

## DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE BASEADO EM REALIDADE AUMENTADA PARA PROCESSOS DE APRENDIZAGEM

### *SOFTWARE DEVELOPMENT BASED ON AUGMENTED REALITY FOR LEARNING PROCESS*

Rosane de F. A. Obregon<sup>1</sup>  
Kayla Rocha Braga<sup>2</sup>  
Nilson Sá Costa Filho<sup>3</sup>

#### **Resumo**

As tecnologias computacionais tem se tornado cada vez mais presente nos processos de ensino aprendizagem, possibilitando transformações das práticas tradicionais de ensino e estimulando a participação dos discentes. Insere-se nesse contexto, as ferramentas baseadas na Realidade Aumentada com eficaz potencial educativo. Entretanto, observa-se que a aplicação de tais ferramentas é ainda incipiente no apoio a processos de aprendizagem. Assim, o presente artigo propõe-se a investigar as possibilidades de criação de software baseado em Realidade Aumentada para a veiculação de conteúdos educacionais, analisando os seguintes aspectos: 1) planejamento, implementação e aplicação de técnicas de desenvolvimento de software de Realidade Aumentada; 2) criação de um conjunto de ferramentas baseadas em Realidade Aumentada para veiculação de conteúdo educacional; 3) formação de profissionais ligados à área de educação na utilização de objetos de ensino baseados no conceito de Realidade Aumentada.

**Palavras-chave:** recurso de ensino, tecnologia, conteúdo educacional.

#### **Abstract**

*Computer technologies have become increasingly present in the teaching learning process through the transformation of traditional teaching practices and also motivating students participation. It is part of this context the tools based on Augmented Reality with effective educational potential. However, it is observed that the application of such tools is still incipient in supporting learning processes. Thus, this article aims to investigate the possibilities of creating a software based on Augmented Reality for the transmitting of educational content which analyses the following aspects: 1) planning, implementation and application of techniques of development on Augmented Reality software; 2) creating a set of tools based on Augmented Reality in order to transmit educational content; 3) preparation of education professionals with the use of learning objects based on the concept of Augmented Reality.*

**Keywords:** teaching resource, technology, educational content.

---

<sup>1</sup> [antunesobregon@gmail.com](mailto:antunesobregon@gmail.com)

<sup>2</sup> [kayllabrasil@hotmail.com](mailto:kayllabrasil@hotmail.com)

<sup>3</sup> [nilson.mtm@hotmail.com](mailto:nilson.mtm@hotmail.com)

## 1. Introdução

Nos últimos anos, a sociedade vem sofrendo inúmeras transformações em diversos campos do conhecimento provocadas pela revolução nas tecnologias computacionais, que tem se tornado cada vez mais presente nos processos de ensino aprendizagem. Essas tecnologias possibilitam modificações nos métodos tradicionais de ensino, visando tornar mais fácil o aprendizado por parte dos alunos e também alterando a forma como o professor conduz os processos de criação de conhecimento (OBREGON, 2011). Esta presença tem sido propiciada pela diminuição dos custos dos computadores e pelo surgimento de novas ferramentas de software. Dentre essas tecnologias a Realidade Aumentada (RA) possui grande capacidade para auxiliar nas mais diversas áreas da educação, como, por exemplo, em áreas de que podem utilizar a simulação de processos, podendo ser aplicadas em diversas possibilidades de nível de instrução e faixa etária (KIRNER e TORI, 2004). Além disso, para que a tecnologia se torne efetiva nos processos pedagógicos, é necessário o desenvolvimento e adoção de uma metodologia eficaz de inserção delas no contexto educacional (ASTERUD, 2010; BELLONI, 2005; FORTE, 2013).

Aplicações de RA, bem como de Realidade Virtual (RV) já foram desenvolvidas em diversas áreas educacionais, como na medicina, engenharia, química e física. Devido à complexidade envolvida, estas aplicações são construídas por especialistas de Computação. Além disso, geralmente tratam-se apenas de protótipos desenvolvidos e, assim, não são implantados no cenário educativo. Dessa forma, elas não passam por uma avaliação formal e pela validação dos usuários finais – professores e alunos, tampouco estas aplicações são focadas nos requisitos funcionais apropriados, exatamente por não envolverem estes usuários finais (TORI, 2010). Por outro lado, a geração Z, pessoas nascidas após a década de 90, imersas no uso disseminado de computadores e serviços tecnológicos. Este envolvimento tecnológico tem impacto na área educacional, despertando a necessidade de investigar e inserir a tecnologia em sala de aula. Podemos caracterizar esse novo perfil de alunos como sendo essencialmente ativo e criativo, que elabora novas formas de se expressar e que aprende por simulação através do amplo uso de diferentes tecnologias. Sendo assim, faz-se necessário desenvolver processos pedagógicos que aproximem o ambiente educativo das necessidades e interesses dos alunos (MORAN, 2007). A tecnologia assume as funções de dinamizar os processos e propiciar aos alunos a competência digital que permita que os mesmos acompanhem o desenvolvimento tecnológico (ULBRICHT, VANZIN, VILLAROUÇO, 2011).

