

RAAM: Aplicativo de Realidade Aumentada para Apoiar o Ensino sobre as Mesorregiões do Estado do Amazonas

Genarde Macedo Trindade Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara - CESIT Universidade do Estado do Amazonas - UEA São Francisco, 69.101-416 Itacoatiara- AM, Brasil genardemacedo@gmail.com	Dayane Rosas de Souza Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia - ICET UFAM Tiradentes, 69.103-128 Itacoatiara- AM, Brasil dayanerosas@gmail.com	Jhonathan Araújo Oliveira Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara - CESIT Universidade do Estado do Amazonas - UEA São Francisco, 69.101-416 Itacoatiara- AM, Brasil jhonathan.araujo.icet@gmail.com
---	--	---

ABSTRACT

This work presents the development and validity of an Augmented Reality application to support the teaching of Geography in the related contents in the environmental and geographic characteristics of the mesoregions of the state of Amazonas. As Amazonian mesoregions have specific and diversified characteristics, in which, in general, they are exposed in the classroom with a methodology that is not the approximate measure or student of the object of study. In this sense, the RAAM application enables visual representation and interpretation through computer vision techniques, exposing virtual objects that characterize the main environmental and geographic aspects of each mesoregion, giving students a broader understanding of the Amazonian territory and promoting a new experience education.

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento e validação de um aplicativo de Realidade Aumentada para apoiar o ensino da Geografia, nos conteúdos relacionados às características ambientais e geográficas das mesorregiões do estado do Amazonas. As mesorregiões amazonenses possuem características específicas e diversificadas, nas quais, em geral, são expostas em sala de aula com uma metodologia mais teórica não aproximando o aluno do objeto de estudo. Nesse sentido, o aplicativo RAAM viabiliza a representação e interpretação visual por meio de técnicas de visão computacional, expondo objetos virtuais que caracterizaram os principais aspectos ambientais e geográficos de todas as mesorregiões, oportunizando aos alunos uma compreensão mais ampla do território amazonense e promovendo uma nova experiência educativa.

Descritor de Categorias e Assuntos

Aprendizado com tecnologia aprimorada, realidade aumentada, análises de aprendizagem.

Termos Gerais

Management, Measurement, Performance, Verification.

Palavra-chave

Realidade Aumentada, Aplicativo, Recursos Tecnológicos, Ensino, Amazonas.

1. INTRODUÇÃO

O suporte tecnológico ofertado pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) tem oportunizado aos educadores recursos que podem alterar as relações de ensino e aprendizagem, principalmente nos aspectos relacionados à exposição dos conteúdos em sala de aula. Diante dessa realidade, surgem novas possibilidades de mediação do conhecimento capaz de potencializar a interação e a motivação do aluno no processo educativo [11].

Dentro desta perspectiva destaca-se a Realidade Aumentada (RA), caracterizada como uma tecnologia de visão computacional que permite a inserção de objetos virtuais ao mundo real [6]. Essa tecnologia possibilita a exibição de objetos, com uma grande riqueza de detalhes, viabilizando ao aluno uma melhor ilustração e representação de conteúdos que, em alguns cenários, ficam restritos apenas na “imaginação” [2].

Em virtude dessas características, a RA pode atuar como um instrumento facilitador na compreensão de fenômenos complexos, bem como na comunicação de problemas e conceitos abstratos [1]. Sendo assim, observa-se que a RA contempla requisitos que podem apoiar o ensino da Geografia, uma vez que esta aborda, dentre outros assuntos, a compreensão e representação de conceitos abstratos relacionados à localização espacial e temporal [13].

Neste contexto, o presente trabalho tem como principal motivação apoiar o ensino da Geografia nos conteúdos relacionados às características ambientais e geográficas das mesorregiões amazonenses, por meio do desenvolvimento e validação do aplicativo RAAM. Assim, produzindo uma ferramenta pedagógica que possa ser utilizada dentro e fora da sala de aula, reforçando os conteúdos com uma tecnologia emergente que antes se encontrava fora do alcance dos alunos.

