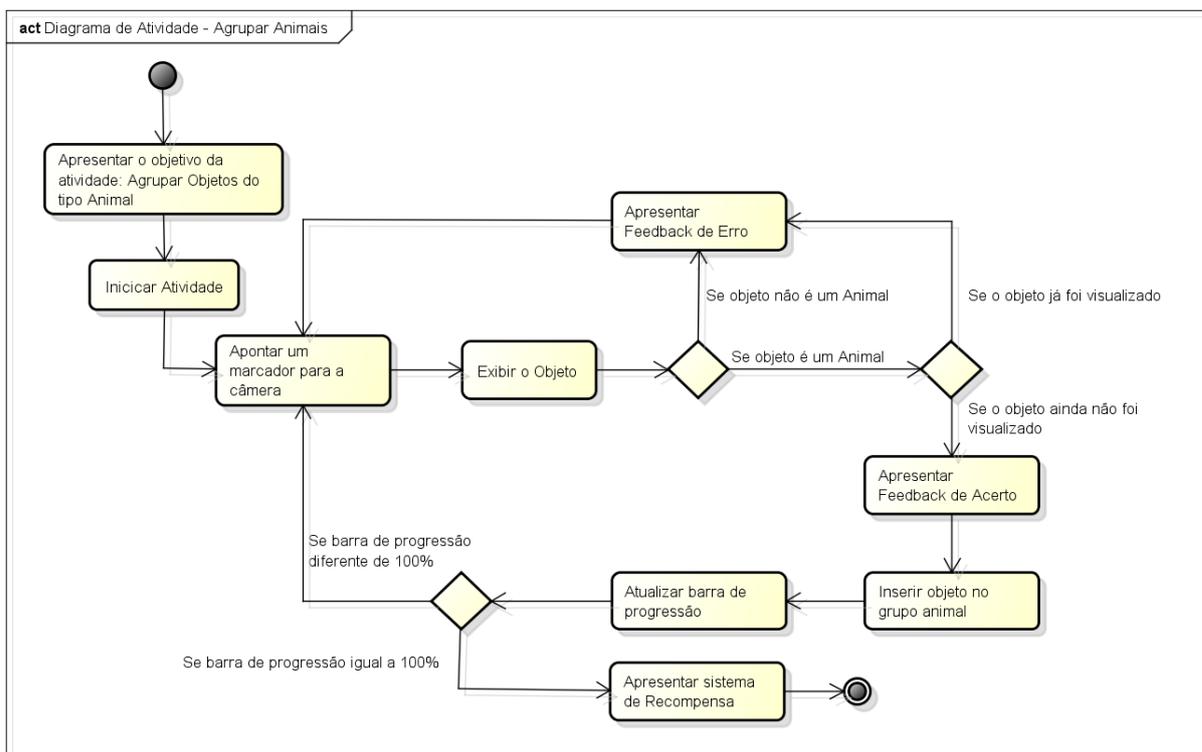


Figura 14 - Diagrama de Atividade: Agrupar Objetos do tipo Animal.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

Caso de Uso: Agrupar Frutas
Breve descrição: Este Caso de Uso descreve o processo de agrupamento dos objetos do tipo fruta.
Pré-condição: O usuário deverá ter concluído a atividade Agrupar Animais.
Atores: Aluno e Professor
Cenário Principal: <ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário escolhe um marcador (entre vários) sobreposto na mesa e aponta para câmera. 2. O objeto 3D exibido terá seu nome pronunciado. 3. Se o objeto for uma fruta, um <i>feedback</i> será apresentado ilustrando seu acerto e este será colocado no grupo Frutas. Além disso, a barra de progresso será incrementada. 4. Se o objeto não for uma fruta, um <i>feedback</i> será apresentado ilustrando seu erro mas incentivando o usuário a continuar a atividade. 5. Quando todas as frutas forem inseridas no bloco das frutas o objetivo da atividade estará concluído. O usuário receberá uma medalha como recompensa pelo êxito da atividade e um troféu por ter concluído o nível 1.

Quadro 4 - Descrição do Caso de Uso – Agrupar Frutas.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

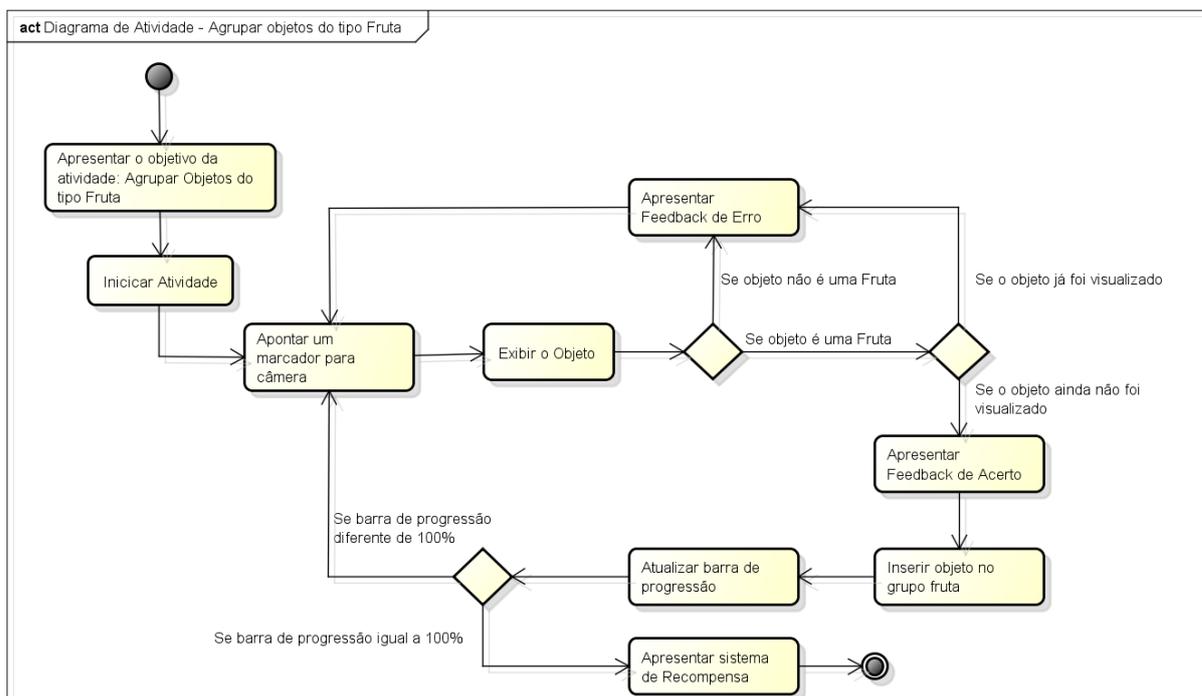


Figura 15 - Diagrama de Atividade: Agrupar Objetos do tipo Fruta.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

Caso de Uso: Associar
Breve descrição: Este Caso de Uso descreve o processo de associação de palavras com objetos.
Pré-condição: O usuário deverá ter concluído a atividade Agrupar Frutas.
Atores: Aluno e Professor
Cenário Principal: <ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário escolhe um marcador (entre vários) sobreposto na mesa e aponta para câmera. 2. O objeto 3D exibido terá seu nome pronunciado. 3. Um conjunto de palavras (<i>menu</i> de opções) será exibido na tela. 4. O usuário deverá selecionar (com o <i>mouse</i> ou pela tela <i>touchscreen</i>) a palavra correta referente aquele objeto. 5. Se a palavra selecionada estiver correta, então, o usuário receberá um <i>feedback</i> de acerto, sua pontuação será incrementada em mais um e a barra de progresso atualizada. 6. Se a palavra selecionada estiver errada, então, o usuário receberá um <i>feedback</i> de erro. 7. A atividade estará concluída quando a barra de progresso chegar em 100%. Assim, o usuário terá concluído o nível 2 da atividade e receberá como recompensa uma medalha e um troféu.

Quadro 5 - Descrição do Caso de Uso – Associação.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

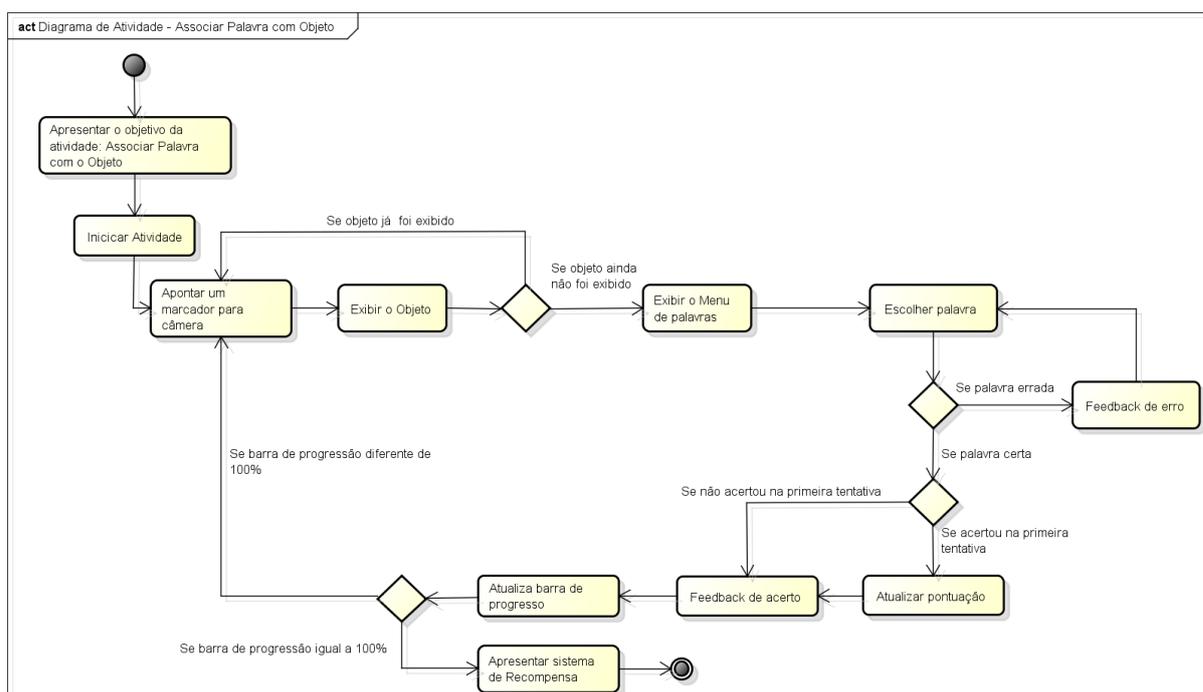


Figura 16 - Diagrama de Atividade: Associar Palavra com o respectivo Objeto.

4.1.2 Arquitetura Geral do Sistema

A arquitetura do sistema desenvolvido, apresentado na Figura 17, é composto por marcadores construídos com papel cartolina de dimensão 9cm X 9cm; um *notebook* com processador *Intel Core i7 2.60 GHz*, 8 GB de Memória RAM, placa de vídeo *AMD Radeon 2GB*, Sistema Operacional *Windows 8.1* e uma *webcam* *Microsoft LifeCam VX-800*.

Alguns objetos virtuais 3D foram retirados do *Blend Swap*⁹ com permissões de uso para fins acadêmicos e outros foram construídos pelo próprio autor usando a ferramenta *Blender*. As imagens 2D foram retiradas do *Google* e editadas no *software* *GIMP*. O áudio para as apresentações dos objetivos, *feedbacks* e pronúncia dos objetos foram criados pelo próprio autor fazendo uso do programa *Free Audio Recorder*.

O aplicativo de RA com *Gamification* foi desenvolvido por meio da ferramenta *Unity* com o *plugin* *Vuforia* usando a linguagem de programação *C#*.

⁹ *Blend Swap*. Disponível em <<http://www.blendswap.com/>>. Acesso em: 20 fev. 2015.



Figura 17 - Arquitetura geral do sistema.

De modo geral o usuário interage com os marcadores que estão sobrepostos à mesa, no mundo real, colocando-os em frente a *webcam*. A imagem capturada é processada pelo sistema e os resultados são exibidos na tela do *notebook*. Desse modo, o usuário poderá visualizar os resultados e com base nos *feedbacks* executar novas ações.

4.1.3 Ferramentas

Esta seção tem como objetivo apresentar uma descrição sucinta das ferramentas utilizadas para a criação do *aplicativo* de RA com *Gamification*.

- **Blender**¹⁰: é um *software* multiplataforma (Windows XP, 7, 8, Linux, Mac OS X, FreeBSD, outros) disponível sob as licenças *Blender License* e *General Public License* para modelagem, animação, texturização, composição, renderização, edição de vídeo e criação de aplicações interativas tridimensionais, tais como jogos, apresentações e outras.
- **Unity**¹¹: é um motor de desenvolvimento integrado que fornece recursos para criação de jogos e diversos conteúdos interativos, entre eles, aplicações de RA. Também conhecido como Unity 3D, sua IDE foi desenvolvida pela *Unity Technologies* e possui duas versões principais: Unity Pro (versão proprietária) para fins comerciais e uma versão gratuita que pode ser usada para fins educacionais.

¹⁰ Blender. Disponível em <<http://www.blender.org/>>. Acesso em: 20 fev. 2015.

¹¹ Unity. Disponível em: <<http://unity3d.com/>>. Acesso em: 20 fev. 2015.

Suas principais características são: suporte para o uso de *Shaders*; programação Boo, C# e JavaScript; compatível com outras ferramentas, tais como Blender, 3ds Max, Maya, Cinema 4D, Photoshop, Fireworks, Lightwave, SoftImage, outros e; compatível com as plataformas: Mac OSX App, Windows Executable, Linux, Web Browsers (via Unity Web Player), iPhone, iPad, Android e tablets, Wii U, PS3 e Xbox 360.

- **Plugin Vuforia**¹²: é uma extensão para o Unity que permite os desenvolvedores construir aplicativos de RA para dispositivos móveis e *desktop* em multiplataforma.

A arquitetura de uma aplicação de RA usando o *plugin* Vuforia, apresentada na Figura 18, faz o uso de um dispositivo de entrada (normalmente uma câmera de vídeo) para capturar cada *frame* do mundo real, em seguida, o conversor de imagem converte os *pixels* do *frame* capturado em um formato adequado para a renderização do OpenGL. Após a conversão dos *pixels*, o rastreador (por meio de algoritmos de visão computacional) detecta e rastreia os marcadores e, seu resultado, é armazenado em um objeto de estado, que é utilizado pelo renderizador de fundo do vídeo. Por fim, o código da aplicação é responsável por buscar (ou atualizar) no objeto de estado os marcadores detectados, atualizar a lógica da aplicação com novos dados de entrada e realizar a sobreposição dos objetos virtuais tridimensionais no mundo real.

- **Free Audio Recorder**¹³: é um *software* gratuito que permite o usuário gravar som e exportar para os formatos MP3, WAV e OGG.
- **GIMP**¹⁴: é um editor de imagem *Open Source* que permite ao usuário construir e editar imagens e animações, além de suportar diversos formatos (.bmp, .gif, .jpeg, .png e outros).