A realidade aumentada tem seu uso expandido na área educacional em todos os seus níveis, com ganhos de sua utilização, superiores aos de outras ferramentas tecnológicas em situações de aprendizagem. Entre as principais vantagens do uso da realidade aumentada podemos destacar: seu grande valor motivacional; sua capacidade de incentivar o pensamento criativo, mobilizar o aluno, exemplificar conteúdos pedagógicos de natureza abstrata, através de experimentos e simulações virtuais, e desenvolver habilidades computacionais (SCHFFER, 2004). A realidade aumentada permite a interação do aluno com objetos virtuais (elementos tridimensionais, como: textos, imagens e objetos), às informações presentes no ambiente real enriquecendo o contexto de aprendizagem. É especialmente efetiva no ensino de conteúdos teóricos de natureza mais complexa, através do uso de experiências e simulações, reduzindo a distância entre o que é ensinado e o que é aprendido. Entretanto, embora a RA esteja em franca propagação, é uma tecnologia que apresenta complexidades (BRAGA, 2012), bem como, observa-se que a aplicação de tais ferramentas é ainda incipiente no apoio a processos de aprendizagem. Autores como Tori (2010), Kirner e Zorzal (2005) e Kaufmann, Schmalstieg, Wagner (2000) ratificam que a RA agrega valor ao fazer pedagógico, potencializando os processos de aprendizagem.

Nessa direção, este artigo propõe-se a investigar as possibilidades de criação de software baseado em RA para a veiculação de conteúdos educacionais, analisando os seguintes aspectos: 1) planejamento, implementação e aplicação de técnicas de desenvolvimento de software de RA; 2) criação de um conjunto de ferramentas baseadas em RA para veiculação de conteúdo educacional; 3) formação de profissionais ligados a área de educação na utilização de objetos de ensino baseados no conceito de RA.

## 2. Realidade Aumentada

De acordo com Braga (2012, p.26) “A realidade aumentada (RA) tem suas origens na Realidade Virtual (RV) e pode ser entendida como uma evolução desta”. Tecnologias de realidade virtual propõem criar um mundo artificial no qual o usuário possa explorar interativamente através do tato, visão, audição, etc. (FILIPPO, 2007). Embora imerso, o usuário não é capaz de ver o mundo real ao seu redor. A realidade aumentada, por sua vez, permite ao usuário visualizar o mundo real com objetos virtuais sobrepostos e em composição com objetos reais em tempo real. Conforme Tori (2013), tecnologias de realidade virtual e de interfaces 3D era circunscrita a laboratórios de pesquisa da área empresarial. Porém, observa-se que atualmente o cenário mudou e educadores, gestores educacionais e designers instrucionais incluem a mídia 3D e a RA no apoio aos processos.

Com a RA é possível fazer a sobreposição de imagens virtuais, mas também de adicionar comentários em áudio, dados de localização, contexto histórico, ou outras formas de conteúdo ao ambiente físico de maneira que torne a experiência de um usuário mais significativa. Em outras palavras, a RA amplia a percepção e a interação com o mundo real proporcionando ao usuário ir além dos seus próprios sentidos.

A RA tem se popularizado em dispositivos móveis com aplicativos que sobrepoem informações de forma dinâmica na visualização em tempo real da câmera. Então, a RA móvel aplica os conceitos acima em ambientes móveis adicionando dados contextuais através de GPS, bússola, processamento de imagem etc., e amplia o campo de aplicações para além dos laboratórios de pesquisa e de áreas de trabalho para uso específico. Poucas tecnologias necessitam ser combinadas para este fim: tecnologias de rastreamento, comunicação sem fio, baseadas em localização e serviços. Contudo, limitações como de tamanho de tela e poder de processamento ainda são fatores comuns de restrição deste tipo de sistema móvel por isso para ser considerado um sistema móvel de realidade aumentada de sucesso deve permitir que o usuário possa focar na experiência do sistema sobrepondo seu equipamento computacional.

