



**Eduardo Jorge Lira Antunes da Silva** é Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Amazonas (UFAM); Especialista em Design Digital, Licenciado em Computação pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Técnico em Computação Gráfica.  
[eduardojlira@outlook.com](mailto:eduardojlira@outlook.com)  
ORCID 0000-0002-2233-703X

Alef Vernon de Oliveira Santos é Graduado em Design pela Universidade Federal do Amazonas, com foco em User Interface Design e User Experience Design, atuante como Product Designer em Plataformas Digitais e Ilustrador 2D. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Amazonas.  
[alef@super.ufam.edu.br](mailto:alef@super.ufam.edu.br)  
ORCID 0000-0002-1261-9623

Claudete Barbosa Ruschival é Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina em 2012, Mestre em Engenharia de Produção em 2004. Desenho Industrial pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM) em 1996. Especialista em Design de Embalagens bolsista do Posgrado Mercosul Design Program, uma cooperação italiana, espanhola e do Mercosul (2001) e em Publicidade e Marketing pela Universidade Federal do Amazonas (1998). professora associada do curso de Design e professora do Programa de Pós-Graduação em Design. Tem vasta experiência na área de Design Industrial, com ênfase em Processos de Desenvolvimento de Produto e Ges-

Eduardo Jorge Lira Antunes da Silva, Alef Vernon de Oliveira Santos, Claudete Barbosa Ruschival, Luana Bittencourt Saraiva, Bruno Raphael de Carvalho Santos, Lúcio Vasconcellos Dias, Nelson Kuwahara \*

# Curso de ilustração digital para projetos com tecnologia de realidade aumentada

**Resumo** A Realidade Aumentada na última década tem sem inserido inúmeros setores da sociedade. A aplicação no campo educacional ainda se mostra em desenvolvimento, embora já represente 10% dentre as aplicações, o nível de difusão em alternativas ainda é insipiente. Assim, este artigo apresenta a proposta de um curso em modalidade EaD para a capacitação de designers que pretendam atuar no campo das ilustrações digitais, voltadas a projetos de novas tecnologias que envolvam simulações e experiências imersivas em realidade aumentada. O curso se fundamenta no método da Aprendizagem Baseada em Projetos, desenvolvendo no aluno a capacidade de absorção de conteúdos de maneira autônoma e participativa. É apresentada aplicação piloto do curso para verificar a conformidade do conteúdo e da carga horária estipulada e testar a metodologia com as atividades práticas propostas. Durante o curso foram realizados encontros síncronos online para apresentação dos problemas de projeto, discussão das hipóteses e orientação para o desenvolvimento das soluções. No final do curso, os participantes desenvolveram ilustrações animadas para interação virtual em cenário real e adequadas as atividades definidas no projeto.

**Palavras-chave** Aprendizagem baseada em Projetos, Ilustração, Design, Realidade Aumentada.

tão de Design, atuando principalmente nos seguintes temas: Metodologia de Design em Design, Design de Superfície, Design Estratégico, Educação Inclusiva e Design, Design de Interface Digital e Embalagem.

claudete@super.ufam.edu.br

ORCID 0000-0001-5686-3209

**Luana Bittencourt Saraiva** é Programadora Visual na Assessoria de Comunicação da Universidade Federal do Amazonas (Ascom/Ufam). Mestre no Programa da Pós-graduação em Design na Universidade Federal do Amazonas (PPGD-UFAM). Especialista em Design, Comunicação e Multimídia pela Faculdade Fucapi. Graduada em Design pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e em Administração pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA).

luana@super.ufam.edu.br

ORCID 0000-0001-6117-6980

**Bruno Raphael de Carvalho Santos** é Mestre em Design pela Universidade Federal do Amazonas (PPGD-UFAM) com foco em Gestão do Design para Micro e Pequenas Empresas. Formou-se em design pela Faculdade Martha Falcão (FMF) com especialização em Design, Comunicação e Multimídia pela Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação (FUCAPI) em 2014. Sua área de interesse atual é gestão de negócios, tecnologia, educação e design.

brunoraphael@ufam.edu.br

ORCID 0000-0002-4223-0176

**Lúcio Vasconcellos Dias** é Designer de produto da Planta Projetos e Instalações de Móveis LTDA-ME. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal

## Digital illustration course for projects with augmented reality technology

**Abstract** *Augmented Reality in the last decade has inserted numerous sectors of society. The application in the educational field is still under development; although it already represents 10% among the applications, the level of diffusion in alternatives is still insipient. Thus, this article presents the proposal for a course in distance education to train designers who intend to work in digital illustrations, focused on new technology projects involving simulations and immersive experiences in Augmented Reality. The course is based on the Project-Based Learning method, developing the student's ability to absorb content in an autonomous and participatory way. The pilot application of the course is presented to check the compliance of the content and the stipulated workload and test the methodology with the proposed practical activities. During the course, synchronous online meetings were held to present the design problems, discuss the hypotheses, and provide guidance for developing solutions. At the end of the course, participants developed animated illustrations for virtual interaction in an authentic setting and appropriate to the activities defined in the project.*

**Keywords** *Project-based learning, illustration, Design, Augmented Reality.*

## Curso de ilustración digital para proyectos con tecnología de realidad aumentada

**Resumen** *En la última década, la Realidad Aumentada ha entrado en numerosos sectores de la sociedad. La aplicación en el ámbito educativo aún está en desarrollo, aunque ya representa el 10% de las aplicaciones, el nivel de difusión en alternativas aún es incipiente. Así, este artículo presenta la propuesta de un curso en modalidad de educación a distancia para la formación de diseñadores que pretendan trabajar en el campo de la ilustración digital, enfocado en proyectos de nuevas tecnologías que involucren simulaciones y experiencias inmersivas en realidad aumentada. El curso se basa en el método de Aprendizaje Basado en Proyectos, desarrollando la capacidad del alumno para absorber los contenidos de forma autónoma y participativa. Se presenta una aplicación piloto del curso para verificar el cumplimiento de los contenidos y la carga de trabajo estipulada y probar la metodología con las actividades prácticas propuestas. Durante el curso se realizaron encuentros en línea sincrónicos para la presentación de problemas de diseño, discusión de hipótesis y orientación para el desarrollo de soluciones. Al final del curso, los participantes desarrollaron ilustraciones animadas para interacción virtual en un escenario real y adaptadas a las actividades definidas en el proyecto.*

**Palabras clave** *Aprendizaje en base a proyectos, Ilustración, diseño, Realidad aumentada.*

do Amazonas. Pós Graduando em Design de Interiores pelo Instituto de Pós Graduação e Graduação - IPOG. Graduado em Design pela Faculdade de Martha Falcão.

lucio@super.ufam.edu.br

ORCID 0000-0003-2585-4267

**Nelson Kuwahara** é Professor Associado da UFAM. Coordenador do Laboratório TRANSPORTAR, Departamento de Design e Expressão Gráfica, Faculdade de Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas - UFAM. Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Pará. Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos pela Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas. Doutorado em Engenharia de Transportes, PET - COPPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Design - PPGD, e Professor dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) e Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PPG-PROFNIT) da UFAM.

nelson@super.ufam.edu.br

ORCID 0000-0002-4572-9415

## Introdução

Os avanços dos processos produtivos da indústria 4.0 e seus artefatos digitais conectados remotamente com informações em cloud computing exigem diferentes competências dos profissionais que saem das universidades. Esta realidade demanda que os profissionais desenvolvam habilidades digitais, a capacidade de configurar e trabalhar com sistemas e as tecnologias emergentes, como Big Data, Inteligência Artificial, Realidade Virtual e Realidade Aumentada - RA. Porém, as universidades comumente possuem dificuldades para realizar mudanças e implementar em suas matrizes curriculares as evoluções das tecnologias. Por esse motivo, os recém-formados, atentos às necessidades do mercado, buscam adquirir conhecimentos e habilidades sobre novas tecnologias em situações de aprendizado informal, verificando-se assim, a necessidade de aproximação dos profissionais que saem das universidades à realidade da indústria.

Alinhando às demandas da indústria por profissionais capacitados nas novas tecnologias, especificamente a RA, e a necessidade de habilidades em ilustração digital e modelagem 3D, tem-se como problemática do projeto em questão a criação de um curso inovador em RA para desenvolver habilidades de profissionais para atuarem em projetos de inovação tecnológica, buscando ainda diferencial de outros cursos que atualmente são oferecidos pelo mercado de ilustração digital. No contexto do design, vislumbra-se o potencial de explorar a ilustração digital e a modelagem tridimensional para materialização do objeto aumentado, que de acordo com pesquisa de Lopes et al. (2019).

Com objetivo de consolidar o diferencial do curso, não só no que diz respeito ao tema de RA, mas também a forma diferenciada de aprendizagem, selecionou-se o método da Aprendizagem Baseada em Projetos - ABP. Esse método faz parte das chamadas metodologias ativas de aprendizagem, que são aquelas que estimulam o aluno a construir o seu próprio conhecimento por meio da interação com o conteúdo a ser aprendido (BENDER e CECCONELLO, 2020).