2. REALIDADE AUMENTADA NA EDUCAÇÃO

Como destacou o teórico Lev Vygotsky, é extremamente importante para o desenvolvimento humano o processo de apropriação, por parte de cada pessoa, das experiências presentes em sua cultura [16]. Destaca ainda, a importância da ação, da linguagem e dos processos interativos na construção das estruturas mentais de cada indivíduo [15].

O acesso aos recursos tecnológicos, dentre outros recursos oferecidos pela sociedade, como escola e tecnologias, influenciam de forma satisfatória nos processos de aprendizagem do aluno [4].

A RA como recurso tecnológico, pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, pois mostra ao aluno uma nova maneira de estudar. A principal razão de utilizar a RA no âmbito educacional é que essa tecnologia pode estimular e facilitar a aquisição do conhecimento por parte do aluno, além de ajudar o docente em suas práticas pedagógicas [2].

Alguns fatores sobre o uso RA em sala de aula: a) A RA é robusta suficiente no que se refere às experiências inovadoras de aprendizado; b) As experiências com RA devem complementar ao invés de substituir os materiais tradicionais; c) A RA beneficia a compreensão textual e espacial, especialmente para aqueles com pouca habilidade de leitura [1].

Um sistema para ser considerado de RA deve possuir as seguintes características: 1) Rastrear um ambiente real; 2) Visualizar elementos virtuais sobre o ambiente real; 3) Promover interação em tempo real com as informações virtuais [10].

Desta forma, a RA pode ser adaptada facilmente ao processo de aprendizagem, completando as informações mediadas pelo professor. Sendo assim, sua utilização é uma maneira de reforçar ao aluno pontos sobre os conteúdos que por algum motivo não foram compreendidos [15]. Além disso, uma das vantagens na utilização para fins educacionais é a motivação dos estudantes, uma vez que permite que os objetos sejam vistos com muitos detalhes, tornando o processo de ensino participativo e atrativo [9].

3. TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção, são descritos alguns trabalhos da literatura que utilizam a tecnologia de RA no ensino de Geografia e subsidiaram a fundamentação teórica desta pesquisa.

O trabalho [8] apresenta o desenvolvimento de um sistema, denominado *Sand-Box*, construído para apoiar o ensino dos conteúdos sobre relevo, especificamente coloração e linhas de contorno de uma determinada área da terra. Tal sistema simula uma caixa de areia interativa utilizando o sensor do *Kinect* para gerar interações através de RA. Com isso, os usuários podem perceber, em tempo real, as alterações no ambiente, ou seja, quando o usuário modifica a altura da areia, o sistema projeta as cores e as linhas de contorno em cada posição de acordo com as diferenças entre as elevações, considerando as convenções adotadas na área de Geografia.

No trabalho [13] foi desenvolvida uma aplicação, chamada AR *Jigsaw Puzzle*, com o intuito de auxiliar alunos do ensino fundamental II na identificação e localização dos estados brasileiros onde foram construídas as arenas para a realização da Copa do Mundo FIFA 2014. Essa aplicação consiste em um quebra cabeça baseado no mapa do Brasil que combina informações virtuais através da RA com as peças físicas do jogo. A partir da combinação correta das peças são mostrados os locais nos quais foram construídas as arenas.

Com base na literatura utilizada para fomentar o desenvolvimento da pesquisa, foi realizada uma análise comparativa das aplicações desenvolvidas nos trabalhos relacionados com a proposta no presente trabalho, por intermédio da técnica chamada *feature analysis*, essa técnica está relacionada à comparação das aplicações de maneira qualitativa, para que sejam notórias as diferenças entre as aplicações, possibilitando melhorias e

garantindo sua evolução. Para construir essa tabela são utilizados critérios específicos que evidenciam as principais características da aplicação [14].

Foram considerados os seguintes critérios de seleção: a) Se o software é para o ensino da Geografia; b) Se trabalha a questão da caracterização ambiental e geográfica de alguma localidade; c) Se o estado do Amazonas faz parte do conteúdo da aplicação; d) Se o software é interativo (por exemplo: se possui interação, áudio ou sons que auxiliam em seu manuseio); e) Se é *mobile*; f) Se possui objetos tridimensionais; g) Se possui alguma técnica de RA. A Tabela 1 apresenta o comparativo qualitativo entre a aplicação RAAM com as outras para o ensino da Geografia a partir da revisão da literatura. Onde “X” significa que as aplicações atendem a determinado critério. Dessa forma, é possível identificar que o aplicativo RAAM atendeu todos os critérios estabelecidos no estudo.