### 3. Componentes básicos de um sistema de Realidade Aumentada

#### 3.1 Plataforma de Renderização

Equipamento no qual os objetos serão desenhados. Devem ser levados em consideração os seguintes elementos: poder de processamento, formato e resistência, consumo da bateria, 7 capacidades gráfica e de multimídia, disponibilidade de portas de expansão e de interface, memória disponível e capacidade de armazenamento, possibilidade de atualização de componentes, sistema operacional, disponibilidade de suporte técnico, conectividades para computação em nuvem e preço. Fatores de decisão na escolha de uma plataforma gráfica 3D para realidade aumentada móvel incluem o desempenho gráfico necessário, memória de vídeo e textura, biblioteca de suporte gráfico (OpenGL ou Direct-X), disponibilidade de drivers de som, consumo de energia e preço. A solução mais prática para um móvel AR sistema que pode suportar gráficos complexos 3-D interativos vem na forma de pequenos computadores portáteis com chip gráfico 3-D integrado (TORI, 2010; KIRNER; ZORZAL, 2005). Não apresenta um grande problema, pois uma vez que as imagens virtuais apenas complementam o mundo real, poucos objetos precisam ser desenhados de modo que não é necessário um grande poder gráfico realístico. O progresso da miniaturização e performance está trazendo uma tendência de mobilidade para estes dispositivos. Soluções de computação portáteis para uso pessoal já pode ser comprado a partir de várias fontes.

#### 3.2 Displays

Existem várias abordagens para exibir informações a uma pessoa e uma grande variedade de tipos de displays podem ser empregadas para este propósito: *handhelds* pessoais (tais como PDAs, tablets e smartphones), displays-capacetes, telas e autofalantes embutidos diretamente no ambiente, projeção de imagem em superfícies arbitrarias, etc.

Os tipos básicos de tecnologias de display para sistemas de realidade aumentada são as tecnologias óticas e de vídeo. As abordagens óticas e de vídeo estão relacionadas a equipamentos encaixados na cabeça (*Head*

*Mounted Displays - HDM*), como óculos e capacetes (CANTONI, 2001). Permitem ao usuário ver o mundo real com objetos sobrepostos sobre ele. A seguir descreve-se a categorização de displays:

1) Óticos: Displays óticos são aqueles que permitem ao usuário visualizar o mundo real através dos próprios olhos com gráficos sobrepostos usando elementos óticos holográficos (espelhos de reflexão parcial) transparentes proporcionando uma visão instantânea da cena.

2) Baseados em vídeo: Displays baseados em vídeo são aqueles em que o usuário tem uma visão em vídeo do mundo real com gráficos sobrepostos, não possibilitando uma visão direta da cena real, isto é, apenas uma gravação digital da cena do mundo real estendida com informação digital. Esta categoria lida com problemas de oclusão mais facilmente comparada com os displays óticos devido às variadas técnicas de processamento de imagem aplicadas na geração da cena. Uma ou duas pequenas câmeras de vídeo acopladas ao dispositivo ou capacete, captura as transmissões de vídeo do ambiente em frente ao usuário, que são exibidos em telas não transparentes com lentes apropriados, logo na frente dos olhos do usuário. O computador pode modificar a imagem do vídeo antes de ser enviado para os óculos para criar sobreposições de realidade aumentada.

### 3.3 Rastreamento

A realidade aumentada (RA) exige rastreamento extremamente preciso de posição e de orientação para alinhar, ou registrar, informação virtual com os objetos físicos. O desafio é convencer as pessoas que objetos virtuais realmente existem no mesmo espaço físico com os objetos do mundo real ao redor. Equipamentos de rastreamento precisam ser leves o suficiente para usar, resistente a choques e funcionais sobre de uma grande variedade de condições ambientais, incluindo iluminação, temperatura e tempo. Contudo não existe atualmente uma solução de rastreamento perfeita capaz de atender todas estas condições (CARMIGNANI; FURHT, 2011).