^{12,15} Vuforia. Disponível em <<https://developer.vuforia.com/>>. Acesso em: 20 fev. 2015.

¹³ Free Audio Recorder. Disponível em <<http://www.baixaki.com.br/download/free-audio-recorder.htm>>. Acesso em: 20 fev. 2015.

¹⁴ GIMP. Disponível em <<http://www.gimp.org/>>. Acesso em: 20 fev. 2015.

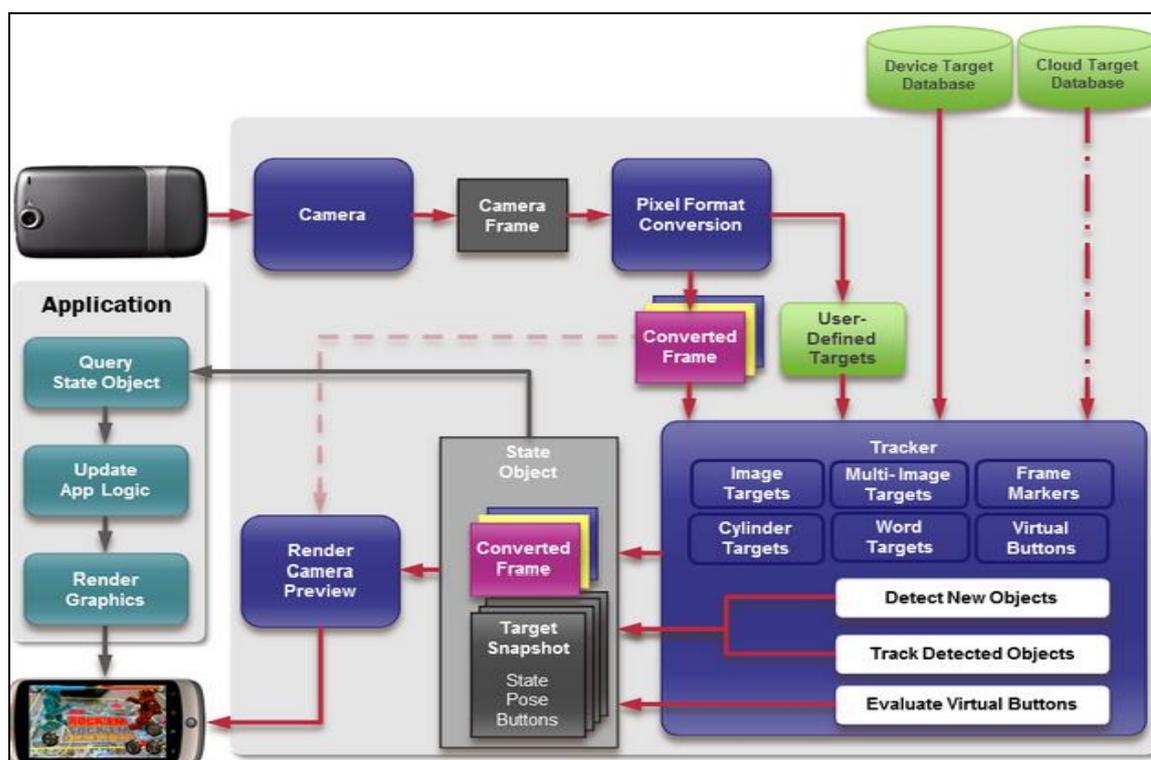
Fonte: Vuforia¹⁵

Figura 18 - Diagrama de fluxo do SDK Vuforia em um ambiente de aplicação.

4.2 Descrição do aplicativo AR+G Atividades Educacionais

O AR+G Atividades Educacionais é um aplicativo de RA Gamificado desenvolvido com os equipamentos e ferramentas citados nas seções 4.1.1 e 4.1.3, de modo a atender ao requisito R-08. O aplicativo por meio de atividades simples (R-03), como de agrupar animais, frutas e associar palavras com seus respectivos objetos (R-11), o aluno pode explorar e aprender características de objetos relacionados ao seu dia-a-dia (R-01) e trabalhar diversas habilidades (R-02) e conceitos (R-04).

O aplicativo, quando inicializado, apresenta um *menu* inicial ao usuário com as opções “Sair” (para finalizar o programa), “Créditos” (que contém informações do desenvolvedor) e “Iniciar Atividade” (onde as tarefas serão realizadas), conforme ilustrado na Figura 19.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.



Figura 19 - Tela inicial do aplicativo.

O aplicativo é composto por dois níveis de dificuldades para atender à diversidade dos alunos com deficiência intelectual (R-05). No primeiro nível, o aluno tem como objetivo realizar duas tarefas, sendo, a primeira, agrupar os objetos que pertencem a classe animal e, a segunda, a classe fruta. Para isso, o aluno dispõe de vários marcadores sobrepostos à mesa tendo como padrão o nome de frutas e animais, como mostrado na Figura 20.

O aluno deve escolher um marcador e, quando este for colocado frente à câmera, o objeto virtual 3D é sobreposto ao marcador e seu nome pronunciado por meio de áudio pré-gravado. Em seguida, o sistema fornece um *feedback* de acerto ou de erro. Esse *feedback* é dado através de áudio, imagem e de mensagens do tipo “Acertou!!! Parabéns Amiguinho!” e “Errou!!! Tente de novo Amiguinho!”. As Figuras 21 e 22 apresentam os sistemas de *feedback* para acerto e erro, respectivamente.

Para cada acerto, a barra de progresso é incrementada e uma imagem do respectivo objeto é inserida no seu grupo, conforme apresentado na Figura 21. As atividades estarão concluídas quando a barra de progresso chegar a 100% e todos os objetos estiverem inseridos em seus respectivos grupos.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

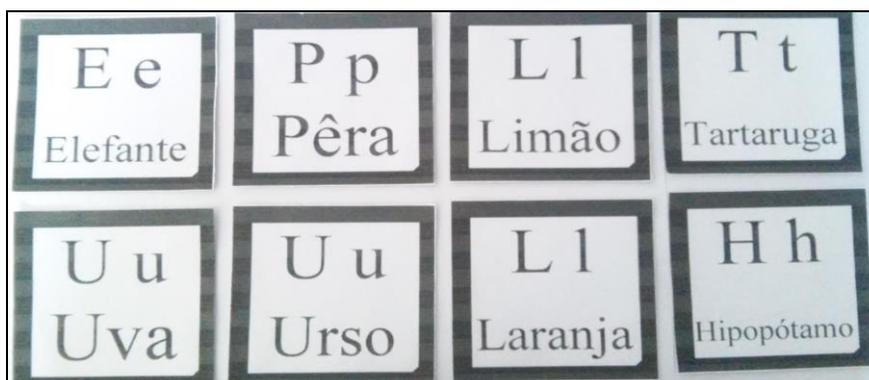


Figura 20 - Alguns marcadores utilizados para as atividades de agrupamento.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.



Figura 21 - Feedback de acerto - atividade de agrupar os objetos do tipo animal.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.



Figura 22 - Feedback de erro - atividade de agrupar os objetos do tipo animal.

No segundo nível, o aluno tem como meta associar as palavras com os respectivos objetos. Para isso, ele dispõe de vários marcadores sobrepostos à mesa tendo como padrão diversos símbolos, como apresentado na Figura 23.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

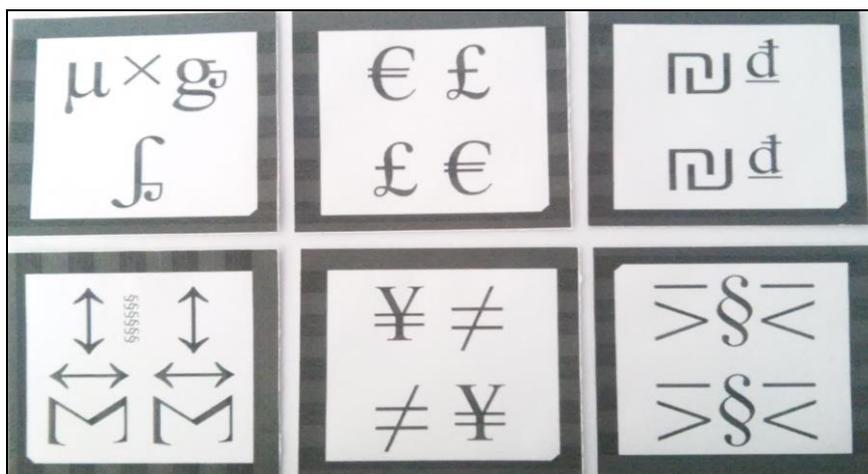


Figura 23 - Alguns marcadores utilizados para a atividade de associação.

O aluno, ao escolher um marcador e posicioná-lo frente a câmera, terá o objeto virtual 3D sobreposto ao marcador e seu nome pronunciado por meio de áudio pré-gravado. Em seguida, um grupo de palavras serão exibidas na tela de forma aleatória e o aluno deverá selecionar a palavra correta referente aquele objeto por meio do clique do botão esquerdo do *mouse* ou da tela *touchscreen* do *notebook*. Se a primeira escolha for a correta, então o *feedback* de acerto é fornecido e o sistema de pontuação de acerto é incrementado em um. Caso contrário, um *feedback* de erro é apresentado e o aluno poderá continuar realizando novas tentativas até encontrar a resposta correta. As Figuras 24 e 25 ilustram os sistemas de *feedback* de acerto e erro respectivamente. A atividade de associação estará concluída quando a barra de progresso chegar a 100%.

No início de cada atividade uma tela é apresentada, conforme mostrado na Figura 26, contendo um texto explicativo e um sistema de áudio, de modo a deixar claro o objetivo da tarefa.

Ao término de cada atividade com sucesso, uma tela conforme ilustrado na Figura 27 é exibida com mensagens, áudio e animações ao aluno de modo a parabenizá-lo pela sua conquista, e sistemas de recompensas são entregues, como troféus e medalhas.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.



Figura 24 - Feedback de acerto - atividade de associação.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

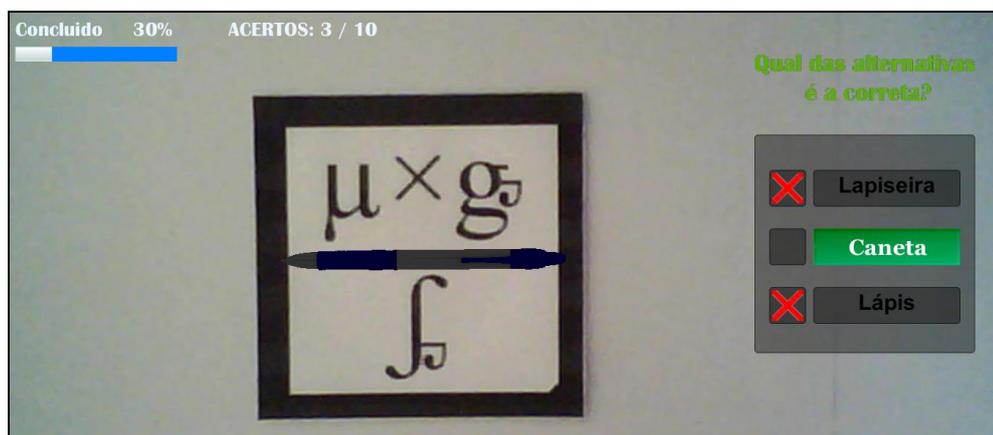


Figura 25 - Feedback de erro - atividade de associação.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor



Figura 26 - Texto explicativo - atividade de agrupar os objetos do tipo animal.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.



Figura 27 - Tela de recompensa por concluir o primeiro nível com sucesso.

Atendendo aos requisitos R-06, R-07, R-09 e R-10, o aplicativo é um ambiente lúdico e interativo que contém objetos e atividades relacionadas ao dia-a-dia dos alunos. Oferece instruções faladas, a fim de melhorar a compreensão e prover a participação de todos, principalmente os que não sabem ler; oferece sistemas de *feedback* positivo às ações; proporciona uma interação homem-máquina intuitiva exigindo baixa destreza e uma interface fácil de aprender e usar.

4.3 Como explorar a *gamification* por meio do aplicativo

O aplicativo é composto por elementos de jogos com o objetivo de motivar, orientar e engajar os alunos na realização das atividades.

Baseado nas diretrizes de Fardo (2013), apresentadas na seção 3.2.3, para a aplicação da *gamification* no processo de ensino, os elementos de jogos escolhidos para este projeto foram: participação voluntária, metas claras, sistema de *feedback*, níveis, sistema de pontuação, troféus e medalhas.

A proposta da participação voluntária trata-se de que o aluno aceite de forma consciente e voluntária a realização das tarefas, estabelecendo assim, a liberdade para entrar ou sair da atividade por vontade própria e uma base comum para que outros alunos realizem a atividade. Desse modo, baseado em McGonigal (2012), a atividade é vivenciada de forma segura e prazerosa.

As metas são os resultados que os alunos vão trabalhar para conseguir. Elas focam a habilidade cognitiva da atenção e orienta continuamente sua participação no decorrer da atividade (MCGONIGAL, 2012). Estes sentidos de objetivo são apresentados por meio de textos escritos e áudio.

De modo a dizer ao aluno o quão próximo ele está de atingir a meta ou para readequar suas estratégias o mais rápido possível para o problema proposto caso sua ação não esteja sendo satisfatória, o aplicativo possui vários sistemas de *feedback*, entre eles, a barra de progressão é usada para orientar o aluno do quão perto ele está de concluir o objetivo, sendo esta, incrementada a cada acerto. Além disso, a própria quantidade de marcadores sobrepostos à mesa e a quantidade de quadros vazios (relacionados à atividade de agrupamento), também, são mecanismos para sua orientação.

Na atividade de agrupamento, para as ações corretas o aluno recebe um *feedback* por áudio, imagem e mensagens do tipo “Acertou!!! Parabéns Amiguinho!”, já para as ações erradas, além do áudio e da imagem a mensagem é do tipo “Errou!!! Tente de novo Amiguinho!”. Na atividade de associação, os acertos são apresentados por áudio e por uma imagem do tipo “V”, já para os erros, há áudio e uma imagem do tipo “X”. Outro fator importante é que, quando selecionada determinada opção, ela se torna inativa e, uma vez que o aluno acerte a palavra correspondente ao objeto, depois de alguns segundos, o grupo de palavras não é mais exibido, fazendo com que o aluno insira novos marcadores e prossiga na atividade.

Com base nos sistemas de *feedback* apresentados, o aplicativo possibilita o trabalho com experimentações, conforme discutido na seção 3.2.3, onde os erros são adotados como fator natural do processo de aprendizagem e por meio de um *feedback* positivo faz com que o aluno sinta-se mais seguro e o proporcione maior liberdade para buscar soluções inovadoras para superar os desafios impostos. Em outras palavras, conforme relatado por McGonigal (2012), o “fracasso divertido” não desaponta os alunos, mas sim, deixa-os felizes de uma forma bastante particular: empolgados, interessados e, acima de tudo, otimistas. Além disso, o sistema de *feedback* é um fator importante para manter a atividade dinâmica e viva.