Tabela 1. Feature Analysis das aplicações educacionais dos trabalhos relacionados. Adaptada de [14].

Trabalhos Relacionados	Geografia	Características Amb. e Geo.	Amazonas	Interativo (áudios informativos)	Mobile	Objetos 3D	Realidade Aumentada
Pantuwong et al. (<i>Sand-Box</i>)	X						X
Silva et al. (<i>Jigsaw Puzzle</i>)	X		X				X
RAAM	X	X	X	X	X	X	X

Com base nos trabalhos relacionados, considera-se que as principais diferenças da aplicação RAAM para as aplicações descritas são: 1) Trata-se de uma aplicação para dispositivos móveis que operam na plataforma *Android*; 2) Dispõem de sons espaciais; 3) Possui um *Quiz* sobre os conteúdos abordados na aplicação.

4. METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesta pesquisa é adaptada parcialmente de Mafrá et al. [7], onde segue um modelo de estudo experimental de caráter qualitativo, sendo empregado o estudo de observação para a validação do aplicativo. A abordagem utilizada nesta pesquisa possui 05 (cinco) etapas sendo uma condicional, conforme é apresentado na Figura 1.

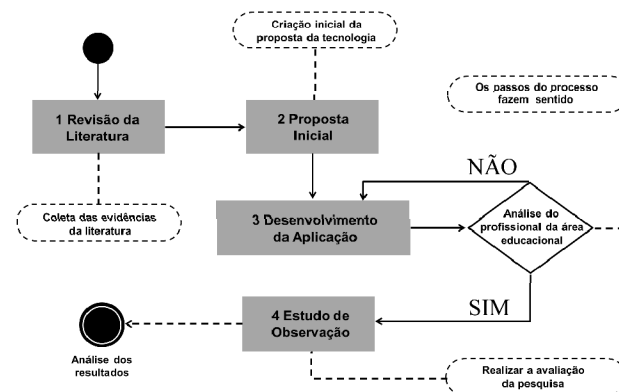


Figura 1. Visão geral da metodologia adotada na pesquisa, adaptada de Mafra et al. [7]

1ª Etapa - Revisão da Literatura: Foram buscadas fundamentações literárias acerca dos assuntos tratados na pesquisa para fomentar a elaboração de todas as seguintes etapas do projeto;

2ª Etapa - Proposta Inicial: Foi elaborada de acordo com as evidências literárias e também com os requisitos elicitados por meio de entrevista semiestruturada com os *stakeholders*, um Engenheiro Florestal da Universidade do Estado do Amazonas e com o Professor de Geografia da instituição de ensino na qual foi realizado o estudo de observação. Foram escolhidos esses participantes para coletar os requisitos iniciais do desenvolvimento do aplicativo pelo seguinte motivo: Era necessário colher informações técnicas sobre as mesorregiões amazenses (Engenheiro Florestal) e informações pedagógicas sobre o processo de ensino da Geografia (Professor de Geografia). Assim idealizando um protótipo evolucionário, que conforme a execução das etapas da metodologia será aperfeiçoada, até a disponibilização para os alunos. Como mostra a Figura 2.

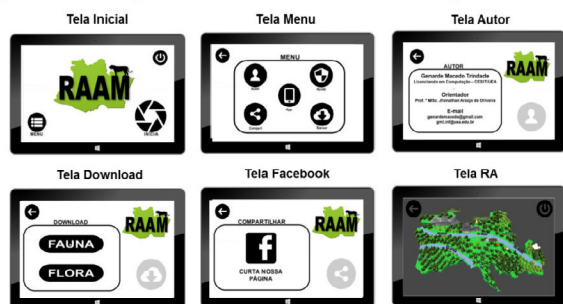


Figura 2. Protótipo evolucionário do aplicativo RAAM

3ª Etapa - Desenvolvimento da Aplicação: Foram executadas atividades para o desenvolvimento da aplicação, como a modelagem dos objetos (2D e 3D) e implementação das funcionalidades, considerando os requisitos formulados na etapa anterior. Para o desenvolvimento do aplicativo RAAM foram utilizadas as seguintes ferramentas: *Unity 3D*, *Vuforia*, *Blender*, *Android SDK* e *Android NDK*.