O rastreamento é responsável por obter o alinhamento preciso a partir da posição e orientação através da recuperação dos 6 DOF (6 Graus de Liberdade), da localização do dispositivo e dos objetos no ambiente. Os seis graus de liberdade correspondem aos seis tipos de movimento rastreável através de rotações e translações do dispositivo: para frente/para trás, acima/abaixo, esquerda/direita, inclinação para cima/para baixo, angulação à esquerda/direita e rotação à esquerda/direita. Podem ser baseadas em sensores e visão. Se a localização precisa dos pontos de referência no ambiente é conhecida, técnicas de visão computacional podem ser utilizadas para estimar a posição da câmara. A utilização de câmaras acopladas ao display em conjunto com o reconhecimento de marcadores é por vezes referenciada como rastreamento de circuito fechado, nos quais a precisão de rastreamento pode ser corrigida para o pixel mais próximo, caso a imagem da câmara e gráficos do display coincidem. Em contraste, o rastreamento de circuito aberto tenta alinhar as anotações virtuais com os objetos físicos no mundo real baseando-se unicamente na posição da pessoa a partir dos 6DOF detectados e do modelo de computador do ambiente. Quaisquer imprecisões dos dispositivos de localização ou do modelo geométrico fará com que o registro fique ligeiramente fora da sua posição pretendida em relação ao mundo físico.

#### 3.3.1 Tipos de rastreamento

a. Baseado em sensores: As técnicas de rastreamento baseadas em sensores como magnéticos, acústicos, óticos, mecânicos, de ultrassom, RFID, GPS ou *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global), entre outros possuem vantagens e desvantagens. Por exemplo, os sensores magnéticos possuem alta taxa de atualização, mas as interferências por qualquer objeto metálico próximo distorcem o campo magnético. Usando a informação de localização, aplicações podem incorporar informação contextual específica na imagem do mundo real tais como rotas para um destino, lojas próximas, pontos de interesse, etc. Pesquisadores estão explorando como combinar vários tipos de sensores para promover um rastreamento mais robusto através de sensores dinâmicos (IMMERSION, 2012; GARBIN, 2008; KIRNER & KIRNER, 2011). A limitação desta abordagem é a falta de informação sobre os objetos mostrados pela câmara. Consequentemente, a informação apresentada está ligada apenas à direção e posição do dispositivo, não a um objeto específico. Por outro lado, sua grande vantagem é a simplicidade uma vez que não há requisitos especiais de hardware para fazer cálculos completos

b. Baseado em visão: Sistemas de rastreamento baseado em visão usam métodos de processamento de imagem para calcular a posição relativa da câmera para objetos do mundo real identificados e informações contextuais são incorporadas na imagem e conectadas aos objetos apropriados. A adoção desta abordagem em dispositivos móveis deve obedecer a certas limitações nas técnicas de processamento de imagem como desempenho computacional limitado, memória, conectividade, etc. Estas técnicas de processamento de imagem podem ser aplicadas sobre marcadores artificiais a fim de identificar objetos de uma forma simplificada ou sobre marcadores que utilizam características naturais das imagens. Os marcadores artificiais são comumente representados por quadrados alocados no ambiente físico. Nos objetos naturais como edifícios, produtos, etc., a posição pode ser determinada por seus pontos, linhas, bordas e texturas. Devido aos grandes avanços no reconhecimento visual de objetos em termos de precisão e escalabilidade, as aplicações mais avançadas deste tipo de método permitem buscar por objetos naturais em bancos de dados remotos com milhões de itens em questão de poucos segundos. Ambos os tipos têm demonstrado funcionar em tempo real em aplicações para computadores pessoais, os PCs, há bastante tempo e a adaptação para plataformas de computação móvel nos últimos anos trouxe um renascimento para estas abordagens. Técnicas baseadas em modelos exigem um modelo de visão preciso do ambiente com referências conhecidas que podem ser reconhecidas nas imagens, como linhas e bordas. As arestas são os recursos mais utilizados, pois são computacionalmente eficientes para encontrar e robustos às mudanças na iluminação. Uma abordagem popular é procurar altos gradientes na imagem ao redor da primeira estimativa da posição do objeto, sem explicitamente extrair os contornos.

c. Híbrido: Algumas aplicações de que usam a abordagem de visão não promovem uma solução precisa e métodos híbridos têm sido desenvolvidos para combinar diferentes tipos de tecnologias de sensoriamento. Por exemplo, é possível construir sistemas de realidade aumentada para ambientes ao ar livre que utilizam sistemas baseado em GPS e sensores de visão computacional. É possível identificar parcialmente a posição e a orientação do dispositivo usando o GPS e bússola e fazer uma exata combinação da cena usando uma análise de imagem simplificada composta pela identificação de formas específicas encontradas em um determinado local.