As atividades estão dispostas no aplicativo em dois níveis (agrupamento e associação, respectivamente – R11). Porém, no primeiro nível, a atividade é dividida em duas tarefas menores - primeiro em agrupar os objetos do tipo animal e, em

seguida, os objetos do tipo fruta. Assim, é possível atender as diferentes habilidades, conhecimentos e competências dos alunos, além de motivá-los e engajá-los na sua realização, conforme discutido na seção 3.2.3. Além disso, é possível proporcionar ao aluno a realização das atividades de várias formas permitindo com que ele interaja com o problema de acordo com o seu nível de desenvolvimento e aprendizado, fazendo com que escolha o caminho que mais esteja de acordo com suas capacidades, habilidades e conhecimentos.

Como recompensas para os desafios, são incluídos no aplicativo um sistema de pontuação, níveis de proficiência, troféus e medalhas, a fim de ajudar o aluno a acompanhar seu progresso, motivá-lo e recompensá-lo pelo seu esforço.

A recompensa, segundo Vianna et al. (2013), é a principal razão pela qual os indivíduos se motivam para continuar em uma atividade. O aplicativo possibilita o aluno a receber recompensas extrínsecas por meio do sistema de pontuação, níveis, troféus e medalhas além de elogios por parte dos professores e colegas de sala a cada objetivo alcançado com sucesso, proporcionando, assim, o sentimento de *status* e realização.

Além disso, é possível despertar as recompensas intrínsecas por meio da conectividade social, onde McGonigal (2012, p. 58) diz que “os seres humanos são criaturas extremamente sociais e até mesmo o mais introvertido extrai um bom percentual de felicidade ao passar algum tempo com as pessoas criando experiências e vínculos”. Para isso, o professor pode realizar a atividade de forma coletiva e colaborativa, conduzindo o aluno a fazer parte de algo maior (como por exemplo, ser “orientador” de outros alunos), tirando-o da zona passiva de aprendizado e levando-o ao comportamento ativo, despertando sua curiosidade, admiração e fazendo com que ele contribua com algo que tenha um significado duradouro.

Todos os elementos de jogos descritos acima foram implementados a fim de se associar a um tipo de jogador relacionado ao trabalho de Bartle (1996), conforme abordado na seção 3.2.1. Os desafios com dificuldades diferentes, as recompensas e níveis são características que atraem os perfis realizadores. A possibilidade de o professor trabalhar e se aprofundar nas propriedades físicas do objeto de conhecimento (cor, quantidade e outras) estimulam os perfis dos exploradores. Já a possibilidade da atividade ser realizada de forma coletiva e colaborativa, proporcionando, assim, a interação social, estimula os perfis socializadores. Uma

vez que o perfil predador é motivado por derrotar os adversários e por possuir um comportamento agressivo, optou-se por não incluir nenhum elemento de jogo atrativo para este perfil, porque este não é o comportamento desejado dentro de um ambiente de aprendizado.

4.4 Como o aplicativo pode auxiliar no aprendizado dos alunos

Nesta seção, o objetivo é apresentar algumas formas de como o aplicativo poderá auxiliar no processo de aprendizado dos alunos com deficiência intelectual. Entretanto, é importante ressaltar que embora os conceitos serem citados separadamente, eles poderão ser explorados, simultaneamente, e de outras maneiras, em cada atividade realizada no AR+G Atividades Educacionais perante a mediação do professor. Assim, a teoria é baseado em trabalhos encontrados na literatura e os exemplos mencionados pela pedagoga que auxiliou o pesquisador no levantamento de requisitos para o desenvolvimento do aplicativo e que trabalha diretamente com esses alunos na APAE de Guaxupé – MG, conforme citado na seção 4.1.1.

Segundo Falconi e Silva (2002), durante séculos o ensino transmissivo dominou as salas de aula acreditavam-se que os alunos eram meros receptores passivos da informação e seu conhecimento era a mera repetição das informações que recebiam do professor. Atualmente, as teorias cognitivas se aproximam de posições nas quais o aluno (com ou sem deficiência intelectual) tende a envolver-se ativamente na gestão de seu conhecimento, construindo-o mediante a relação da nova informação com as estruturas cognitivas adquiridas previamente. Tal fato pode ser comprovado com base na teoria de Piaget (GARCIA, 1998).

Novello et al. (2009) apontam que muitos dos conceitos em sala de aula ainda são abordados de forma abstrata, com poucas demonstrações concretas e problematização dos conceitos relacionados ao cotidiano, fato esse que dificulta o aprendizado do aluno. Sob este contexto, os materiais concretos se configuram como uma possibilidade de recurso para ser inserido nas realizações de atividades.

Tal fato é comprovado por estudos apontados pelo mesmo autor que mostram que o uso do material concreto tem possibilitado aos estudantes estabelecerem

relações entre as situações experienciadas e a abstração dos conceitos estudados. “O uso do material concreto propicia aulas mais dinâmicas e amplia o pensamento abstrato por um processo de retificações sucessivas que possibilita a construção de diferentes níveis de elaboração do conceito” (NOVELLO et al., 2009, p. 10732).

Com base no exposto, baseado na teoria de Piaget (GARCIA, 1998), na qual o aprendizado se origina da interação entre o indivíduo e o objeto; e conforme mencionado pela profissional da área, temos que o aplicativo, através da RA, fazendo uso de marcadores, permite que os objetos virtuais 3D sejam sobrepostos no mundo real. Assim, através das atividades propostas no aplicativo o professor pode trabalhar diversos conceitos (R-04) (tais como, cor, forma, entre outros) por meio da demonstração concreta dos elementos estudados, além de possibilitar a interação direta do aluno com os objetos de conhecimento fazendo com que ele participe de forma ativa do processo de aprendizagem.

É de extrema importância ressaltar que a mediação do professor na utilização do aplicativo é fundamental. O professor deve interagir com o aluno durante sua utilização, dialogando, ouvindo suas dúvidas e comentários, propor diversas alternativas para a solução do problema e procurar ouvir do próprio aluno a sua explicação sobre o raciocínio utilizado para a solução das atividades (MALAQUIAS, 2012).

A atividade proposta no aplicativo – agrupar os objetos como sendo do tipo animal ou fruta – permite, dentre outras, auxiliar na construção das operações concretas. Este período é caracterizado por uma série de estruturas cognitivas denominadas por Piaget de “agrupamento”. As operações lógicas constituídas neste período fazem existir, no pensamento do aluno, dentre as estruturas, a de classificação (GARCIA, 1998).

Classificar, segundo Malaquias (2012, p.59), “é uma operação mental básica, fundamental para formar agrupamentos, conjuntos, classes e categorias”. Por intermédio da atividade de classificação, o aluno aprende a identificar objetos de acordo com suas características como, por exemplo, cor, tamanho, comportamento, forma, entre outros (GARCIA, 1998). Assim, o professor com o auxílio do aplicativo pode explorar este conceito de diversas maneiras, dentre elas: identificar se um objeto pertence ou não a um agrupamento (animal ou fruta); fazer com que o aluno descubra o critério utilizado numa determinada classificação, entre outros.

A discriminação, segundo Malaquias (2012), é definida como a identificação de um objeto diferente entre os objetos com as mesmas características. Essa habilidade, pode ser explorada pelo aplicativo em diversas situações. São exemplos:

- O professor pode solicitar ao aluno que mostre, dentre os objetos estudados na atividade de agrupamento, aqueles que tem determinada característica, por exemplo, a cor amarela.
- O professor pode apresentar ao aluno alguns objetos e perguntar qual não pertence a determinada classe e, após sua resposta, perguntar o “por quê”.
- O professor pode solicitar ao aluno para identificar e agrupar, dentre todos os objetos estudados na atividade de agrupamento, aqueles que começam com determinada letra, por exemplo, “L de laranja, limão, leopardo e leão”. E, a partir dos objetos identificados separá-los como pertencentes a classe animal ou fruta.

Baseado no exposto, o professor, no decorrer da atividade, pode usar estratégias que proporcionem o aluno a compreender que os critérios que unem os objetos em uma mesma classe maior não se perdem quando esta é distribuída em subclasses, mas sim, que se sobrepõem. Desse modo, o aluno conseguirá construir a estrutura operatória de classe através da realização de inclusões hierárquicas (GARCIA, 1998).

A atividade de agrupamento pode também estimular o conceito de quantidade. O professor pode explorar este conceito mediante perguntas do tipo: “quantos objetos pertencem ao grupo animal? E ao grupo fruta?”. “No total, há quantos objetos?”. “A quantidade de objetos do tipo animal é maior que a quantidade de objetos do tipo fruta?”.

A atividade proposta no aplicativo - associar palavras com os respectivos objetos - tem como objetivo estimular o aluno no desenvolvimento da alfabetização. Segundo Mendonça e Mendonça (2011, p. 45)

“a alfabetização em suma é o processo pelo que se adquire o domínio de um código e das habilidades de utilizá-lo para ler e escrever, ou seja: o

domínio da tecnologia – do conjunto de técnicas – para exercer a arte e ciência da escrita”.

Em outras palavras, para uma pessoa aprender a ler e escrever é necessário entender a relação estabelecida entre fala e escrita e conhecer o sistema de regras da escrita.

Como é sabido, as pessoas com deficiência intelectual vivenciam processos cognitivos semelhantes a de pessoas consideradas “normais” no que tange a respeito do aprendizado de leitura e escrita (FALCONI; SILVA, 2002). Entretanto, seu ritmo se diferencia, por requerer um período mais longo para a aquisição da leitura e escrita, porém as estratégias usadas para a alfabetização para o ensino dessas pessoas podem ser as mesmas utilizadas com aquelas consideradas “normais” (FALCONI; SILVA, 2002).

Com base no exposto, a atividade de associar objetos com palavras pode auxiliar na alfabetização de alunos com deficiência intelectual de diversas formas. São exemplos:

- Trabalhar a consciência de rimas e aliterações – “permite a identificação de palavras que compartilham um mesmo grupo de sons, no início ou no final das palavras” (FREITAS, 2005).

Por exemplo: após a exibição e pronúncia do objeto 3D barril, o professor pode pedir ao aluno para identificar entre as palavras apresentadas no *menu* de opções aquelas que começam com “ba”.

- Trabalhar a consciência de sílabas - proporciona ao aluno o reconhecimento das sílabas das palavras (FREITAS, 2005).

Por exemplo: após a exibição e pronúncia do objeto 3D caneta, o professor pode pedir ao aluno para realizar a segmentação silábica (ca – ne – ta).

- Trabalhar a consciência de fonemas - permite a identificação de que as palavras são compostas pelas menores unidades de som que podem mudar o significado de uma palavra (FREITAS, 2005).

Por exemplo: apresentado o objeto 3D caneta com seu som pronunciado e, após a identificação de sua respectiva grafia correta. O professor pode perguntar ao aluno quais são os sons da palavra “caneta”.

Conforme exposto na seção 2.3, o aluno com deficiência intelectual, em suma, pode apresentar inúmeras características que interferem na construção do conhecimento, dentre elas a percepção, raciocínio, atenção, motivação e memória (MALAQUIAS, 2012). Assim, segue abaixo uma abordagem sobre como o aplicativo poderá auxiliar o aluno na melhoria destas limitações.

Segundo Malaquias (2012), a capacidade perceptiva é a função cerebral mediante a qual a informação sensorial é organizada e interpretada, permitindo o indivíduo a compreender o mundo ao seu redor. Nesse contexto, o aluno com deficiência intelectual pode apresentar dificuldades em relações espaciais e de distância podendo interferir na aquisição e demonstração de conceitos e habilidades como, por exemplo, tamanho e distância.

Assim, as dificuldades mencionadas podem ser trabalhadas ao se utilizar o aplicativo no decorrer das atividades onde o professor pode abordar conceitos de posição, direção e sentido dos marcadores para serem mostrados à câmera de vídeo para que os objetos 3D possam ser exibidos na tela do computador. Além de explorar a característica de tamanho dos objetos, podendo perguntar ao aluno se o objetivo apresentado na tela do *notebook* é “grande” ou “pequeno”.

No que abrange os problemas de atenção e baixo nível de concentração, estas habilidades podem ser exploradas no aplicativo através de fatores externos como o contraste e movimento dos objetos virtuais 3D. Já a motivação, pode ser alcançada por meio da *gamification*. Além disso, a profissional da área mencionou que a simples utilização do computador já se refere a um fator motivacional para esses alunos.

O tratamento do *déficit* de memória, segundo Malaquias (2012), deve ocorrer por meio de ambientes estimulantes com atividades que proporcionem a memorização de informações e sua posterior recuperação. O autor ainda enfatiza que as atividades devem explorar estratégias e situações que possam ser transferidas para as atividades cotidianas do aluno. O aplicativo proporciona tais características, pois é uma atividade lúdica e interativa que faz uso de atividades que remetem ao cotidiano do aluno com situações que exigem a memorização de

informações e sua recuperação como, por exemplo, a atividade de associação exige que o aluno lembre-se da grafia do objeto para poder associá-lo corretamente.

O AR+G Atividades Educacionais auxilia no aprendizado de alunos com deficiência intelectual por meio da interação entre o indivíduo e o objeto de conhecimento estimulando a curiosidade, a iniciativa e a participação ativa do aluno no processo da construção do conhecimento. Estes fatores são importantes, pois estimulam o desenvolvimento do raciocínio, proporcionando, assim, condições e liberdade para que o aluno construa seu conhecimento, dentro de suas capacidades, habilidades e conhecimentos.

4.5 Considerações Finais

Neste capítulo, primeiramente, foi apresentado a construção do aplicativo AR+G Atividades Educacionais com o objetivo de servir como ferramenta de auxílio na aprendizagem de alunos com deficiência intelectual.

A metodologia de desenvolvimento foi baseada no modelo genérico denominado Desenvolvimento Evolucionário. Com o intuito de cumprir a primeira etapa de seu ciclo de desenvolvimento, o levantamento de requisitos foi conduzido por meio de entrevistas com uma profissional da área que atua diretamente com alunos portadores de deficiência intelectual na APAE de Guaxupé - MG.

Posteriormente, foram apresentados a arquitetura geral do sistema e as ferramentas utilizadas para sua construção. Em seguida, uma descrição das características do aplicativo foram conduzidas, além de como pode ser explorada a *gamification* no mesmo. Por fim, foram abordadas as possíveis maneiras de como o aplicativo pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de alunos com deficiência intelectual perante a mediação do professor.

Para completar o ciclo de desenvolvimento, o Capítulo 5 tem como objetivo apresentar os procedimentos e métodos utilizados para a avaliação do aplicativo. No Capítulo 6 os resultados obtidos e as discussões e, por fim, no Capítulo 7 as considerações finais e trabalhos futuros.

Capítulo 5

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DO APLICATIVO

Afim de cumprir a última etapa do ciclo de desenvolvimento do modelo genérico, este capítulo tem como objetivo apresentar os procedimentos adotados para avaliar o potencial do aplicativo como ferramenta de auxílio no processo de ensino-aprendizagem em alunos com deficiência intelectual e avaliar o aplicativo quanto a usabilidade técnica e pedagógica através das opiniões de especialistas da área.