No Brasil, existem pesquisas em diferentes áreas que aplicam a ABP para envolver alunos em atividades de projetos para desenvolver a capacidade de soluções de problemas. Sales, Serrano e Serrano (2020) apresentam relato de experiência na disciplina de Interação Humano-Computador, Hinterholz e Santos (2017) relatam o desenvolvimento de um projeto para o ensino de lógica, já Azevedo, Araújo e Medeiros (2017) fazem um estudo com alunos de curso de Administração com a disciplina de orçamento empresarial.

Dessa forma, para este estudo, procura-se inovar tanto no que diz respeito a forma de participação do designer na criação de cenários e personagens para aplicação em tecnologias emergentes. Também abre discussão sobre as novas formas de abordagens didáticas que podem ser utilizadas nos cursos de design.

O objetivo desse artigo é apresentar um curso em modalidade EaD para a capacitação em ilustração digital para Realidade Aumentada. Uti-

liza como método pedagógico a Aprendizagem Baseada em Projetos para desenvolver o conhecimento de forma prática e aplicada as situações reais de projeto, tendo o aluno como coparticipante no processo ensino-aprendizagem.

**Referencial Teórico**

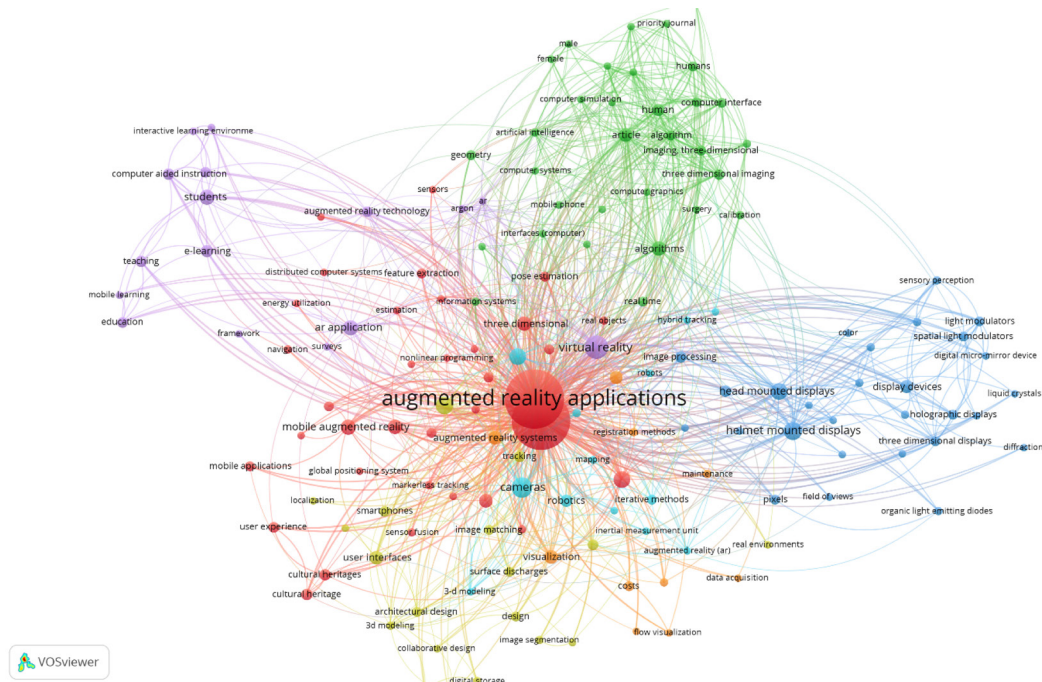
Este tópico está dividido em dois subtópicos, o primeiro faz uma revisão de publicações sobre Realidade Aumentadas e trata de seus aspectos gerais e, o segundo, discorre sobre a Aprendizagem Baseada em Projetos como método inovador para a educação profissional.

Realidade Aumentada

A busca por publicações científicas de artigos com a string “realidade aumentada” E “aplicações” resulta da base de dados Scopus 3.781 artigos. E nestes são identificados 182 artigos específicos para o tema “Aplicações em realidade aumentada”. Avaliando o número de palavras-chaves totais citados nestes artigos chega-se ao volume de 2083 palavras-chaves. O destaque de palavras-chaves que apresentam 3 ou mais ocorrências resulta em 153 palavras-chaves. Estas palavras-chaves encontram-se projetadas na Figura 1, gerada na ferramenta VOSviewer. As palavras-chaves que formam cluster de cor roxa são as que mais conectam-se com o tema de educação, capacitação, aprendizado, etc. Contudo, nota-se que suas aplicações ainda são pequenas frentes ao universo de possibilidade de inserção em outros setores. A palavra de maior proeminência neste cluster é “Estudante”, a qual se repete 13 vezes, e ocupa a 11a posição no ranking das mais citadas.