### 3.4 Registro

O registro consiste em alinhar imagens virtuais colocadas nos marcadores ou combinadas através de contornos dos objetos 3D com os contornos da cena capturada. Imagens reais e virtuais devem estar apropriadamente alinhadas ou a ilusão de coexistência é comprometida. Algumas aplicações demandam um registro preciso como, por exemplo, as aplicações médicas nas quais a qualidade registro pode significar o sucesso do procedimento realizado (KIRNER; SISCOOTTO, 2008).

Em uma das abordagens mais simples para o registro visual, câmeras específicas observam marcadores únicos (por exemplo, marcadores artificiais) no ambiente. Se os parâmetros da câmara de visualização (posição, orientação de campo, campo de visão) coincidem com os parâmetros de visualização do dispositivo as anotações virtuais podem ser inseridas diretamente em coordenadas de pixel sem ter de estabelecer a relação exata geométrica, isto é, realizar a calibração, entre o marcador e a câmara.

Alguns dos desafios relativos ao registro de imagens para RA tratam da correção de erros estáticos e dinâmicos. Os erros estáticos são os erros de registro que ocorrem quando os objetos e o dispositivo do usuário permanecem parados. Estão relacionados com distorção ótica, parâmetros incorretos de visualização (campo de visão, calibração da câmara, centro de projeção, etc.) e erros na etapa de rastreamento dos objetos. Os erros dinâmicos só tem efeito quando o dispositivo ou os objetos se movem. Fazem referência à problemas de *lags* na conectividade do sistema e podem ser corrigidos reduzindo-se o tempo de resposta do sistema e usando técnicas para prever locações futuras sem recorrer aos servidores de computação na nuvem.

### 3.5 Interação

A criação de técnicas apropriadas de interatividade é um dos importantes aspectos da tecnologia de RA, pois permite que os usuários possam interagir com conteúdo virtual de modo intuitivo (BRAGA, 2012). Tarefas

de interação básicas que as interfaces gráficas de usuário lidam incluem seleção, posicionamento, rotação objetos virtuais, desenho de caminhos ou trajetórias, atribuição de valores quantitativos e de entrada de texto. Interfaces gráficas para RA precisam lidar tanto com o mundo físico quanto com objetos virtuais. Portanto, anotação, seleção, e, possivelmente, a manipulação direta de objetos físicos também desempenham um papel importante neste tipo de interfaces de usuário.

A interação na RA pode ser classificada como tangível e colaborativa:

- **Tangível:** Interfaces de usuário tangíveis são aquelas em os usuários podem manipular informações digitais com objetos físicos que possuem propriedades familiares e intuitivas e restrições físicas tornando-se fáceis de usar. RA tangível combina objetos reais com interação de voz e de gestos.
- **Colaborativa:** Interfaces colaborativas de RA visam possibilitar a comunicação e o compartilhamento de informações entre usuários, movimentação e a ação de apontar objetos em um ambiente físico compartilhado.

#### 4. Aplicações em Realidade Aumentada

Muitas áreas têm sido exploradas ao longo do tempo pelas aplicações de realidade aumentada (RA), entre elas destacam-se, entre outras, a medicina, manutenção e reparo, o planejamento de movimento de robô, arquitetura, turismo e entretenimento. A seguir serão apresentados alguns exemplos potenciais para cada um destes tipos de aplicação.

O campo da medicina é muito fértil em relação a importantes aplicações de RA. Exemplificando, médicos podem usar RA para auxiliar na visualização e treinamento em cirurgias. Através da sobreposição de imagens de exames como ressonância magnética sobre o corpo físico do próprio paciente em tempo real no momento da cirurgia uma incisão mais precisa e minimamente invasiva ou até mesmo nenhuma incisão é possível por dar ao especialista uma visão de raios-X de dentro do paciente. Muitas destas aplicações, como sistemas de suporte a cirurgias, exigem o registro muito preciso, mas não exigem que o cirurgião esteja extremamente móvel, enquanto suportado pelo sistema. Existem, no entanto, várias aplicações possíveis de RA móvel no campo da medicina. Médicos e enfermeiros em suas visitas à pacientes poderiam obter informações importantes sobre o estado de cada paciente diretamente em seus óculos (NUNES, 2011).