5.1 Avaliação do aplicativo em alunos com deficiência intelectual

Esta avaliação tem como objetivo investigar, através de uma abordagem quantitativa, o potencial do aplicativo como ferramenta de auxílio no processo de aprendizagem por meio da pontuação das habilidades dos alunos com deficiência intelectual antes e após o uso do aplicativo.

Uma abordagem quantitativa é aquela em que utiliza métodos estatísticos no tratamento dos dados (WAINER, 2007). “A essência da pesquisa quantitativa em Ciência da Computação é verificar o quão “melhor” é usar um programa/sistema novo frente à(s) alternativa(s)” (WAINER, 2007, p.06).

Neste trabalho, as etapas seguidas para a realização do estudo estatístico foram baseados nas diretrizes propostas por Larson e Farber (2010). São elas:

1. Identificar as amostras e a população de interesse.
2. Desenvolvimento de um plano para a coleta dos dados.

3. Coleta dos dados.
4. Uso de estatística descritiva para organizar, resumir e representar os dados.
5. Interpretar os dados e tomar as decisões sobre a população usando estatística inferencial.

As próximas seções tem como objetivo, baseado nas diretrizes de Larson e Farber (2010) apresentar as amostras, a população, os instrumentos de coleta de dados, as etapas, as hipóteses e os métodos de análises utilizados neste estudo estatístico.

5.1.1 Amostras e População

Segundo Larson e Farber (2010, p.19), “um censo é uma contagem ou medição de uma população inteira. A realização de um censo fornece informações completas, mas é frequentemente cara e difícil de realizar”. Portanto, extrai-se uma amostra representativa da população. No presente trabalho, a população à qual se refere o público que se deseja estudar são alunos com deficiência intelectual.

O tipo de amostragem utilizado nesta pesquisa caracteriza-se como não-probabilística¹⁵, sendo, especificamente, denominado de amostragem por conveniência. Nesta categoria, há a “seleção de elementos da amostra que estejam mais disponíveis para tomar parte do estudo e que podem oferecer informações necessárias” (HAIR JR. et al., 2005, p.247). Desse modo, a escola escolhida para a realização deste trabalho foi aquela que aceitou a proposta desta dissertação, permitiu e ajudou o pesquisador a realizar seus estudos.

Baseado no exposto acima, para realizar a avaliação do protótipo do aplicativo em alunos com deficiência intelectual foi selecionado a escola de Educação Especial – Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) da cidade de Guaxupé – MG.

¹⁵Na amostragem não-probabilística “a seleção de elementos para amostra não é necessariamente feita com o objetivo de ser estatisticamente representativa da população, o que pode se dar, inclusive, por limitações por parte do pesquisador em analisar ou compor uma amostra deste nível” (MALAQUIAS, 2012, p.65).

5.1.2 Instrumento de Coleta de Dados

A coleta dos dados foi realizada por meio de um questionário (Questionário do Aluno - Apêndice A) com alunos com deficiência intelectual. A justificativa de seu uso como ferramenta para avaliação é baseado em Marconi e Lakatos (2010). Os autores apontam um atrativo na sua utilização: os dados produzidos pela investigação, independente dos sistemas, usuários e tarefas consideradas, é passível de descrição e análise estatística. Com isso, tal técnica torna-se uma ferramenta de aplicação rápida, reduzindo o tempo e os custos envolvidos com a administração e computação dos resultados.

A elaboração deste questionário baseou-se, a princípio, no trabalho de Malaquias (2012) e, posteriormente, com o auxílio de uma profissional formada em pedagogia, que atua diretamente com alunos portadores de deficiência intelectual na APAE de Guaxupé - MG, foi adaptado de acordo com os propósitos desta pesquisa.

O questionário possui vinte questões e foram divididas em quatro seções: 1 – Dados do Aluno; 2 – Perfil do Aluno; 3 – Aspectos relacionados aos conteúdos trabalhados na atividade e 4 – Outras perguntas.

A primeira seção contém quatro questões destinadas a dados gerais do aluno. Na segunda seção, há sete questões a respeito do seu perfil. Na terceira seção, há sete questões relacionadas as habilidades que foram trabalhadas com os alunos com deficiência intelectual durante a realização de suas atividades por meio do aplicativo. E, por fim, a quarta seção contém duas perguntas relacionadas a motivação. Este questionário foi respondido por uma professora da APAE de Guaxupé – MG que trabalha diretamente com esses alunos, já que os mesmos não possuem condições para seu preenchimento.

Na terceira seção do questionário, para cada habilidade a professora atribuiu uma pontuação com base em uma escala Likert de cinco pontos com a seguinte representação: 1 – “Discordo Fortemente”, 2 – “Discordo”, 3 – “Não concordo, nem discordo”, 4 – “Concordo” e 5 – “Concordo Fortemente”. Já para a quarta seção, as perguntas quanto a participação e o nível de interesse também foram preenchidas com base na mesma escala, porém com a seguinte representação: 1 – “Ruim”, 2 – “Fraco”, 3 – “Regular”, 4 – “Bom” e 5 – “Excelente”.

Uma escala Likert é uma escala intervalar que utiliza números para classificar objetos ou eventos com distância igual entre os números. Esta escala foi escolhida,

pois os dados obtidos utilizando uma escala intervalar podem ser submetidos a cálculos mais complexos (média, desvio-padrão, teste t, entre outros) – conforme será apresentado na seção 5.1.5. (LARSON; FARBER, 2010; HAIR JR. et. al., 2005).

5.1.3 Etapas para a Coleta e Análise dos Dados

As etapas seguidas para avaliação do aplicativo com os alunos com deficiência intelectual na APAE de Guaxupé - MG foram:

- I. Apresentação da proposta de pesquisa, esclarecimentos quanto a sua importância e o convite à instituição para colaborar com este trabalho.
- II. Apresentação e treinamento do aplicativo com a professora que irá trabalhar diretamente com os alunos.
- III. Aplicação do questionário (Apêndice A) a professora a respeito de cada aluno colaborador com o projeto, com o objetivo de traçar seu perfil e quantificar seus conhecimentos prévios a respeito do conteúdo trabalhado durante o uso do aplicativo.
- IV. Utilização da ferramenta com os alunos da APAE de Guaxupé – MG com encontros semanais, com duração de uma hora cada aula, entre os períodos de 26 de Fevereiro de 2015 à 23 de Abril de 2015.
- V. Reaplicação do questionário (Apêndice A) com a professora (não sendo permitido a consulta ao primeiro questionário respondido), visando quantificar o conhecimento do aluno a respeito do conteúdo trabalhado após o período de uso do aplicativo.
- VI. Comparação e análise dos resultados dos questionários obtidos antes e após a utilização do aplicativo.

5.1.4 Hipóteses

Conforme apresentado na seção 5.1.3, antes e após o uso do aplicativo na APAE de Guaxupé – MG, a professora respondeu ao questionário (Apêndice A) referente às habilidades apresentadas por cada aluno. Em seguida, a média da pontuação das habilidades de cada aluno e a média geral da pontuação de todos os alunos foram calculadas antes e após o uso da ferramenta.

Desse modo, com o objetivo de avaliar o potencial do aplicativo como ferramenta de auxílio na aprendizagem de alunos com deficiência intelectual, a presente pesquisa pretende apoiar as afirmações:

1. *“A pontuação média de cada habilidade trabalhada com os alunos antes da utilização do aplicativo é menor que a alcançada após a utilização do mesmo”.*
2. *“A pontuação média dos alunos antes da utilização do aplicativo é menor que a alcançada após a utilização do mesmo”.*

Com base nas afirmações 1 e 2 foram formuladas as hipóteses a seguir.

Para afirmação 1 temos:

- H_0 : a pontuação média de cada habilidade trabalhada com os alunos antes da utilização do aplicativo é maior ou igual à alcançada após a utilização do mesmo.
- H_a : a pontuação média de cada habilidade trabalhada com os alunos antes da utilização do aplicativo é menor que a alcançada após a utilização do mesmo.

Para afirmação 2 temos:

- H_0 : a pontuação média dos alunos antes da utilização do aplicativo é maior ou igual à alcançada após a utilização do mesmo.

- H_a : a pontuação média dos alunos antes da utilização do aplicativo é menor que a alcançada após a utilização do mesmo.

A representação matemática das hipóteses 1 e 2, respectivamente, são:

$$\begin{array}{ll} \text{Hipótese 1:} & \begin{array}{l} H_0: \mu_a \geq \mu_d \\ H_a: \mu_a < \mu_d \end{array} & \text{Hipótese 2:} & \begin{array}{l} H_0: \mu_a \geq \mu_d \\ H_a: \mu_a < \mu_d \end{array} \end{array}$$

onde, μ_a e μ_d representam a média (geral e das habilidades) dos alunos antes e após o uso do aplicativo, respectivamente.

A hipótese H_0 representa uma expressão contrária àquilo que se deseja verificar. O que se espera, portanto, como resultado do trabalho experimental, é rejeitar a hipótese nula H_0 .

5.1.5 Métodos de Análise

Nesta pesquisa, a comparação da diferença entre as médias obtidas antes e após o uso do aplicativo foi formalizada com base no teste t (LARSON; FARBER, 2010), sendo os dados considerados como amostras dependentes, pois cada aluno produz um par de valores de dados (antes e após o uso do aplicativo), permitindo sua comparação média, entre habilidades e alunos.

O nível de significância foi considerado de 5%. O valor escolhido foi determinado após observar os trabalhos relacionados à área de pesquisa desta dissertação, entre eles, Malaquias (2012), e a literatura em geral (LARSON; FARBER, 2010), ficando, em evidência, que é este o parâmetro normalmente adotado em trabalhos acadêmicos que envolvem testes estatísticos. Além da estatística inferencial (teste t) foi utilizada estatística descritiva para organizar, resumir e representar os dados obtidos.

5.2 Avaliação da Usabilidade Técnica e Pedagógica

Atualmente, no mundo da sociedade da informação, o conhecimento é algo de suma importância e cada vez mais está sendo propagado através de diversos

meios, entre eles, os *softwares* educacionais. Contudo, vemos a comunidade de usuários utilizar vários *softwares* educativos de pouca qualidade. Isso ocorre devido ao baixo conteúdo das informações, como pela deficiência na organização do conteúdo disponibilizado para o uso dos potenciais usuários, proporcionando, muitas vezes, rejeição do usuário a tais sistemas (ABREU, 2010).

Para resolver este problema, os princípios de qualidade de *software* devem ser empregadas para o desenvolvimento de *softwares* educacionais. Dentre estes princípios, tem-se na usabilidade, o caminho pelo qual seus usuários podem ter acesso de maneira fácil e inteligente ao conteúdo de um *software* (ABREU, 2010).

Nevado, Carvalho e Menezes (2006) apontam que a simplicidade dos procedimentos e a facilidade de utilização dos recursos computacionais para educação são critérios de suma importância a serem seguidas na concepção de materiais didáticos. Segundo Abreu (2010, p.13) “de nada adianta ter um *software* educativo de excelente conteúdo, se sua utilização é tão complexa que desestimula quem o está usando”.

A norma ISO 9241-11 (1998) define usabilidade como sendo a capacidade de um sistema interativo ser usado por seu usuário, em um determinado contexto de operação para a realização de tarefas, de modo a atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação.

No contexto dessa pesquisa, um *software* educativo com uma boa eficácia permite que os alunos e professores consigam alcançar os objetivos e os resultados propostos. A eficiência está relacionada a capacidade de esforço necessário à se atingir determinado objetivo no menor tempo possível e com a mínima quantidade de erros. Por fim, a satisfação está relacionada a qualidade de uso do aplicativo, fazendo referência ao conforto e atitudes positivas que os alunos e professores sentem ao utilizar a interface para alcançar seus objetivos.

No que diz respeito ao desenvolvimento de *software* de apoio educacional, há dois critérios que asseguram sua qualidade: usabilidade técnica e pedagógica.

Segundo Nokelainen (2006), a usabilidade técnica refere-se aos aspectos tecnológicos do *software* ao se proporcionar facilidade na aprendizagem de uso das principais funções da aplicação e que as mesmas sejam eficientes e convincentes em seu uso. Já a usabilidade pedagógica está relacionada ao objetivo de prover um projeto de material de aprendizagem cujas funções facilitam a aprendizagem individual e a construção coletiva de conhecimento.

As próximas seções tem como objetivo apresentar: o objetivo da avaliação técnica e pedagógica desta pesquisa, as amostras e o método de avaliação, o instrumento de coleta de dados e as etapas realizadas para conduzir este estudo.

5.2.1 Objetivos

Com base no exposto acima, esta pesquisa tem como objetivo:

- Avaliar a interação entre o usuário e a aplicação, permitindo conhecer as opiniões de especialistas da área, coletando informações sobre a facilidade na aprendizagem e satisfação do uso da aplicação.
- Avaliar o aplicativo como projeto de um material de aprendizagem, permitindo conhecer as opiniões de especialistas da área, coletando informações sobre a facilidade de aprendizagem individual e a construção coletiva de conhecimento.

5.2.2 Amostras e Método de Avaliação

O tipo de amostragem utilizado nesta pesquisa caracteriza-se como não-probabilística, sendo, especificamente, denominado de amostragem intencional. Nesta categoria, “o pesquisador está interessado na opinião de determinados elementos da população” (MARCONI; LAKATOS, 2010, p.38).

Assim, nesta pesquisa, os elementos escolhidos para a realização desta avaliação foram duas professoras que trabalham diretamente com alunos com deficiência intelectual na APAE de Guaxupé – MG, com o objetivo de saber, através da utilização do método prospectivo¹⁶, suas opiniões quanto à usabilidade técnica e pedagógica do aplicativo, conforme citado na seção 5.2.1.

Desse modo, através das opiniões de especialistas que atuam diretamente na área, a avaliação poderá contribuir para a visualização de possíveis problemas e auxiliar na melhoria dos processos da interação usuário-computador e nos aspectos

¹⁶ O método prospectivo tem como objetivo fazer uma prospecção das opiniões subjetivas dos usuários para avaliar sua satisfação em relação ao sistema e sua operação, além dos aspectos pedagógicos que estão inseridos na aplicação (ABREU, 2010).

pedagógicos, resultando em uma ferramenta educativa de qualidade para ser trabalhada com alunos com deficiência intelectual.

5.2.3 Instrumento de Coleta de Dados

A coleta dos dados foi realizada por meio de um questionário (Questionário do Avaliador - Apêndice B). O questionário é uma técnica de avaliação prospectiva, em que busca obter informações, através de perguntas de caráter fechado ou aberto, a opinião do potencial usuário do sistema, avaliando o grau de satisfação com o mesmo (MARCONI; LAKATOS, 2010).

No contexto desta avaliação, a técnica mostra-se adequada para essa pesquisa, tendo em vista que serão professores quem conduzirão as atividades com o auxílio do aplicativo junto aos alunos com deficiência intelectual da APAE de Guaxupé – MG. Assim, nada mais ideal do que conhecer as opiniões desses profissionais quanto à interação com o sistema, além dos aspectos pedagógicos quanto ao aplicativo como projeto de material de aprendizagem, de modo a verificar se a ferramenta está adequada para ser trabalhada com esse alunos.