4ª Etapa - Análise do profissional da área educacional: Após desenvolvimento do aplicativo RAAM, foi realizada a validação do aplicativo com o professor de Geografia da instituição de ensino onde foi realizado o experimento. Essa validação tinha como principal objetivo evidenciar possíveis ajustes e adequações antes de disponibilizar o aplicativo para os alunos. Foi utilizado método de entrevista semiestruturada, igualmente como foi realizado na etapa de construção da proposta inicial. Em seguida foram discutidas as possíveis sugestões de melhorias para o aplicativo. Como, inserir nos cenários de RA mais informações sobre as localidades sobrepostas para os usuários, mudar parcialmente a interface do aplicativo adotando uma temática amazônica e adicionar um método de avaliação das informações transmitidas pela RA. Assim, chegou à decisão de desenvolver um *Quiz* (jogo de perguntas e respostas) e integra-lo para obter um *feedback* sobre o nível de assimilação dos conteúdos abordados pela RA.

5ª Etapa - Estudo de Observação: Nessa etapa, buscou-se avaliar o potencial do uso do aplicativo como ferramenta pedagógica no apoio ao ensino das características ambientais e geográficas das mesorregiões do estado do Amazonas. Para isso, foi realizado um experimento com alunos do 1º ano do ensino médio da Escola

Estadual Prof.^a Mirtes Rosa de Mendonça Lima, no município de Itacoatiara, no estado do Amazonas.

5. APLICATIVO RAAM

O aplicativo RAAM tem como principal objetivo apoiar o ensino da Geografia nos conteúdos relacionados às características ambientais e geográficas das mesorregiões do estado do Amazonas, possibilitando ao professor e ao aluno obter uma visão mais ampla de algumas peculiaridades dessas mesorregiões através de combinações de objetos tridimensionais, bidimensionais e sons espaciais. Tais sons fornecem aos usuários informações sobre os conteúdos sobrepostos, assim, trabalhando tanto a percepção visual e a auditiva.

A modelagem do aplicativo foi realizada com base na entrevista semiestruturada realizada com os *stakeholders*. Para o desenvolvimento do aplicativo RAAM foi feito um protótipo evolucionário, que consistiu em elaborar um modelo inicial e implementá-lo durante as fases de desenvolvimento até atingir a forma final, foram utilizadas as ferramentas *Unity 3D*, *Vuforia*, *Android SDK (Software Development Kit)* e *Android NDK (Native Development Kit)*. A linguagem *C#* e *JavaScript* foram utilizadas para implementação do aplicativo no *Unity*. Essas ferramentas tecnológicas foram escolhidas visando atender os requisitos do aplicativo proposto neste trabalho, tais como:

- 1) Tela Inicial, composta por um botão no centro que liga a câmera de RA, botões de *link* para redes sociais relacionadas ao tema da aplicação e a para o *Quiz*;
- 2) Tela Ajuda, além da instrução visual para uso a aplicação também dispõe de áudio para instrução de uso;
- 3) Tela Menu, possui informações sobre os desenvolvedores da aplicação e um *link* para o *google drive* onde está disponível para *download* um arquivo que contém todos os marcadores;
- 4) Tela *Quiz*, contém questões disponíveis no jogo. A Figura 3 mostra as principais telas da aplicação.



Figura 3. Principais telas do aplicativo RAAM

A Figura 4 mostra exemplos de objetos virtuais sobrepostos caracterizando a parte ambiental das mesorregiões, a partir do funcionamento da aplicação RAAM.