A área de manutenção e reparo de máquinas complexas a qual já demonstrou muitos projetos de pesquisas desenvolvidos com RA permite que instruções sejam mais bem entendidas quando representadas por imagens 3-D, animadas ou não, sobrepostas aos equipamentos. Outro campo explorado diz respeito ao planejamento de movimento de robôs em que o usuário planeja e especifica as ações do robô manipulando uma versão virtual local, em tempo real, o que permite que sejam contornados problemas de comunicação de controle direto, repassando em seguida a rota especificada para o robô. Na arquitetura as aplicações permitem aos usuários visualizar o invisível. Projetos de construção planejada em andamento em suas futuras locações. Outro exemplo de aplicação permite a visão de prédios históricos que não existem mais onde se erguiam originalmente.

O turismo é altamente explorado com aplicações que favorecem novos visitantes com informações importantes e curiosidades sobrepostas aos marcos histórico, oferecendo um guia completo do local fornecendo informações não só do lugar, mas também de comentários feitos por outros turistas. Neste caso, RA é usada para destacar informações de lugares importantes e fornecer a conexão entre o mundo real com um evento histórico, como encenações de batalha, podendo ser aumentado em paisagens atuais. No campo de entretenimento alguns filmes já exploram a experiência da RA. A indústria de jogos também tem se beneficiado com o desenvolvimento desta tecnologia, uma série de jogos foram desenvolvidos para ambientes internos preparados. Um número significativo de jogos já incorpora RA, e com a introdução dos smartphones o impacto pretende ser ainda maior.

No campo de estudo proposto para essa pesquisa - veiculação de conteúdo educacional, é possível identificar autores que corroboram na defesa dos benefícios que a RA pode propiciar em contextos educacionais

(BYRNE, 1996; KAUFMANN; SCHMALSTIEG; WAGNER, 2000; KIRNER; ZORZAL, 2005; TORI, 2010).

Nesse alinhamento, emerge a justificativa deste estudo, que visa investigar e analisar as possibilidades da criação e do uso de ferramentas baseadas em RA para a veiculação de conteúdo educacional. Para o desenvolvimento da pesquisa propõe-se a metodologia, a seguir:

## 5. Metodologia

Com base nesse alinhamento teórico inicial, propõe-se uma metodologia de caráter multidisciplinar requerendo profissionais de diversas especialidades como Educação, Engenharia, Gestão e Mídia do Conhecimento, Design e Computação Gráfica. Para tanto, a equipe de pesquisadores responsáveis pela execução desse estudo possui formação que abrange todas estas áreas. Além disto, parte da equipe executora já possui experiência anterior no desenvolvimento de infra-estrutura de *software* para sistemas de educação. Alunos de graduação e mestrado serão utilizados para complementar os recursos humanos necessários à execução da pesquisa.

Para investigar as possibilidades de criação de software baseado em RA para a veiculação de conteúdos educacionais, e operacionalizar as etapas pretendidas: 1) planejamento, implementação e aplicação de técnicas de desenvolvimento de software de RA; 2) criação de um conjunto de ferramentas baseadas em RA para veiculação de conteúdo educacional; 3) formação de profissionais ligados a área de educação na utilização de objetos de ensino baseados no conceito de RA; a metodologia a ser utilizada será composta de:

- a) Aquisição de conhecimento sobre ambientes de desenvolvimento de Sistemas de Realidade Aumentada e uso de Realidade Aumentada na Educação: etapa de capacitação da equipe de desenvolvimento do projeto para aquisição de conhecimento acerca das tecnologias envolvidas no desenvolvimento de sistemas de RA.
- b) Levantamento de Requisitos e Especificação do software: utilização de técnicas de engenharia de software para levantamento dos requisitos dos sistemas de RA e especificação, definindo sua arquitetura e projetando o desenvolvimento.
- c) Desenvolvimento de um sistema de RA baseado na Web: desenvolvimento dos módulos do software para a implementação de um objeto de aprendizagem baseado na Web com o uso de tecnologia de RA.
- d) Desenvolvimento de um sistema de RA baseado em dispositivos móveis: desenvolvimento de módulos do software para implementação do objeto de aprendizagem baseado em dispositivos móveis Web com o uso de tecnologia de RA.
- e) Validação dos Objetos de Aprendizagem desenvolvidos e treinamento de especialistas: para a validação do software serão realizados experimentos de validação dos métodos desenvolvidos, com a contribuição de acadêmicos de cursos de graduação na área de Ciência e Tecnologia, Engenharias e/ou Ciência da Computação.