O questionário composto por trinta e sete questões está dividido em três seções: 1 – Dados do Avaliador; 2 – Avaliação da Usabilidade do *Software* e 3 – Avaliação da Usabilidade Pedagógica. A primeira seção contém quatro questões destinadas a informações gerais das avaliadoras.

A segunda seção, referente a avaliação da usabilidade técnica, foi construída com base nos trabalhos de Reis e Kirner (2012), Martins, Correa e Guimarães (2013) e Martins, Kirner e Kirner (2013). Os critérios foram divididos em quatro dimensões conforme o trabalho de Martins, Kirner e Kirner (2013), sendo elas: interação com o sistema; interface da aplicação; representação e funcionalidade geral. Para cada critério as avaliadoras atribuíram uma pontuação com base em uma escala Likert de cinco pontos com a seguinte representação: 1 – “Ruim”, 2 – “Fraco”, 3 – “Regular”, 4 – “Bom” e 5 – “Excelente”.

Na terceira seção, foram inseridas, baseado no trabalho de Nokelainen (2006), dezesseis questões divididas em dez critérios de usabilidade pedagógica. A decisão por estes critérios é justificado pelo fato de referir a fatores pedagógicos a serem observados em uma aplicação voltada ao ensino. A classificação das questões se aplica para os critérios abaixo segundo Abreu (2010, p.44):

- Controle do aluno: observa a sobrecarga da memória do aluno, com o objetivo de evitar que os materiais sejam mal divididos;
- Atividade do aluno: a atividade individual do aluno pode ser melhorada quando existe uma boa didática;
- Aprendizagem colaborativa/coletiva: o aluno pode estudar com outros colegas para alcançar as metas de aprendizagem comum;
- Orientação a objetivos: deixar claro aos alunos, quais são suas metas e os objetivos de aprendizagem a serem alcançados;
- Aplicabilidade: o conteúdo do material deve corresponder às habilidades que o aluno necessitará de maneira prática em sua vida;
- Valor agregado: normalmente é adicionado através do uso criativo das possibilidades disponibilizadas pelo computador, entre elas, áudio, imagens e vídeos, de acordo com a necessidade do aluno;
- Motivação: o material deve apresentar conteúdos e funções interativas de modo a manter os alunos motivados, proporcionando-lhes criatividade e aprendizagem ativa;
- Avaliação do conhecimento prévio: respeitar o conhecimento prévio do aluno, observando as suas diferenças individuais de conhecimento e habilidades;
- Flexibilidade: oferecer facilidade para o usuário operar e manter o sistema;
- *Feedback*: oferecer ao aluno um *feedback* incentivador para aumentar sua motivação e imediato.

Para cada critério as avaliadoras atribuíram uma pontuação com base em uma escala Likert de cinco pontos com a seguinte representação: 1 – “Discordo

Fortemente”, 2 – “Discordo”, 3 – “Não concordo, nem discordo”, 4 – “Concordo” e 5 – “Concordo Fortemente”.

Para complementar os resultados, durante o período de teste tanto por parte dos alunos quanto pelas especialistas da área, o pesquisador adotou a técnica observacional. Segundo Wainer (2010, p.28) “a pesquisa observacional tem como objetivo observar o ambiente, mas não modificá-lo”. O pesquisador interagiu com os sujeitos de modo semiformal, através de entrevistas, com o objetivo de descrever de forma objetiva e direta os eventos e argumentos de interesse.

5.2.4 Etapas para a Coleta e Análise dos Dados

As etapas seguidas para avaliação do *aplicativo* por meio das avaliadoras da APAE de Guaxupé - MG foram:

- I. Apresentação da proposta de pesquisa, esclarecimentos quanto a sua importância e o convite à instituição para colaborar com este trabalho.
- II. Apresentação do aplicativo às avaliadoras (duas professoras).
- III. Utilização do aplicativo pelas avaliadoras em uma seção de uma hora cada.
- IV. Aplicação do questionário (Apêndice B) às avaliadoras.
- V. Descrição dos resultados dos questionários.

Capítulo 6

RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados e discutidos os resultados da pesquisa quantitativa e qualitativa abordadas no Capítulo 5.

6.1 Descrição dos Alunos

Nesta pesquisa participaram dez alunos¹⁷ (A₁, A₂, A₃, A₄, A₅, A₆, A₇, A₈, A₉, A₁₀) com deficiência intelectual. Esses alunos foram selecionados pelo corpo docente da APAE de Guaxupé - MG. O Quadro 6 apresenta suas características.

Os alunos frequentam o 4º ano da Educação de Jovens e Adultos (EJA), sendo três do sexo feminino e sete do sexo masculino, com faixa etária média de idade de 30 anos, aproximadamente.

Com base nas características levantadas, apenas um aluno foi classificado com deficiência intelectual do tipo grave; 80% apresentam um comportamento calmo e 60% conseguem estabelecer um diálogo. Já em relação a dificuldade motora, não há nenhum aluno com características que possa ter seu trabalho prejudicado pelo uso do *mouse* ou manipulação dos marcadores.

Do total de alunos que participaram dos testes, 50% possuem independência na realização de suas atividades diárias, mas nenhum deles consegue se concentrar totalmente durante sua realização. Por fim, 80% desses alunos interagem com os colegas de classe e 60% apresentam dificuldades ao usar o computador, necessitando, muitas vezes, do auxílio da professora.

¹⁷ Todos os alunos ao serem inscritos na instituição possuem um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinados por seus responsáveis para colaborarem ou não com pesquisas científicas.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

Aluno	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11
A ₁	28	4	F	M	C	N	N	S	A	S	N
A ₂	26	4	M	M	I	N	N	A	A	S	A
A ₃	36	4	M	M	C	S	N	S	A	S	N
A ₄	36	4	M	M	C	S	N	A	A	S	N
A ₅	34	4	M	M	I	S	S	A	A	S	A
A ₆	35	4	M	M	C	S	N	S	A	S	N
A ₇	27	4	M	G	C	N	N	N	N	A	N
A ₈	25	4	F	M	C	S	N	S	A	S	N
A ₉	27	4	F	M	C	S	N	S	A	S	A
A ₁₀	24	4	M	M	C	N	N	N	N	A	N

1.1. Idade (anos)
 1.2. Ano que está cursando
 1.3. Sexo: (M – Masculino; F – Feminino)
 1.4. Tipo de deficiência intelectual: (G – Grave; M – Moderado; L – Leve)
 1.5. O aluno apresenta qual tipo de comportamento? (C – Calmo; A – Agitado; I – Intermediário)
 1.6. O aluno consegue estabelecer um diálogo? (S – Sim; N – Não; A – Às vezes)
 1.7. O aluno apresenta alguma dificuldade motora? (S – Sim; N – Não; A – Às vezes)
 1.8. O aluno tem independência nas atividades da vida diária? (S – Sim; N – Não; A – Às vezes)
 1.9. O aluno consegue concentrar durante a realização da atividade? (S – Sim; N – Não; A – Às vezes)
 1.10. O aluno interage com os colegas? (S – Sim; N – Não; A – Às vezes)
 1.11. O aluno tem facilidade em usar o computador? (S – Sim; N – Não; A – Às vezes)

Quadro 6 – Características dos alunos.

6.2 Resultado da Análise Quantitativa

A Tabela 1 mostra as notas atribuídas pela professora antes e depois do período de teste dos alunos com o aplicativo, conforme mencionado na seção 5.1.3. A última linha da tabela refere-se a média das habilidades de cada aluno antes e depois do uso do sistema.

Com base nos resultados da Tabela 1, é possível verificar um aumento na média de todos os alunos após a utilização do aplicativo.

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Habilidades	A1		A2		A3		A4		A5		A6		A7		A8		A9		A10	
	Antes	Depois																		
Funcionalidade dos objetos	4	5	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	2	2	4	4	4	5	2	2
Discriminação	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	4	5	2	2
Situações-problema	2	4	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	4	2	2
Classificação	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	2	4	2	3	4	4	4	5	2	4
Associação	2	4	4	5	2	3	2	3	2	3	4	4	2	2	2	4	4	5	2	2
Cor	4	5	4	5	5	5	2	3	5	5	2	3	1	1	5	5	5	5	2	5
Quantidade	4	5	2	2	2	4	4	4	2	4	4	4	2	2	2	4	4	5	2	2
Média	3,43	4,71	3,29	3,86	3,29	4,14	3,14	3,71	3,29	3,86	3,00	3,71	1,86	2,29	3,29	4,00	3,86	4,86	2,00	2,71

Tabela 1 - Pontuação dos alunos referente às habilidades trabalhadas.

O gráfico da Figura 28 descreve a pontuação média das sete habilidades presentes no questionário, com o objetivo de quantificar o conhecimento das amostras antes e após o uso do aplicativo AR+G Atividades Educacionais. Todas as habilidades o teste de diferença de médias foi significativo ao nível de 5%.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

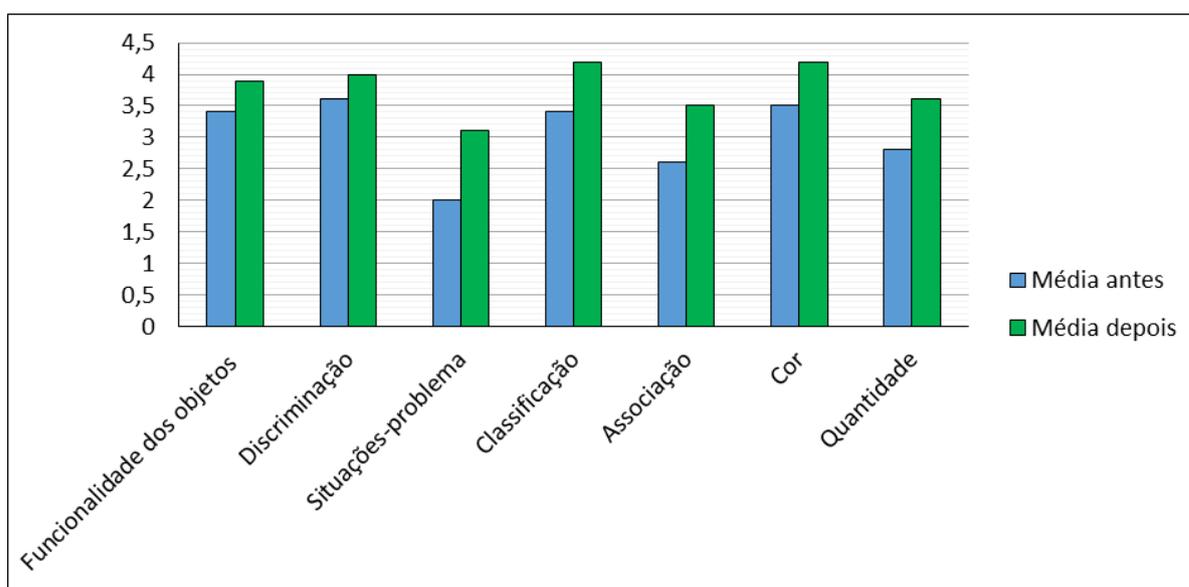


Figura 28 – Média das habilidades para o grupo de alunos analisados.

A fim de complementar as informações disponíveis na Figura 28, o resultado da aplicação do teste t por habilidade é apresentado na Tabela 2.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

Habilidades	Média		t	$\alpha = 0,05$ g.l = 9
	Antes	Depois		
Funcionalidade dos objetos	3,4	3,9	-3,000	
Discriminação	3,6	4,0	-2,449	
Situações-problema	2,0	3,1	-6,128	
Classificação	3,4	4,2	-3,207	$t_0 = -1,833$
Associação	2,6	3,5	-3,857	
Cor	3,5	4,2	-2,333	
Quantidade	2,8	3,6	-2,753	

Tabela 2 - Resultado do teste t por habilidade.

Analisando os resultados da Figura 28 e da Tabela 2, é possível verificar que a média após a utilização do aplicativo, para todas as habilidades trabalhadas, foram

maiores do que as médias antes de sua utilização. Após a aplicação do teste t para cada habilidade, o valor da estatística t para todas as habilidades encontraram-se na região de rejeição para o nível de significância de 5%, onde $t_0 = -1,833$. Entretanto, há de se destacar que para as habilidades – funcionalidade dos objetos, situações-problema, classificação e associação – apresentou-se uma diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% ($\alpha = 0,01$), onde $t_0 = -2,821$.

Assim, com base nos resultados obtidos, verifica-se que há evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula H_0 referente a afirmação 1 apresentada na seção 5.1.4. Em outras palavras, ao se aplicar o teste t, foi constatado estatisticamente que há evidências suficientes para apoiar a afirmação: *“a pontuação média de cada habilidade trabalhada com os alunos antes da utilização do aplicativo é menor que a alcançada após a utilização do mesmo”*.

Com o objetivo de complementar a análise realizada acima, o pesquisador aplicou o teste t para a pontuação média geral das habilidades antes e após a utilização do aplicativo, com o intuito de verificar se a pontuação média geral das habilidades antes da utilização do aplicativo será menor que a alcançada após a utilização do mesmo.

Como resultado da análise complementar, pode-se afirmar estatisticamente que há evidências suficiente para apoiar essa afirmação para o nível de significância de 1% ($\alpha = 0,01$), para $t_0 = -3,143$, onde o resultado da estatística t foi igual a $-8,291$.

O gráfico da Figura 29 descreve a pontuação média dos dez alunos que participaram da presente pesquisa, com o objetivo de quantificar o conhecimento geral das amostras antes e após o uso do aplicativo AR+G Atividades Educacionais. Os alunos no qual o teste de diferença de médias foi significativo ao nível de 5% estão acompanhados de um asterisco (*) em sua denominação. A última coluna do gráfico refere-se a média geral das notas.