Figura 4. Alguns objetos virtuais sobrepostos

6. AVALIAÇÃO DO APLICATIVO RAAM

Esta seção apresenta os dois estudos realizados visando validar e avaliar o aplicativo: a validação do aplicativo foi realizada com um participante, sendo o professor de Geografia que atua diretamente com alunos com faixa etária de 14 e 15 anos, que posteriormente iriam participar da avaliação do aplicativo.

6.1 Validação do RAAM

A 3ª Etapa da metodologia consistiu no desenvolvimento e implementação do aplicativo. Logo em seguida foi apresentado ao profissional da área educacional para ser realizada a validação do aplicativo, ou se caso necessário, ser realizado ajustes e melhorias. Para essa avaliação foi utilizado método de entrevista semiestruturada. Onde teve o seguinte fluxo:

1º Planejamento: Foi planejado realizar estudo de pelo menos 30 (trinta) minutos com o participante, onde o mesmo iria utilizar o aplicativo por 15 (quinze) minutos, após iniciaria a discussão sobre possíveis adequações e ajustes se caso fosse necessário.

2º Execução: Foi disponibilizado um *tablet* e os marcadores para o participante poder interagir no aplicativo, que teve a duração de 10 (dez) minutos. Durante esse tempo o participante verificou atentamente todos os objetos virtuais gerados pela RA. E fez algumas anotações. Após a interação com o aplicativo iniciamos a discussão sobre o se o aplicativo RAAM estava adequado para transmitir as informações das mesorregiões amazonenses ao público alvo.

3º Análise: De acordo com os relatos do participante, o aplicativo poderia sim ser utilizado como ferramenta pedagógica. Em um dos relatos feito, dizia: “O aplicativo cativa a atenção, fazendo ser analisado cada detalhe do objeto virtual. E isso pode colaborar para a associação dos alunos...”. Mas seria necessário passar por adaptação antes de disponibilizar aos alunos, de acordo com o relato: “Mas deveria conter mais informações sobre cada mesorregião, tipo tamanho, principais rios... coisas do tipo”. Outro relato foi: “Seria bom colocar uma temática com mais características do Amazonas e talvez uma atividade para saber se realmente eles estão aprendendo”.

4º Resultados: Assim foi ajustada a quantidade e qualidade das informações sobre as mesorregiões amazonenses no cenário de RA, a interface do aplicativo foi trabalhada para ter um impacto regional ao usuário e implementado um *Quiz* (jogo de perguntas e respostas) no aplicativo para verificar se os alunos assimilariam as informações transmitidas pela RA.

6.2 Avaliação do RAAM

Após adaptar o aplicativo de acordo com a validação feita com o profissional da área educacional, passamos para a 5ª etapa da metodologia, o estudo de observação, que consiste em avaliar o potencial do uso do aplicativo como ferramenta pedagógica na disciplina de Geografia e os participantes convidados foram os alunos do 1º ano do ensino Médio da instituição que estava colaborando com a pesquisa. A avaliação teve o seguinte andamento:

1º Planejamento: Será utilizado para a avaliação o método TAM (*Technology Acceptance Model*). Esse método tem como principal objetivo medir o nível de aceitação da aplicação e facilidade de uso pelos usuários, por meio de questionários [5]. Suas etapas são constituídas das seguintes fases: 1) Entrega do Termo de Consentimento de Livre Esclarecido - TCLE; 2) Caracterização do Participante; 3) Questionário Pós-Teste (Aplicado após a interação do participante com o aplicativo). Tempo previsto para a

realização da avaliação com cada participante era de 15 (quinze) minutos.