### 5.1 Desenvolvimento de Software

Em virtude desta pesquisa ter um componente de desenvolvimento de software, será usada uma metodologia de desenvolvimento de software moderna e ágil. Para tanto, propõe-se trabalhar com um processo baseado em *Extreme Programming* (XP). O processo XP tem sido largamente adotado no mundo inteiro por ser ágil, interativo e incremental. Em outras palavras, XP possibilita um rápido ciclo requisitos-desenvolvimento-avaliação através das diversas interações; e, principalmente, por maximizar a qualidade através do trabalho em conjunto e do uso de técnicas como testes automáticos de software, testes de aceitação e refatoramento de

código. Será utilizado o software de controle de versões CVS que permitirá a gerência eficiente das várias versões do software.

## 6. Resultados Esperados

### 6.1 Científico e Tecnológico

- Formação de uma equipe capacitada em RA com aplicação em contexto educacional;
- Consolidação de equipe de desenvolvimento tecnológico voltada para o desenvolvimento de produtos tecnológicos na área de RA em contexto educacional;
- A produção do projeto resultará em um produto de software baseado em RA;
- Capacitação de grupo de desenvolvimento tecnológico em área científica e tecnológica de ponta, gerando uma massa crítica para desenvolvimentos futuros nesta área;
- A tecnologia em desenvolvimento, que utiliza padrões abertos e equipamentos de uso geral, produzirá soluções de qualidade muito menos onerosas que as soluções comerciais atualmente existentes. O impacto destas soluções será imediato no contexto educacional.

### 6.2 Pedagógico

- Incremento nos procedimentos didático-pedagógicos;
- Fomento a mudança de perspectiva epistemológica do conhecimento por parte dos docentes;
- Promoção de maior estímulo e envolvimento dos acadêmicos com o conteúdo educacional;
- Melhoria na qualidade dos recursos para viabilizar processos de aprendizagem

### 6.3 Econômico

- O produto final deste estudo poderá ser o ponto de partida para a criação de uma empresa encubada para explorar o serviço de utilização e adaptação do sistema desenvolvido.

## 7. Considerações Finais

A pesquisa em RA embora ainda embrionária no contexto de aplicação de conteúdo educacional, apresenta um campo de estudo para o incremento e melhoria na qualidade dos processos de ensino e aprendizagem. Por conseguinte, é possível inferir que a inclusão de tais ferramentas poderá propiciar aos docentes e discentes formas inovadoras de conhecer e aprender. Em especial, a temática da RA indica um campo fértil para pesquisas envolvendo aparato tecnológico, neste caso como recurso de ensino com significativo potencial gerador para processos de aprendizagem. Em adição, a inserção dessas ferramentas poderá auxiliar a minimizar baixos índices de aproveitamento registrados em muitos cursos de graduação. Portanto, a criação de software baseado em RA para veiculação de conteúdo educacional mostra-se adequada para a produção de um conjunto de ferramentas e técnicas, bem como a definição de uma metodologia norteadora para o planejamento, implementação e aplicação de técnicas de desenvolvimento de software de RA.

Importante aspecto a considerar nesta proposta será a formação de profissionais ligados a área de educação na utilização de objetos de ensino baseados no conceito de RA. Esses tornar-se-ão multiplicadores de tais estratégias, fomentando e ampliando a aplicação de ferramentas, dispositivos e/ou objetos de aprendizagem em RA.

Para finalizar, ressalta-se o caráter interdisciplinar da pesquisa, a qual para sua execução contará com o apoio de professores e alunos de graduação e pós-graduação, no fomento à produção científica e no avanço da ciência na área de RA. Adicionalmente, tal proposta visa consolidar o diálogo com a comunidade acadêmica, contribuindo para alavancar processos inovadores na interface ensino e pesquisa, bem como, na ação transformadora das interações sócio-educativas.