A fim de complementar as informações disponíveis na Figura 29, é apresentado na Tabela 3 o resultado da aplicação do teste t por aluno e da média geral dos alunos.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

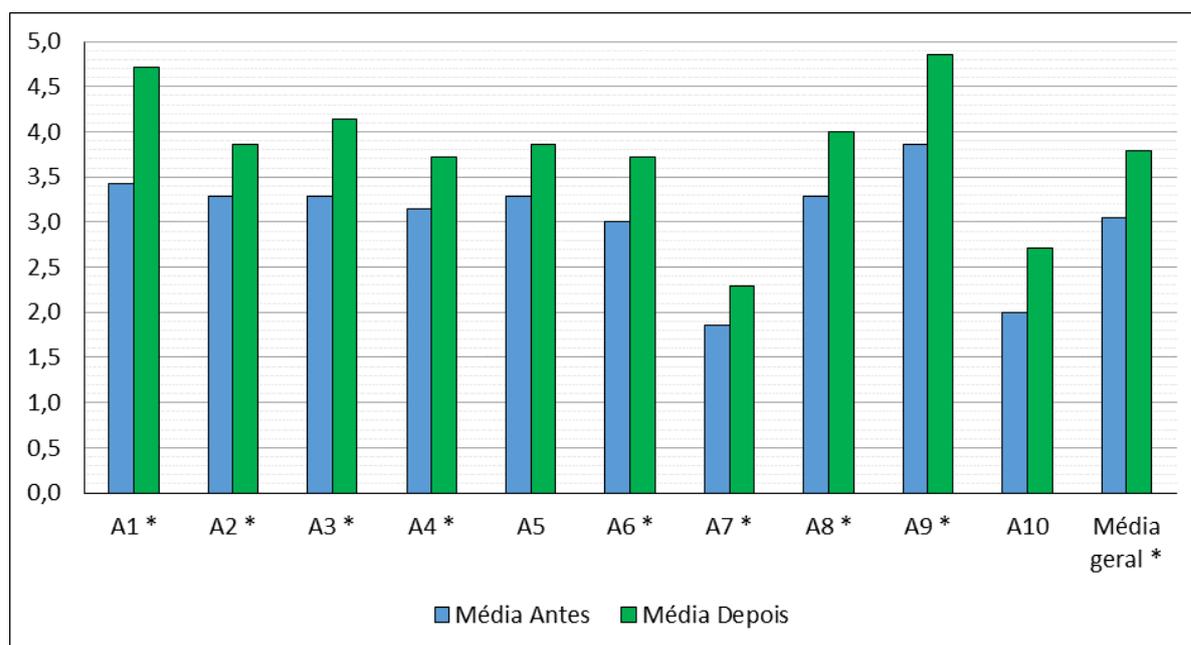


Figura 29 - Média, por aluno, das habilidades antes e após o uso do aplicativo.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

Aluno	Momento	Média	Estatística t
A1	Antes	3,43	-6,971
	Depois	4,71	
A2	Antes	3,29	-2,828
	Depois	3,86	
A3	Antes	3,29	-3,286
	Depois	4,14	
A4	Antes	3,14	-2,828
	Depois	3,71	
A5	Antes	3,29	-1,922
	Depois	3,86	
A6	Antes	3,00	-2,500
	Depois	3,71	
A7	Antes	1,86	-2,121
	Depois	2,29	
A8	Antes	3,29	-1,987
	Depois	4,00	
A9	Antes	3,86	-4,583
	Depois	4,86	
A10	Antes	2,00	-1,508
	Depois	2,71	
Média Geral	Antes	3,04	-9,390
	Depois	3,79	

Tabela 3 - Resultado do teste t para por aluno.

Analisando os resultados da Figura 29 e da Tabela 3, é possível verificar que a pontuação média de cada aluno e a pontuação média geral de todos os alunos após a utilização do aplicativo foi maior do que a pontuação média antes de sua utilização.

Após a aplicação do teste t para cada aluno, o valor da estatística t para oito dos dez indivíduos que compõem a amostra encontraram-se na região de rejeição para o nível de significância de 5%, para g.l = 6 e $t_0 = -1,943$. Há de se destacar que os alunos A5 e A10 não possuem uma diferença estatisticamente significativa ao nível de 5%, porém, é possível observar que houve um aumento em suas médias e a diferença é estatisticamente significativa ao nível de significância de 10% ($\alpha = 0,10$), onde $t_0 = -1,440$.

Já para os alunos A1, A3 e A9 a uma diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% ($\alpha = 0,01$), para g.l = 6 e $t_0 = -3,143$. Por fim, a pontuação média geral também difere significativamente ao nível de 1% ($\alpha = 0,01$), onde g.l = 9 e $t_0 = -2,821$.

Assim, após a aplicação do teste t, pode-se confirmar que há evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula H_0 referente a afirmação 2 apresentada na seção 5.1.4. Em outras palavras, ao se aplicar o teste t, foi constatado estatisticamente que há evidências suficientes para apoiar a afirmação “a pontuação média dos alunos antes da utilização do aplicativo é menor que a alcançada após a utilização do mesmo”, no nível de significância de 5%.

Com base nas análises quantitativas, pode-se inferir que a utilização do aplicativo AR+G Atividades Educacionais como ferramenta de auxílio no processo de aprendizagem de alunos com deficiência intelectual apresenta indícios de contribuição para a melhoria de habilidades que, pelos métodos tradicionais de ensino (por exemplo, lousa e papel), utilizados até o momento pelos alunos, ainda não haviam sido melhoradas.

6.3 Resultado da Análise Qualitativa

Conforme mencionado na seção 5.2.2, o aplicativo foi avaliado por duas professoras (P1 e P2) formadas em pedagogia e que trabalham diretamente com

alunos com deficiência intelectual na APAE de Guaxupé – MG. A professora P1 trabalha há 15 anos com esse perfil de alunos, já a professora P2 está na área há 12 anos. A idade média dessas avaliadoras é de 42 anos (P1 = 45 anos e P2 = 39 anos). O aplicativo foi avaliado por essas profissionais em uma seção de uma hora cada. É importante ressaltar que a professora P1 foi quem conduziu as atividades realizadas pelos alunos ao longo de dois meses de trabalho com o aplicativo.

Durante a avaliação do aplicativo pelas professoras, o pesquisador, através da técnica observacional, pode verificar a motivação e o comprometimento dessas profissionais para a realização das atividades.

6.3.1 Usabilidade Técnica e Pedagógica

A Tabela 4 apresenta a pontuação média das notas, referente a avaliação da usabilidade técnica, atribuídas pelas professoras após a avaliação do aplicativo. Com base nos resultados obtidos na Tabela 4, é possível verificar uma pontuação alta para todas as dimensões.

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

DIMENSÃO	P1	P2
Interação com o sistema	3,75	4,00
Interface da aplicação	3,83	4,50
Representação	4,80	4,60
Funcionalidade Geral	4,00	5,00

Tabela 4 - Pontuação média da usabilidade técnica.

Em relação à dimensão interação com o sistema, as avaliadoras apontaram que nas primeiras interações poderiam haver dificuldades por parte dos alunos e professores para manusear os marcadores e aprender a usar o aplicativo corretamente, sendo necessário treinamento, pois o novo de modo geral pode não ser compreendido imediatamente. Entretanto, destacaram como fator positivo o uso de marcadores e da possibilidade da utilização da tela *touchscreen* do *notebook* para realização das atividades.

As avaliadoras argumentaram que o uso desses recursos proporcionariam uma interação mais natural com o sistema, pois muitas vezes esses alunos também apresentam problemas de coordenação motora e, conseqüentemente, não conseguem manusear o *mouse* e o teclado, dificultando, assim, a realização das atividades através do computador, levando-os à desmotivação.

Esses argumentos podem ser comprovados durante a realização das atividades dos alunos com o aplicativo. Para citar um exemplo, o aluno A7 possuía muitas dificuldades ao usar o computador (principalmente em manusear o *mouse*) e seu nível de participação e interesse durante as aulas de informática eram muito baixas. Entretanto, ao utilizar pela primeira vez o aplicativo, o aluno ficou encantado por ver seus movimentos serem rastreados pela *webcam*. Em seguida, a professora (P1) explicou seu funcionamento e mostrou como os marcadores deveriam ser posicionados em frente a câmera. A princípio, o aluno apresentou dificuldades em manusear corretamente esses marcadores, porém, a partir da segunda aula, essa dificuldade já havia sido superada.

Já para a atividade de associação, o aluno A7 no primeiro momento, voltou a se desmotivar por se deparar com a necessidade de usar o *mouse* para selecionar a palavra correta. Porém, no momento em que a professora mostrou que a atividade poderia ser realizada pressionando a tela do *notebook*, o aluno olhou para a professora, abriu um sorriso e rapidamente passou a tentar a realizar a atividade. Por fim, o aluno ao ver sua superação traçou como meta realizar essa tarefa por meio do uso do *mouse*.

No último dia de aula, a professora P1 expressou sua alegria em ver a evolução desse aluno em relação à participação e ao interesse para realização das atividades, além de um maior domínio na manipulação do uso do *mouse*.

Para o quesito tempo de resposta da aplicação, ambas as avaliadoras argumentaram que as informações, objetos virtuais 3D e demais conteúdos sonoros e visuais eram obtidos em tempo adequado.

Na dimensão interface da aplicação, ambas as professoras mostraram-se satisfeitas quanto a atratividade do aplicativo e mencionaram que os *feedbacks* de acerto e erro estavam adequados e intuitivos ao público alvo.

Para o quesito visibilidade do *status* da aplicação, as professoras relataram que, de modo geral, está satisfatório, entretanto, a avaliadora P2 sugeriu que se

colocasse alguma indicação para a atividade de associação, assim como realizado para as tarefas de agrupamento – Grupo Animais e Grupo Frutas.

Com base na análise observacional, o pesquisador pode verificar que os alunos conseguiam distinguir cada atividade devido a apresentação inicial referente aos objetivos das mesmas, porém, verificou que os alunos necessitavam do auxílio da professora (P1) para usar os grupos corretos de marcadores para suas respectivas atividades. Além disso, foi possível observar que após passarem um curto período de tempo (uma semana) sem utilizar o aplicativo, eles conseguiam realizar as atividades sem a necessidade de aprender como interagir com o sistema novamente.

Por fim, as avaliadoras mencionaram que as mensagens (textuais ou sonoras) apresentadas na aplicação, representam uma linguagem fácil de serem entendidas. Entretanto, ambas sugeriram para o pesquisador alterar não somente as mensagens textuais apresentadas em cada objetivo, como também as letras contidas nos marcadores (para a atividade de agrupamento) para letras maiúsculas, pois os alunos que não eram alfabetizados encontrariam dificuldades para ler, uma vez que esses, primeiramente, aprendem a identificar letras maiúsculas.

Porém, com base na análise observacional isso não comprometeu o desenvolvimento das atividades por parte dos alunos, devido ao auxílio da professora e pelas explicações textuais, também, serem reproduzidas por áudio.

Para a dimensão representação, as avaliadoras argumentaram estar satisfeitas com a aparência e disposição dos elementos, a qualidade visual e a representação fiel dos objetos virtuais 3D, ao seu posicionamento adequado sobre o marcador e com a combinação dos diferentes tipos de mídia utilizados na aplicação que produziu um ambiente que atendeu os objetivos propostos. Entretanto, durante a utilização do aplicativo, os marcadores confundiam alguns objetos virtuais 3D. O fato ocorrido pode ser explicado pela heterogeneidade da iluminação do ambiente e pelos padrões semelhantes internos dos marcadores.

Para complementar, a professora P1 mencionou que por meio da demonstração concreta dos elementos estudados, através do uso da tecnologia de RA, possibilita a interação direta do aluno com os objetos de conhecimento, fazendo com que ele participe de forma ativa do processo de aprendizagem e amplie seu pensamento abstrato. Isso colabora com o que foi apresentado na seção 4.4.

A Tabela 5 apresenta a pontuação média das notas referente a avaliação da usabilidade pedagógica, atribuídas pelas professoras após a avaliação do aplicativo. Com base nos resultados obtidos na Tabela 5 é possível verificar uma pontuação alta para todas as dimensões.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

DIMENSÃO	P1	P2
Controle do Aluno	4,00	5,00
Atividade do Aluno	4,00	5,00
Aprendizagem Colaborativa/Coletiva	4,00	5,00
Orientação de Objetivos	4,00	5,00
Aplicabilidade	4,00	5,00
Valor Agregado	4,50	4,50
Motivação	5,00	5,00
Avaliação do Conhecimento Prévio	5,00	5,00
Flexibilidade	4,00	4,00
Feedback	5,00	5,00

Tabela 5 - Pontuação média da usabilidade pedagógica.

Para a dimensão de controle do aluno, as avaliadoras apontaram que, de modo geral, as atividades estão bem divididas. Além disso, os objetivos a serem alcançados pelos alunos para cada atividade estão claros e sucintos. Para complementar, a avaliadora P2 citou que um plano de trabalho poderia ser construído para trabalhar diversas habilidades com os alunos, conforme suas necessidades, em cada atividade sem que haja uma sobrecarga de informação, possibilitando, assim, um melhor aprendizado.

Na dimensão atividade do aluno, a avaliadora P2 argumentou que as tarefas principais (agrupar animais, frutas e associar palavras com seus respectivos objetivos) devem ser aprendidas em uma forma pré-definida. Entretanto, ambas as avaliadoras mencionaram que o professor pode conduzir as atividades de diversas formas, trabalhando de acordo com a necessidade de cada aluno.

De modo geral, foi possível observar diversos procedimentos utilizados pela professora P1 ao longo do trabalho com os alunos com o aplicativo. Para citar alguns exemplos, na atividade de agrupamento a professora, a princípio, entregou aos alunos (que possuíam um maior nível de dificuldade) seus respectivos

marcadores (animal ou frutas) e, junto a eles, trabalhou algumas habilidades pré-definidas inicialmente, por exemplo, cor. Ao longo do tempo, a professora passou a misturar os marcadores, deixando a cargo do aluno selecionar qual marcador pertencia a sua classe correspondente e, gradativamente, aumentava a quantidade de habilidades trabalhadas a longo dessa atividade.

Para a atividade de associação, em geral, a professora P1, a princípio, trabalhou com a comparação da primeira letra da palavra. Por exemplo, o objeto 3D caneta era exibido na tela do *notebook*, a professora perguntava para o aluno qual era a primeira letra da palavra e com base na comparação com as alternativas apresentadas no *menu* de opção, o aluno selecionava a palavra que ele achava correta. No decorrer das aulas, outros procedimentos passaram a ser usados, como rimas, sílabas e fonemas. Isso colabora com o que foi discutido na seção 4.4.

Na dimensão aprendizagem cooperativa/colaborativa as professoras argumentaram que, por intermédio do aplicativo, o professor poderia conduzir as atividades de forma coletiva, conduzindo o aluno a sair da zona passiva de aprendizado, levando-o ao comportamento ativo, despertando sua curiosidade, admiração, inteligência para resolver situações problemas e a se socializar com os demais colegas de sala.

A professora P1 separou as duas últimas aulas para trabalhar as atividades do aplicativo com os alunos em duplas. Durante essas aulas, foi possível observar um alto nível de colaboração entre as duplas formadas pela professora. Para citar um exemplo, o aluno A10 tinha muita dificuldade na atividade de associação para posicionar adequadamente o marcador em frente à *webcam* e selecionar a palavra correta. Assim, a estratégia adotada pela dupla foi que seu companheiro posicionava o marcador corretamente, enquanto que o aluno A10 selecionava a palavra correta.

Além disso, foi possível observar um maior diálogo entre os alunos, um comportamento mais ativo durante a realização das atividades e um maior número de perguntas para a professora como, por exemplo: “Professora, qual o sabor da fruta *kiwi*?”. Outro fator interessante a ressaltar é a motivação que o parceiro proporcionava quando seu colega de dupla sentia dificuldades na realização das atividades. Frases do tipo: “Vamos, você consegue!”, “Não desista!” e “Vamos lá, você é capaz!” era muito comum ouvir entre eles. Para completar, frases de admiração e gratidão também eram muito comuns de se ouvir como, por exemplo, “Você é fera eim!” e “Muito obrigado!”. Além disso, houve momentos em que até

abraços eram dados como demonstração de alegria por terem alcançado os objetivos propostos.

Com base no exposto, é possível verificar que a atividade trabalhada com o aplicativo de forma coletiva colabora para as recompensas intrínsecas do aluno, tirando-o da zona passiva de aprendizado e levando-o ao comportamento ativo, admiração, autoestima e fazendo-o com que pertença e contribua com algo que tenha um significado duradouro, conforme apresentado na seção 4.3.