2º Execução: A avaliação teve a seguinte ordem: (i) Com uma semana de antecedência foi entregue para a turma do 1º ano vespertino o TCLE, para que fosse levado aos pais ou responsáveis, tomando ciência da participação do aluno na avaliação do estudo e assinar concordando. (ii) No dia e hora marcados para a avaliação, o professor da turma escolheu aleatoriamente 13 alunos para participar da avaliação. Os alunos escolhidos foram convidados a ir um por vez para a biblioteca da instituição, onde seria realizada a avaliação; (iii) Ao chegar à biblioteca foi solicitado o TCLE devidamente assinado pelo responsável, em seguida foi entregue o Formulário de Caracterização do Participante, com o objetivo de medir o nível de conhecimento e experiência do mesmo com o uso de aplicativos educacionais; (iv) Após o preenchimento do Formulário de Caracterização, era disponível um *tablet* e um *smartphone* para o participante interagir com o aplicativo. Podendo ficar até 10 minutos na aplicação, contando com o tempo de resposta das perguntas do *Quiz*; (v) Após essa etapa era entregue o questionário Pós-teste para medir o nível de aceitação do aplicativo pelo participante. A Figura 5 mostra o momento de interação do aluno participante com o objeto sobreposto pela RA.

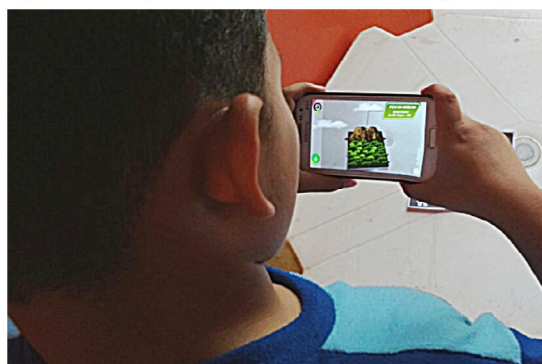


Figura 5. Interação do participante com o aplicativo RAAM

3º Análise: Com relação à experiência dos participantes sobre o uso de aplicativos educacionais, observou-se que a maioria (55,5%) possui, pelo menos, noções adquiridas através de leituras/palestras. Além disso, 11,5% já participaram de algum estudo envolvendo o uso de aplicativos educacionais. Quando perguntados sobre a utilização de algum aplicativo educacional, 67% responderam que já utilizaram e 22% nunca utilizaram aplicativos dessa natureza. As Tabelas 1 e 2 resumem o perfil dos participantes do estudo:

Tabela 1. Conhecimento sobre aplicativos educacionais.

Alternativas	Respostas
Não possui nenhum conhecimento prévio sobre uso de aplicativos educacionais. (Baixo)	33%
Tenho algumas noções sobre uso de aplicativos. Adquiridos através de leituras/palestras. (Médio)	55,5%
Participei de projeto(s) ou avaliação(ões) que resultaram em publicações ou relatórios sobre o uso de aplicativos educacionais. (Alto)	11,5%

Tabela 2. Experiência sobre aplicativos educacionais.

Alternativas	Respostas
Nunca usci aplicativos educacionais. (Baixo)	22%
Usei aplicativos educacionais. (Médio)	67%
Uso aplicativos educacionais. (Alto)	11%

4º Resultados: Cada um dos participantes utilizou individualmente o aplicativo, para que nenhum fator externo pudesse interferir no processo de interação. No final dessa interação, os alunos responderam o *Quiz*, composto por 10 perguntas sobre os conteúdos apresentados. Como resultados, verificou-se que 80% dos alunos acertaram todas as perguntas e os outros 20% oscilaram entre 8 e 7 acertos.

Considerando os fatores de percepção sobre facilidade e utilidade de uso. Os participantes responderam os questionários através de uma escala que referenciava o nível de concordância, composta pelas seguintes opções: concordo totalmente, concordo amplamente, concordo parcialmente, discordo parcialmente, discordo amplamente, discordo totalmente. A Tabela 3 demonstra que a aplicação obteve um nível de aceitação favorável no aspecto de facilidade de uso, uma vez que apenas um item (relacionado às cores, a fonte, os áudios e os botões) não alcançou 100% de concordância. Com relação à percepção dos usuários sobre a utilidade de uso do RAAM, A Tabela 4 demonstra que 100% dos participantes concordaram totalmente com todas as questões abordadas.

Tabela 3. Percepção sobre a facilidade de uso do RAAM.