## Referências Bibliográficas

- ASTERUD, D. *Using Augmented Reality and Tangible User Interfaces in a primary school learning situation*, 2010. Dissertação de Mestrado, Department of Computer Science and Media Technology - Gjøvik University College, Gjøvik, 2010.
- BELLONI, M.L. *O que é mídia-educação*, Campinas: Autores Associados, 2005.
- BRAGA, M. C. G. *Diretrizes para o design de mídia em Realidade Aumentada: Situar a aprendizagem colaborativa online*. Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.
- BYRNE, C. *Water on Tap: The use of virtual reality as education tool*, 1996. University of Washington, 1996.
- CANTONI, R.C.A. *Realidade Virtual: uma história de imersão interativa*, 2001. Tese (Doutorado), Programa de Pós-graduação em Comunicação e Semiótica, PUC-SP, São Paulo, 2001.
- CARMIGNIANI, J.; FURHT, B. *Augmented Reality: An Overview*. In: 2011, *Handbook of Augmented Reality*. New York: Springer, 2011.
- FILIPPO, D. et al. *Ambientes Colaborativos de Realidade Virtual e Aumentada*. In C. Kirner, R. Siscoutto, EDS. 2007, *Realidade Virtual e Aumentada - Conceitos, Projeto e Aplicações*. Porto Alegre: Editora SBC– Sociedade Brasileira de Computação, 2007. pp. 168-191.
- FORTE, C.E. et al. *Hipermídia e Multimídia - Usando Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Software Educacional para Aprendizagem de Datilografia*. *Anais SULCOMP*. Disponível em: <http://periodicos.unesc.net/index.php/sulcomp/article/view/251>. Acesso em: 12 Jun. 2013.
- GARBIN, T.R. *Ambientes de comunicação alternativos com base na realidade aumentada para crianças com paralisia cerebral: uma proposta de currículo em ação*, 2008. Tese, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.
- IMMERSION, T. *Augmented Reality Software and Solutions by Total Immersion | Augmenting Your Reality*. Disponível em: <http://www.timmersion.com/>. Acesso em: 10 Jan. 2012.
- JOHNSON, L. et al. *NMC Horizon Report. Higher Education Edition | The New Media Consortium. NMC , EDUCAUSE*. Disponível em: <http://www.nmc.org/publications/2014-horizon-report-higher-ed>. Acesso em: 15 Julh0. 2014.
- KAUFMANN, H.; SCHMALSTIEG, D.; WAGNER, M. *Construct3D: A Virtual Reality Application for Mathematics and Geometry Education*. *EDUCATION AND INFORMATION TECHNOLOGIES*, 2000, v. 5, pp. 263–276. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.35.5000>. Acesso em: 15 Mar. 2012.
- KIRNER, C.; KIRNER, T.G. *Evolução e tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada*. In M. W. de S. Ribeiro, E. R. Zorzal, EDS. 2011, *Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências*. XIII Symposium on Virtual and Augmented Reality. Uberlândia: Sociedade Brasileira de Computação - SBC, 2011. pp. 8-23.
- KIRNER, C.; SISCOOTTO, R.A. *Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada*. In R. Siscoutto, R. Costa, EDS. 2008, *Aumentada : Uma Abordagem Tecnológica*. 2008. pp. 1-20.
- KIRNER, C.; TORI, R. EDS. *Realidade virtual: conceito e tendências*, São Paulo: Editora Mania de Livro, 2004.
- KIRNER, C.; ZORZAL, E.R. *Aplicações Educacionais em Ambientes Colaborativos com Realidade Aumentada*. In 1, 2005, *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. 2005. v. 1. pp. 114–124. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/398>. Acesso em: 12 Set. 2011.
- MORAN, J.M. *EDUCAÇÃO QUE DESEJAMOS, A: NOVOS DESAFIOS E COMO CHEGAR LÁ*, Papyrus Editora, 2007. Disponível em: <http://books.google.com/books?id=PiZe8ahPcD8C&pgis=1>. Acesso em: 24 Apr. 2013.
- NUNES, F.L.S.M. et al. *Desenvolvendo aplicações de RVA para saúde: imersão, realismo e motivação*. In M. W. de S. Ribeiro, E. R. Zorzal, EDS. 2011, *Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências*. XIII Symposium on Virtual and Augmented Reality. Uberlândia: Sociedade Brasileira de Computação - SBC, 2011. pp. 82-95.
- OBREGON, R. de F. A. *O Padrão Arquetípico da Alteridade e o compartilhamento de conhecimento em Ambiente Virtual de Aprendizagem Inclusivo*. Tese - Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, Florianópolis/SC, 2011.
- SCHFFER, C.C.R. *Tecnologia computacional e desenvolvimento cognitivo: estudo de caso na formação de psicólogos*, São Paulo, Belo Horizonte: Annablume, FUMEC, 2004.

TORI, R. Educação sem distância: as tecnologias interativas, São Paulo: Senac, 2010.

\_\_\_\_\_ Blog do Romero Tori: Virtualidade Real: 3D e Realidade Aumentada na Educação. Disponível em: <http://romerotori.blogspot.com/2010/09/virtualidade-real-3d-e-realidade.html>. Acesso em: 03 Jun. 2013.

ULBRICHT, V.R.;VANZIN,T.; VILLAROUCO, V. (Orgs.) Ambiente Virtual de Aprendizagem Inclusivo. Florianópolis: Pandion, 2011.