Na dimensão orientação a objetivos, as professoras mostraram-se satisfeitas, apontando que antes da inicialização de cada atividade é realizada uma apresentação mostrando seu objetivo de forma clara e objetiva para o perfil de alunos que irá trabalhar com a aplicação.

Em seguida, complementaram que após alcançar a meta desejada, há uma animação com o intuito de recompensar o aluno por meio de troféu e/ou medalha e expor a habilidade principal que supostamente deveria ser adquirida. A professora P2 acrescentou que a entrega de recompensas contribui de forma direta na motivação e autoestima desses alunos, deixando-os mais felizes, interessados e participativos na realização das atividades.

Isso pode ser comprovado através das notas atribuídas pela professora (P1) antes e após o uso do aplicativo por cada aluno com o intuito de observar a participação e o interesse durante a realização das atividades, conforme mostrado na Tabela 6. Com base na Tabela 6, é possível verificar um aumento nas notas de todos os alunos em relação à participação e ao interesse na realização das atividades, após o uso do aplicativo.

Para complementar, na dimensão motivação as avaliadoras mencionaram que foi uma experiência agradável em utilizar a aplicação e, se fosse possível, utilizariam novamente.

No último dia de aula, o pesquisador perguntou a todos os alunos se eles haviam gostado de usar o aplicativo e, como resposta, todos responderam que sim. Em seguida, alguns perguntaram se o mesmo seria disponibilizado nas máquinas do laboratório de informática para que eles pudessem continuar usando.

Para a dimensão aplicabilidade, ambas as professoras mencionaram que as habilidades trabalhadas no aplicativo estão relacionadas ao cotidiano do aluno. Além disso, relataram que para essas habilidades, este material é atrativo e, devido à conotação lúdica, as atividades são realizadas de forma mais prazerosa se

comparado aos recursos metodológicos empregados em sala de aula, onde normalmente se faz uso do lápis e papel.

Fonte: Desenvolvido pelo Autor.

Aluno	Momento	Participação	Interesse
A1	Antes	3	3
	Depois	5	5
A2	Antes	3	3
	Depois	4	5
A3	Antes	3	3
	Depois	5	5
A4	Antes	3	3
	Depois	4	4
A5	Antes	3	3
	Depois	5	4
A6	Antes	4	4
	Depois	5	5
A7	Antes	2	2
	Depois	5	5
A8	Antes	3	3
	Depois	5	5
A9	Antes	4	4
	Depois	5	5
A10	Antes	2	2
	Depois	3	4

Tabela 6 - Nota de participação e interesse dos alunos.

Por fim, na dimensão *feedback*, a professora P1 destacou a importância do erro não prejudicar o aluno. Em seguida, mencionou que a forma como as atividades foram desenvolvidas possibilita o aluno trabalhar com experimentações e adotar os erros como um fator natural do processo de aprendizagem.

Com base na análise observacional, o pesquisador verificou que durante a realização das atividades com o aplicativo, todos os alunos na maior parte das vezes, realizavam as tarefas através da tentativa e erro. Além disso, foi possível verificar que as animações para os *feedbacks* de acerto e erro referentes as atividades de agrupamento chamavam a atenção dos alunos, levando alguns a sorrirem.

Desse modo, baseado nos comentários da avaliadora P2, é possível verificar que seus argumentos colaboram com o que foi citado por Fardo (2013) e discutido na seção 3.2.3. E complementando com a observação do pesquisador, os fatos vão de encontro ao relatado por McGonigal (2012), apresentado na seção 4.3, o “fracasso divertido” não desaponta os alunos, mas sim, deixa-os felizes de uma forma bastante particular.

Assim, baseado nas opiniões das avaliadoras e nas observações do pesquisador, é possível inferir que o aplicativo é uma ferramenta de fácil aprendizagem para o perfil de aluno em discussão, além de proporcionar satisfação por parte dos potenciais usuários durante sua utilização. É um material que proporciona facilidade de aprendizagem individual e a construção coletiva de conhecimento. Além disso, apresenta indícios de aumento da participação e interesse desses alunos na realização das atividades e um comportamento mais ativo dos mesmos.

Capítulo 7

CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este capítulo tem como objetivo realizar as conclusões e apresentar as propostas de trabalhos futuros para esta dissertação.

O presente trabalho mostrou que a tecnologia de RA e a *Gamification* apresentam indícios de contribuição para facilitar a aprendizagem. Entretanto, ainda são pouco explorados pelos educadores e instituições, principalmente, no processo de ensino-aprendizagem de alunos com deficiência intelectual. Além disso, não foram encontradas na literatura pesquisas sobre a aplicação da RA com *Gamification* a esse perfil de alunos.

Com o intuito de preencher essa lacuna encontrada na literatura, o aplicativo foi avaliado por duas professoras da APAE de Guaxupé – MG e utilizado na mesma instituição por alunos com deficiência intelectual.

Com base nas análises apresentadas no Capítulo 6 pode-se inferir que o AR+G Atividades Educacionais contribuiu para o desenvolvimento de habilidades de alunos com deficiência intelectual que ainda não haviam sido melhoradas pelos métodos tradicionais de ensino (por exemplo, lousa e papel) utilizados até o momento pelos alunos. Além disso, as duas hipóteses elaboradas nessa dissertação puderam ser confirmadas.

É possível inferir que o aplicativo alcançou os objetivos propostos e está adequado para ser trabalhado com o perfil de usuário em questão. É uma ferramenta de fácil aprendizagem e proporciona satisfação por parte dos potenciais usuários durante sua utilização. Quanto a material de aprendizagem, proporciona

facilidade de construção de conhecimento individual ou coletiva, apresenta indícios de maior motivação dos alunos durante a realização de suas atividades, além de um comportamento mais ativo dos alunados.

Com base no desafio proposto pela SBC, o de promover acesso participativo e universal do cidadão brasileiro ao conhecimento, a utilização das tecnologias de RA e a *Gamification* mostraram indícios no alcance dessa meta, pois as barreiras que esses alunos encontram devido a deficiência intelectual para a construção do conhecimento pode ter seu efeito minimizado quando tais tecnologias são utilizadas.

Se após um período de dois meses de uso do aplicativo na escola de educação especial os resultados foram positivos, acredita-se que com um período maior de utilização do aplicativo, os resultados poderão ser ainda mais satisfatórios. Assim, como trabalhos futuros propõe-se:

- Realização de trabalhos adicionais com um período maior de tempo de uso do aplicativo, por exemplo, um semestre, ou um ano.
- Explorar outras habilidades durante a utilização do aplicativo, por exemplo, direção, sentido, tamanho dos objetos, entre outros.
- Inserir novas atividades e elementos de jogos.
- Aplicar testes neuropsicológicos antes e após o uso do aplicativo com o intuito de avaliar a evolução de funções psicológicas superiores como, por exemplo, memória, atenção, raciocínio lógico, entre outros.
- Realizar novas oficinas para ampliar a população de validação.
- Explorar os conceitos abordados nesta dissertação fazendo uso do motor de jogos UGE¹⁸, prototipado em 2014 na Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, destinado ao desenvolvimento de jogos acessíveis a pessoas com diversos tipos de habilidades. Diferentemente dos tradicionais motores de jogos, o UGE permite adaptar em tempo de

¹⁸ UGE. Disponível em: <<https://github.com/francogarcia/uge>>. Acesso em: 17 jun. 2015.

execução as regras do jogo, podendo, assim, configurá-las de acordo com a necessidade de cada jogador.

Espera-se que os resultados desse trabalho possam contribuir, de alguma forma, com as discussões atuais e futuras em torno dessas áreas, além de servir como um fator de motivação para que novos projetos sejam desenvolvidos.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. C. B. Avaliação de Usabilidade em Softwares Educativos. 2010. Dissertação (Mestrado Integral Profissional em Computação Aplicada). Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2010.

ALAMRI, A. et al. Evaluating the Post-Stroke Patients Progress Using an Augmented Reality Rehabilitation System. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON MEDICAL MEASUREMENTS AND APPLICATIONS, Cetrato, p. 89-94, mai. 2009.

ALAMRI, A.; CHA, J.; SADDIK, A. E. AR-REHAB: An Augmented Reality Aplicativo for Poststroke-Patient Rehabilitation. **IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement**, v. 59, n. 10, p. 2554 - 2563, 2010.

AZUMA, R. T. A Survey of Augmented Reality. **Teleoperators and Virtual Enviroment**, p. 355-385, ago. 1997.

BALISTA, V. G. PhysioJoy - Sistema de Realidade Virtual para Avaliação e Reabilitação de Déficit Motor. In: WORKSHOP ON VIRTUAL, AUGMENTED REALITY AND GAMES. São Paulo. 2013. p. 16-20.

BARTLE, R. Hearts, Clubs, Diamonds, Spades: Players who suit muds. **Journal of MUD Research**, 1996. Disponível em: <<http://mud.co.uk/richard/hclds.htm>>. Acesso em 08 jul. 2014.

BILLAUDEAU, V.; RICHARD, P.; GAUDIN, G. Augmented Reality for Rehabilitation of Cognitive Disabled Children: A Preliminary Study. In: VIRTUAL REHABILITATION, Venice, 2007, p. 102-108.

BOHIL, C. J.; ALICEA, B.; BIOCCA, F. A. Virtual reality in neuroscience research and therapy. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 12, p. 752-762, dez. 2011.

BORGES, S. S. et al. A Systematic Mapping on Gamification Applied to Education. In: PROCEEDINGS OF THE 29TH ANNUAL ACM SYMPOSIUM ON APPLIED COMPUTING. 2014, p. 216 – 222.

BUNCHBALL. An Introduction to the use of games dynamics to influence behavior, 2010. Disponível em:
<<http://www.bunchball.com/sites/default/files/downloads/gamification101.pdf>>.
Acesso em 07 jul. 2014.

BURDEA, G.; COIFFET, P. **Virtual Reality Technology**. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2003.

BURKE, J. W. et al. Augmented Reality Games for Upper-Limb Stroke Rehabilitation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GAMES AND VIRTUAL WORLDS FOR SERIOUS APPLICATIONS, Braga, 2010, p. 75 - 78.

CAMEIRÃO, M. S. et al. Neurorehabilitation using the virtual reality based Rehabilitation Gaming System: methodology, design, psychometrics, usability and validation. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v. 7, p. 1-14, 2010.

CARVALHO, E. N. S.; MACIEL, D. M. M. A. Nova concepção de deficiência mental segundo a *American Association on Mental Retardation* – AAMR: Sistema 2002. **Temas de Psicologia da SBP**, v. 11, n. 2, p. 147-156, 2003.

CHO, S. et al. Development of virtual reality proprioceptive rehabilitation system for stroke patients. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v. 1, n. 13, p. 258-265, 2014.

CLEMENTI, J. A. **Diretrizes Motivacionais para Comunidades de Prática Baseadas na Gamification**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

COLPANI, R.; HOMEM, M. R. P. Estudo preliminar sobre revisão sistemática da literatura de realidade aumentada e virtual aplicada a deficiência motora e cognitiva. In: 10ª CONFERÊNCIA IBÉRICA DE SISTEMAS E TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO. Águeda. 2015, p. 39-42.

COOK, A. M.; HUSSEY, S. M. **Assistive Technology: Principles and Practices**. St Louis, Missouri: Mosby, 1995.

CORRÊA, A. G. D. et al. GENVIRTUAL: Um jogo musical para reabilitação de indivíduos com necessidades especiais. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 16, 2008. Disponível em: < <http://br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/18> >. Acesso em 25 jun. 2014.

DETERDING, S. et al. From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification". In: 15th INTERNATIONAL ACADEMIC MINDTREC CONFERENCE: ENVISIONING FUTURE MEDIA ENVIRONMENTS. New York. 2011, p. 09-15.

ELEFThERIA C. A. et al. An Innovative Augmented Reality Educational Platform Using Gamification to Enhance Lifelong Learning and Cultural Education. In: FOURTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION, INTELLIGENCE, SYSTEMS AND APPLICATIONS. Piraeus. 2013, p. 01-05.

FADEL, L. M. et al. **Gamification na educação**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014.

FALCONI, E. R. M.; SILVA, N. A. S. Estratégias de trabalho para alunos com deficiência intelectual – Atendimento Educacional Especializado, 2002. Disponível em <<https://especialdeadamantina.files.wordpress.com/2014/05/estratic3a9gias-de-trabalho-para-alunos-com-di.pdf/>>. Acesso em 20 dez. 2014.

FARDO, M. L. **A Gamification como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem**. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2013.

FEINTUCH, U. et al. VirHab – A virtual reality system for treatment of chronic pain and disability. In: VIRTUAL REHABILITATION INTERNATIONAL CONFERENCE, Haifa, 2009, p. 83 - 86.

FREIRE, F. M. P. Educação Especial e recursos da informática: superando antigas dicotomias. Biblioteca Virtual, Textos, PROINFO/MEC, 2000. Disponível em <<http://www.proinfo.gov.br/upload/biblioteca.cgd/197.pdf>>. Acesso em 16 set. 2014.

FREITAS, G. C. M. Oficina de Alfabetização – Alfabetização: Afinal ... O que é que está acontecendo? 2005. Disponível em <http://www.educacao.rs.gov.br/dados/ens_fund_gabriela_mat.pdf>. Acesso em 20 dez. 2014.

GARCIA, S. M. S. A construção do conhecimento segundo Jean Piaget. **Ensino em Revista**, v. 6, n.1, p.17-28, 1998.

GEROIMENKO, V. Augmented Reality Technology and Art: The Analysis and Visualization of Evolving Conceptual Models. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION VISUALISATION, 2012, p. 445-453.

GOMES, A. L. L. et al. **Atendimento Educacional Especializado: Deficiência Mental**. SEESP/ SEED/ MEC. Brasília/DF, 2007.

HÄGGLUND, P. Taking gamification to the next level - A detailed overview of the past, the present and a possible future of gamification, 2012. Disponível em: <<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:546713/FULLTEXT01.pdf>>. Acesso em 06 jul. 2014.

HAIR JR., J. F. et al. **Fundamentos de métodos de pesquisa em Administração**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HONDORI, H. M. et al. A Spatial Augmented Reality Rehab System for Post-Stroke Hand Rehabilitation. **Medicine Meets Virtual Reality**, v. 20, p. 279-285, 2013.

ISO 9241-11:1998. Disponível em <<http://www.webstore.ansi.org/>>. Acesso em 03 abril 2015.

JERÔNIMO, R. A.; LIMA, S. M. P. F. Tecnologias computacionais e ambientes virtuais no processo terapêutico de reabilitação. **O mundo da Saúde de São Paulo**, v. 30, n. 1, p. 96-106, 2006. Disponível em <http://www.saocamilosp.br/pdf/mundo_saude/34/tecnologias_computacionais.pdf>. Acesso em 13 ago. 2014.

KINER, C.; KINER, T. G. Development of an Interactive Artifact for Cognitive Rehabilitation based on Augmented Reality. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON VIRTUAL REHABILITATION, Zurich. **Anais...** Zurich, 2011. p. 1-7.