Questões	Nível de Concordância
1ª) Foi fácil aprender a utilizar a aplicação RAAM	100% concorda totalmente
2ª) Consegui utilizar a aplicação da forma que eu queria	100% concorda totalmente
3ª) Eu entendia o que acontecia na minha interação	100% concorda totalmente
4ª) É fácil lembrar como utilizar a aplicação RAAM	100% concorda totalmente
5ª) A tela do RAAM está adequada	100% concorda totalmente
6ª) As cores, a fonte, os áudios e os botões da aplicação RAAM estão bem visíveis	37,5 % concorda totalmente e 62,5% concorda amplamente
7ª) Considero a aplicação RAAM fácil de usar	100% concorda totalmente
8ª) Foi rápido o tempo que levei para iniciar a aplicação até ver os objetos virtuais	100% concorda totalmente

Tabela 4. Percepção sobre a utilidade de uso do RAAM.

Questões	Nível de Concordância
1ª) O RAAM pode ser utilizada para ajudar o ensino nas aulas de Geografia	100% concorda totalmente
2ª) O RAAM facilitou o seu entendimento nos conteúdos apresentados	100% concorda totalmente

Questões	Nível de Concordância
3ª) O RAAM pode auxiliar nos estudos feitos fora da sala de aula	100% concorda totalmente
4ª) O RAAM está adequado para alunos que estão no ensino médio	100% concorda totalmente
5ª) O RAAM pode ser utilizado por alunos que NÃO estão no ensino médio	100% concorda totalmente

Alguns relatos dos participantes mostram sua aceitação referente à utilização do aplicativo no apoio do ensino da Geografia. Participante 3: “*Achei legal, parece que estava em cima da mesa*”. Participante 8: “*Como você fez isso? É muito legal. Pode tirar foto pra guardar?*”. Participante 9 “*Legal, seria bom se o livro fosse assim*”.

Alguns pontos foram relatados para possíveis melhorias, como: Participante 11 “*Para que serve essa tela?*”, essa dúvida partiu da interação com a Tela de Menu do aplicativo. Participante 1 “*Eu abri direto a câmera? Pensei que tinha feito algo de errado*”, essa afirmação veio a partir da interação com os botões na tela principal.

7. DISCUSSÕES

Os resultados apresentados sobre o nível de aceitação e o repasse de informação do *Quiz* sugerem que a aplicativo RAAM apresenta potencialidades didáticas que podem favorecer e apoiar o processo de ensino da disciplina de Geografia nos conteúdos relacionados às mesorregiões amazonense. Com relação ao nível de aceitação da aplicação, apenas os fatores relacionados à interface, como cores, fontes, não obtiveram aceitação total por parte dos participantes. Tais resultados apontam que os alunos consideram que a aplicação fornece facilidades de utilização e compreensão das ações realizadas durante a interação. Além disso, os alunos acreditam que o RAAM pode atuar com ferramenta pedagógica no ensino de geografia, auxiliando no entendimento dos conceitos abordados. Quanto aos resultados do *Quiz*, percebeu-se que a grande maioria dos alunos responderam corretamente todas as perguntas.

Esses resultados, embora preliminares, evidenciam que o RAAM apresenta características que podem ampliar as possibilidades de assimilação quanto aos conteúdos abordados, uma vez que a tecnologia de RA tende a atrair o interesse e a atenção do aluno. No entanto, ressalta-se que esses resultados não garantem efetividade quanto ao aprendizado, visto que seria necessário, um período mais longo de estudo utilizando o aplicativo como recurso didático no plano de ensino da disciplina para que, assim, fosse possível medir o impacto da sua utilização.

8. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou o desenvolvimento, validação e avaliação de um aplicativo com tecnologia de Realidade Aumentada para apoiar o ensino de Geografia em uma instituição pública de ensino no interior do estado do Amazonas. Essa aplicação teve como foco a demonstração de recursos visuais sobre alguns conteúdos relacionados às mesorregiões amazonenses. Durante o processo de desenvolvimento, foram realizadas consultas com especialistas, com intuito obter

informações e requisitos necessários que ajudaram na validação e na composição dos recursos e funcionalidades do aplicativo.