LANGE, B. S. et al. The Potential of Virtual Reality and Gaming to Assist Successful Aging with Disability. **Phys Med Rehabil Clin N Am**, v. 21, p. 339–356, 2010. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20494281>>. Acesso em 19 jul. 2014.

LARSON R.; FARBER, B. **Estatística Aplicada**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

LEVIN, M. F. et al. Virtual Reality Versus Conventional Treatment of Reaching Ability in Chronic Stroke: Clinical Feasibility Study. **Neurology and Therapy**, v. 1, n. 3, p. 1-15, 2012.

LIMA, J. P. S. M. et al. ARPHYSIO – Usando Realidade Aumentada para Análise do Movimento Humano, 2006. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wra/2006/00>>. Acesso em 25 jun. 2014.

MALAQUIAS, F. F. O. **Realidade Virtual como Tecnologia Assistiva para alunos com deficiência intelectual**. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

MARANA, A. N.; BREGA, J. R. F. **Técnicas e Ferramentas de Processamento de Imagens Digitais e Aplicações em Realidade Virtual e Misturada**. Bauru: Canal 6, 2008.

MARCONI, M. A. ; LAKATOS, E. M.. **Fundamentos de Metodologia de Pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, V. F.; CORREA, A. G.; GUIMARÃES, M. P. Usability Test for Augmented Reality Applications. In: XXXIX LATIN AMERICAN COMPUTING CONFERENCE, 2013.

MARTINS, V. M.; KIRNER, T.; KIRNER, C. Estado da Arte de Avaliação de Usabilidade de Aplicações de Realidade Aumentada no Brasil. In: WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA, 2013, Goiás. **Anais...** Goiás: Departamento de Ciência da Computação - Universidade Federal de Goiás, 2013, p. 93 – 98.

MCGONIGAL, J. **A Realidade em Jogo**: por que os games nos tornam melhores e como eles podem mudar o mundo. Rio de Janeiro: BestSeller, 2012.

MEC/CNE. PARECER CNE/CEB 17/2001 – Despacho do Ministro em 15/08/2001, publicado no Diário Oficial da União de 17/08/2001, Seção 1, p.46.

MENDONÇA, O. S.; MENDONÇA, O. C. Psicogênese da Língua Escrita: contribuições, equívocos e consequências para a alfabetização. In: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Pró-Reitoria de Graduação. Caderno de formação: formação de professores: Bloco 02: Didática dos conteúdos. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011. v.2. p.36-57 (D16 – Conteúdo e Didática de Alfabetização). Disponível em <<http://www.acervodigital.unesp.br/handle/123456789/40138>>. Acesso em: 20 dez. 2014.

NASCIMENTO, D. B.; CARVALHO, G. F. J.; COSTA, R. M. E. M. ReabRA: Reabilitação Cognitiva através de uma aplicação de Realidade Aumentada. In: WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA, Bauru, 2008.

NAVARRO, G. Gamification: a transformação do conceito do termo jogo no contexto da pós-modernidade, 2013. Disponível em: <<http://www.usp.br/celacc/ojs/index.php/blacc/article/viewFile/578/453>>. Acesso em 06 jul. 2014.

NEVADO, R. A.; CARVALHO, M. J. S.; MENEZES, C. S. Educação a Distância mediada pela Internet: uma abordagem interdisciplinar na formação de professores em serviço. **RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação**, v.4, n. 2, p. 1 – 11, 2006.

NOKELAINEN, P. An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students. **Educational Technology & Society**, v.9, n. 2, p. 178 – 197, 2006.

NOVELLO, T. P. et al. Material Concreto: Uma estratégia pedagógica para trabalhar conceitos matemáticos. In. IX CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2009.

REGENBRECHT, H. et al. Augmented Reality Visual manipulations for motor rehabilitation. **Computers & Graphics**, v. 36, p. 819–834, 2012.

REIS, F. M. V.; KIRNER, T. G. Percepção de Estudantes quanto à Usabilidade de um Livro com Realidade Aumentada para a Aprendizagem de Geometria. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 10, n. 1, p. 01 – 11, 2012.

RIBEIRO, M. W.; ZORZAL, E. R. **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências**. Livro do Pré-Simpósio, XIII Symposium on Virtual and Augmented Reality. Porto Alegre: SBC, 2011.

SÁNCHEZ, P. A. A Educação Inclusiva: um meio de construir escolas para todos no século XXI. **INCLUSÃO – Revista da Educação Especial**, 2005.

SBC. Grandes Desafios da Pesquisa em Computação no Brasil – 2006 – 2016. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.sbc.org.br/>>. Acesso em 19 de fev. 2012.

SHEN, Y. et al. A novel approach in rehabilitation of hand-eye coordination and finger dexterity. In: VIRTUAL REALITY, v. 16, n. 2, jun. 2012, p. 161-171.

SCHIRMER, C. R. et al. **Atendimento Educacional Especializado: Deficiência Física**. São Paulo: MEC/SEESP, 2007.

SOMERVILLE I. **Engenharia de Software**. 8. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2007.

STANDEN, P. J.; BROWN, D. J. Virtual Reality and its role in removing the barriers that turn cognitive impairments into intellectual disability. **Virtual Reality**. Springer, 2006, p. 241 – 252.

TORI, R.; KINER, C.; SISCOOTTO, R. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Livro do Pré-Simpósio, VIII Simposium on Virtual and Augmented Reality. Porto Alegre: SBC, 2006.

TUROLLA, A. et al. Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: a prospective controlled trial. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v. 10, n. 85, p. 1-9, 2013.

VAN KREVELEN, D.; POELMAN, R. A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations. **The International Journal of Virtual Reality**, v. 9, n. 2, 2010, p. 1-20.

VASCONCELOS, M. M. Retardo Mental. **Jornal de Pediatria**, v. 80, p. 71-82, 2004.

VIANNA, Y. et al. **Gamification**, Inc: Como reinventar empresas a partir de jogos. 1. ed. Rio de Janeiro: MJV Press, 2013.

WAINER, J. **Métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a Ciência da Computação**. [S.l.: s.n], [2007]. Disponível em <<http://www.pucrs.br/famat/viali/mestrado/mqp/material/textos/Pesquisa.pdf>>. Acesso em 03 abril. 2015.

WESTWOOD, P. **Commonsense Methods for Children with Special Educational Needs**. Routledge, 6ed., 2011.

XAVIER, D. C. et al. Uso da Realidade Aumentada na Análise do Controle Motor. In: I SIMPÓSIO DE COMPUTAÇÃO APLICADA, 2009. Disponível em: <http://www2.joinville.udesc.br/~larva/portal/uploads/publicacoes/artigo_RApCM_SC A_v12.pdf>. Acesso em 25 jun. 2014.

ZHANG, D. et al. An Affordable Augmented Reality based Rehabilitation System for Hand Motions. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CYBERWORLDS, Singapura, 2010, p. 346 - 353.

ZIMMERLI, L. et al. Increasing Patient Engagement During Virtual Reality-Based Motor Rehabilitation. In: AMERICAN CONGRESS OF REHABILITATION MEDICINE - ARCHIVES OF PHYSICAL MEDICINE AND REHABILITATION, n. 94, 2013, p. 1734-1746.

Apêndice A

QUESTIONÁRIO DO ALUNO

1. Dados do Aluno

1.1. Idade:

1.2. Ano que está cursando:

1.3. Sexo: () Masculino () Feminino

1.4. Tipo de Deficiência Intelectual: () Grave () Moderada () Leve

2. Perfil do Aluno

2.1. O aluno apresenta qual tipo de comportamento?

Calmo	Agitado	Intermediário
-------	---------	---------------

2.2. O aluno consegue estabelecer um diálogo?

Sim	Não	Às vezes
-----	-----	----------

2.3. O aluno apresenta alguma dificuldade motora? Qual (is)?

Sim	Não	Às vezes
-----	-----	----------

2.4. O aluno tem independência nas atividades da vida diária?

Sim	Não	Às vezes
-----	-----	----------

2.5. O aluno consegue concentrar durante a realização da atividade?

Sim	Não	Às vezes
-----	-----	----------

2.6. O aluno interage com os colegas?

Sim	Não	Às vezes
-----	-----	----------

2.7. O aluno tem facilidade em usar o computador?

Sim	Não	Às vezes
-----	-----	----------

3. Aspectos relacionados aos conteúdos trabalhados nas atividades

1 – Discordo Fortemente

2 - Discordo

3 – Não concordo, nem discordo

4 - Concordo

5 – Concordo Fortemente

3.1. O aluno tem conhecimento da funcionalidade dos objetos?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3.2. O aluno consegue identificar semelhanças ou diferenças entre os objetos?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3.3. O aluno consegue resolver situações problema?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3.4. O aluno consegue classificar objetos?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3.5. O aluno consegue associar palavra ao respectivo objeto?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3.6. O aluno domina o conceito de cor?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3.7. O aluno tem noção de quantidade?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. Outras perguntas

1 – Ruim

2 – Fraco

3 – Regular

4 – Bom

5 – Excelente

4.1. Qual o nível de participação do aluno na realização da atividade?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4.2. Qual o nível de interesse do aluno na realização da atividade?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Apêndice B

QUESTIONÁRIO DO AVALIADOR

1. Dados do Avaliador

- 1.1. Idade:
- 1.2. Formação acadêmica:
- 1.3. Tempo de experiência com aluno com Deficiência Intelectual:
- 1.4. Em qual área está atuando?

2. Avaliação da Usabilidade do Software

1 - Ruim

2 - Fraco

3 - Regular

4 - Bom

5 - Excelente

Interação com o Sistema

2.1. Qual o nível de satisfação quanto a facilidade de manipulação dos marcadores?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.2. Qual o nível de satisfação quanto ao uso do *mouse*?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.3. Qual o nível de satisfação quanto ao ajuste dos marcadores em relação à câmera? *Por exemplo, posicionar-se adequadamente, para que a câmera reconheça o marcador e apresente o objeto virtual tridimensional.*

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.4. Qual o nível de satisfação quanto ao tempo de resposta da aplicação? *Por exemplo, as informações, objetos virtuais tridimensionais e conteúdos visuais e sonoros foram obtidos em tempo adequado?*

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Interface da Aplicação

2.5. Qual o nível de satisfação quanto a atratividade do software? *Por exemplo, a forma de apresentação das figuras, botões, objetos virtuais tridimensionais é adequado e motiva o uso do software?*

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.6. Qual o nível de satisfação quanto aos *feedbacks* enviados ao usuário? *Por exemplo, o feedback de acerto ou de erro das atividades são adequados?*

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.7. Qual o nível de satisfação quanto a facilidade de usar a aplicação? *Por exemplo, foi fácil entender como utilizar a aplicação (usar os marcadores, mouse, entre outros) e qual era o objetivo?*

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.8. Qual o nível de satisfação quanto a visibilidade do *status* da aplicação? *Por exemplo, você consegue identificar qual atividade está realizando naquele exato momento?*

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.9. Após certo período sem utilizar o *software* você conseguiria retornar ao aplicativo e realizar as atividades sem a necessidade de reaprender como interagir com o mesmo?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.10. Quando aparecem mensagens na aplicação, sejam textuais ou áudio, a linguagem é entendida facilmente?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Representação

2.11. Qual o nível de satisfação quanto a aparência e disposição dos elementos (texto, botões, cores, entre outros) apresentados na tela do computador?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.12. Qual o nível de satisfação quanto a qualidade visual e a representação fiel dos objetos virtuais tridimensionais?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.13. O objeto virtual tridimensional sempre estava posicionado adequadamente sobre o marcador?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.14. A aplicação nunca confundia um marcador com outro objeto virtual tridimensional da aplicação.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.15. A combinação dos diferentes tipos de mídia (áudio, texto, imagem, vídeo) produz um ambiente completo para atender aos objetivos propostos para a aplicação?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Funcionalidade Geral

2.16. Qual o nível de satisfação quanto a utilidade do *software* e ao atendimento dos objetivos pretendidos?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. Avaliação da Usabilidade Pedagógica

1 – Discordo Fortemente 2 – Discordo 3 – Não concordo, nem discordo 4 - Concordo 5 – Concordo Fortemente

Controle do Aluno

3.1. Este material de aprendizagem não me deixa prosseguir para a próxima tarefa antes de ter realizado corretamente a atividade corrente. *Por exemplo, não consigo realizar a atividade de associação antes de ter finalizado com sucesso a atividade de agrupamento.*

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3.2. Este material de aprendizagem apresenta conceitos em quantidades adequadas para mim. *Por exemplo, não há muitos conceitos trabalhados ou objetivos a serem*

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

alcançados em uma atividade de uma só vez, eu tenho tempo de aprendê-los antes de mover-me para a próxima atividade.

- 3.3.** Este material de aprendizagem apresenta informações em formato que o torna fácil de aprender. *Por exemplo, a forma como as atividades estão divididas facilita o aprendizado do aluno.*

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Atividade do Aluno

- 3.4.** Este material de aprendizagem tem sido dividido dentro de níveis, minha tarefa é aprendê-las em uma ordem pré-definida.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- 3.5.** Este material de aprendizagem proporciona questões de aprendizagem sem um modelo pré-definido para a sua resolução. *Por exemplo, o professor pode conduzir diversas formas para o aluno associar uma palavra ao seu respectivo objeto, ou trabalhar com a alfabetização.*

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Aprendizagem Cooperativa/Colaborativa

- 3.6.** Este material de aprendizagem possibilita realizar as atividades com meus colegas de forma cooperativa e colaborativa.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Orientação de Objetivos

- 3.7.** Este material de aprendizagem deixa evidente para os alunos, quais são suas metas e os objetivos de aprendizagem a serem alcançados.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Aplicabilidade

- 3.8.** Este material de aprendizagem permite trabalhar habilidades e ensinar diversos conceitos necessários para sua vida, possibilitando, assim, transferir o conhecimento para outros contextos.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Valor Agregado

- 3.9.** As imagens, sons e animações neste material de aprendizagem ajudam o aluno a aprender.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- 3.10.** É mais útil aprender tópicos com este material de aprendizagem do que com os métodos convencionais em uma sala de aula.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Motivação

- 3.11.** O material de aprendizagem apresenta conteúdos e funções interativas de modo a manter os alunos motivados, proporcionando-lhes criatividade e aprendizagem ativa.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- 3.12.** Foi uma experiência agradável utilizar a aplicação?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- 3.13.** Você utilizaria novamente a aplicação, se fosse possível?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3.14. Qual o nível de satisfação quanto ao caráter lúdico proporcionado pela aplicação?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Avaliação do Conhecimento Prévio

3.15. Eu posso usar meus conhecimentos prévios quando estudo este material.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Flexibilidade

3.16. Este material de aprendizagem apresenta muitas similaridades, tarefas consecutivas. *Por exemplo, na atividade de associação possui várias tarefas consecutivas de associar a palavra ao seu respectivo objeto.*

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Feedback

3.17. Este material de aprendizagem apresenta um *feedback* às ações, com mensagens que incentiva nos acertos, mas que não desestimula ao informar sobre erros.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---