Para avaliar o potencial do aplicativo, realizou-se um estudo de observação com alunos do 1º ano do ensino Médio. Durante esse estudo, os alunos responderam questões sobre facilidade e utilidade de uso. Além disso, os alunos responderam, por meio de um *Quiz*, questões sobre os conteúdos abordados no aplicativo RAAM. Os resultados dessa avaliação apontam o RAAM tem potencial para auxiliar e promover a interação e a motivação dos alunos durante o processo de ensino.

Como propostas de trabalhos futuros pretende-se realizar uma avaliação de usabilidade relacionada às questões sobre as interfaces da aplicação e buscar uma amostra mais heterogeneia para que um maior número de participantes participe do estudo e de diferentes instituições de ensino. Além disso, vislumbra-se integrar no aplicativo o *Google Cardboard*, óculos de Realidade Virtual que possibilitará aos alunos uma imersão em ambientes virtuais relacionados ao contexto do aplicativo.

9. REFERÊNCIAS

- [1] Billingham, M., and Duenser, A. (2012). "Augmented reality in the classroom". *Computer*, 45(7), 56-63.
- [2] Cardoso, R. G., Pereira, S. T., Cruz, J. H., and Almeida, W. R. (2014). "Uso da realidade aumentada em auxílio à Educação". *Anais do Computer on the Beach*, 330-339.
- [3] Carmichael, G., Biddle, R., and Mould, D. (2012). "Understanding the power of augmented reality for learning. In *E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*" (pp. 1761-1771). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- [4] Damasceno, L., and Galvão F. T. A. (2002) "As novas tecnologias como tecnologia assistiva: utilizando os recursos de acessibilidade na educação especial". In: III Congresso Ibero-Americano de Informática na Educação Especial—CIIEE.
- [5] Hernandez, E., Zamboni, A., Di Thommazo, A., and Fabbri, S. (2010). "Avaliação da ferramenta StArt utilizando o modelo TAM e o paradigma GQM". In *Proceedings of 7th Experimental Software Engineering Latin American Workshop* (p. 30).
- [6] Kirner, C., Kirner, T. G. (2011). "Evolução e tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. *Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências*".
- [7] Mafra, S. N., Barcelos, R. F., and Travassos, G. H. (2006). "Aplicando uma metodologia baseada em evidência na definição de novas tecnologias de software". In *Proceedings of the 20th Brazilian Symposium on Software Engineering-SBES*.
- [8] Pantuwong, N., Chutchomchuen, N., and Wacharawisoot, P. (2016). "Interactive Topography Simulation Sandbox for Geography Learning Course". *IEEE International Conference on Information Technology and Electrical Engineering*.
- [9] Prezotto, E. D., Silva, T. L. D., and Vanzin, R. (2013). "Realidade aumentada aplicada a educação". *Encontro Anual de Tecnologia da Informação*, 322-326.
- [10] Roberto, R. A. (2012). "Desenvolvimento de sistema de realidade aumentada projetiva com aplicação em educação". UFRJ.
- [11] Rosa, M. J. F., Martinhago, A. Z., and Sá, C. C. A. (2015). "Software Educativo para Auxiliar no Processo Ensino/Aprendizagem de Matemática nas APAEs". *Nuevas Ideas en Informática Educativa-TISE*.
- [12] Santos, M. E. C., Chen, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Miyazaki, J., and Kato, H. (2014). "Augmented reality learning experiences: Survey of prototype design and evaluation". *IEEE Transactions on learning technologies*, 7(1), 38-56.
- [13] Silva, M., Vilar, E., Reis, G., Lima, J. P., and Teichrieb, V. (2014). "Ar jigsaw puzzle: Potencialidades de uso da realidade aumentada no ensino de geografia". In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*.
- [14] Travassos, G. H., Gurov, D., and Amaral, E. A. G. G. (2002). "Introdução à engenharia de software experimental". UFRJ.
- [15] Vygotsky, L. S. (1987). "A formação social da mente". São Paulo, v. 3.
- [16] Vygotsky, L. S. (1987). "Pensamento e linguagem". [S. l.].
- [17] Woodill, G. (2010). "The mobile learning edge: Tools and technologies for developing your teams". McGraw Hill Professional. Conference Publications Format. In *Proceedings of the Third International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies, ICDVRAT*.