**Figura 1** Grafo com as 153 palavras mais citadas dentro os artigos prospectados na base Scopus sobre aplicações e realidade aumentada

Fonte Os Autores, 2021



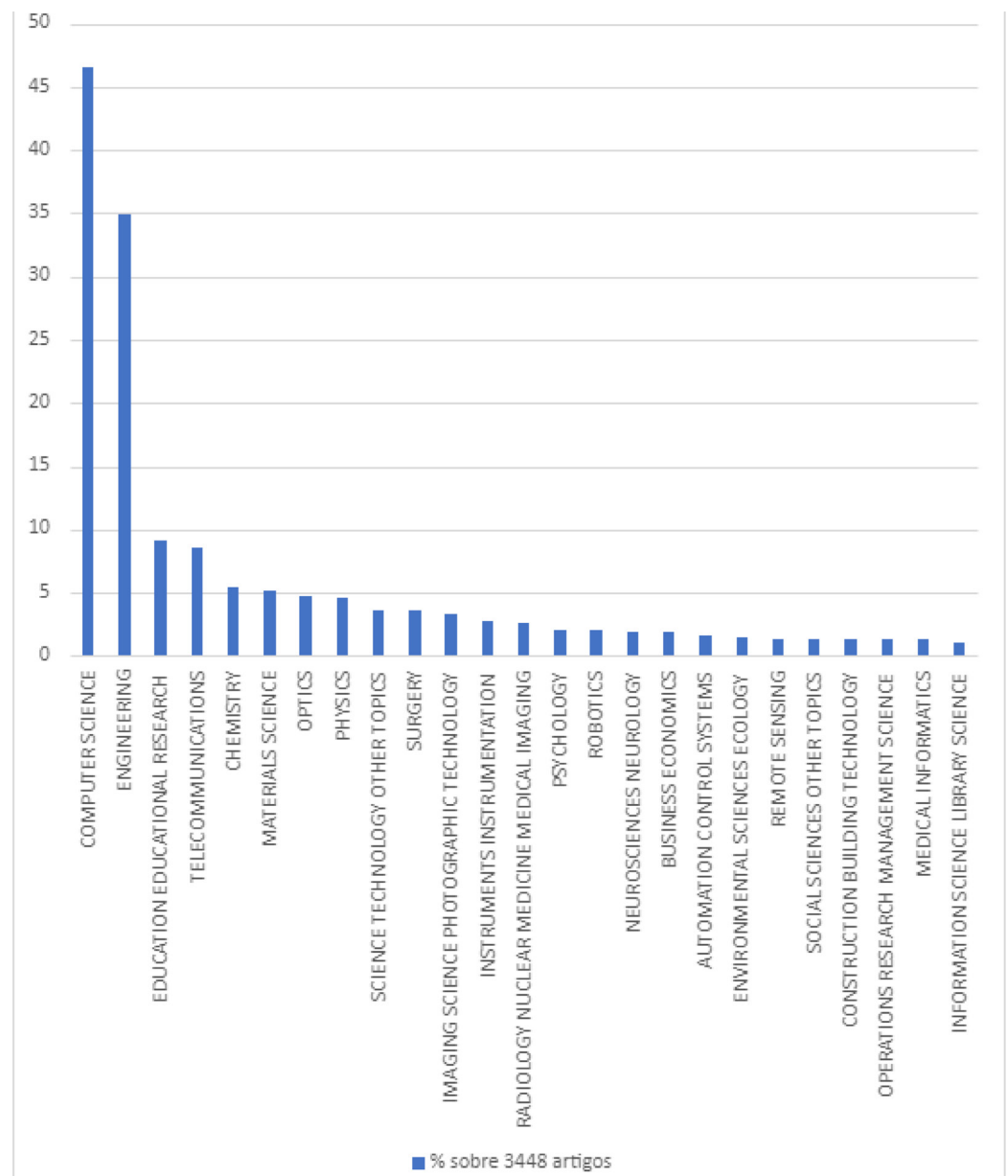




**Figura 3** Produção de artigos em realidade aumentada por área do conhecimento, segundo registros do Web of Science

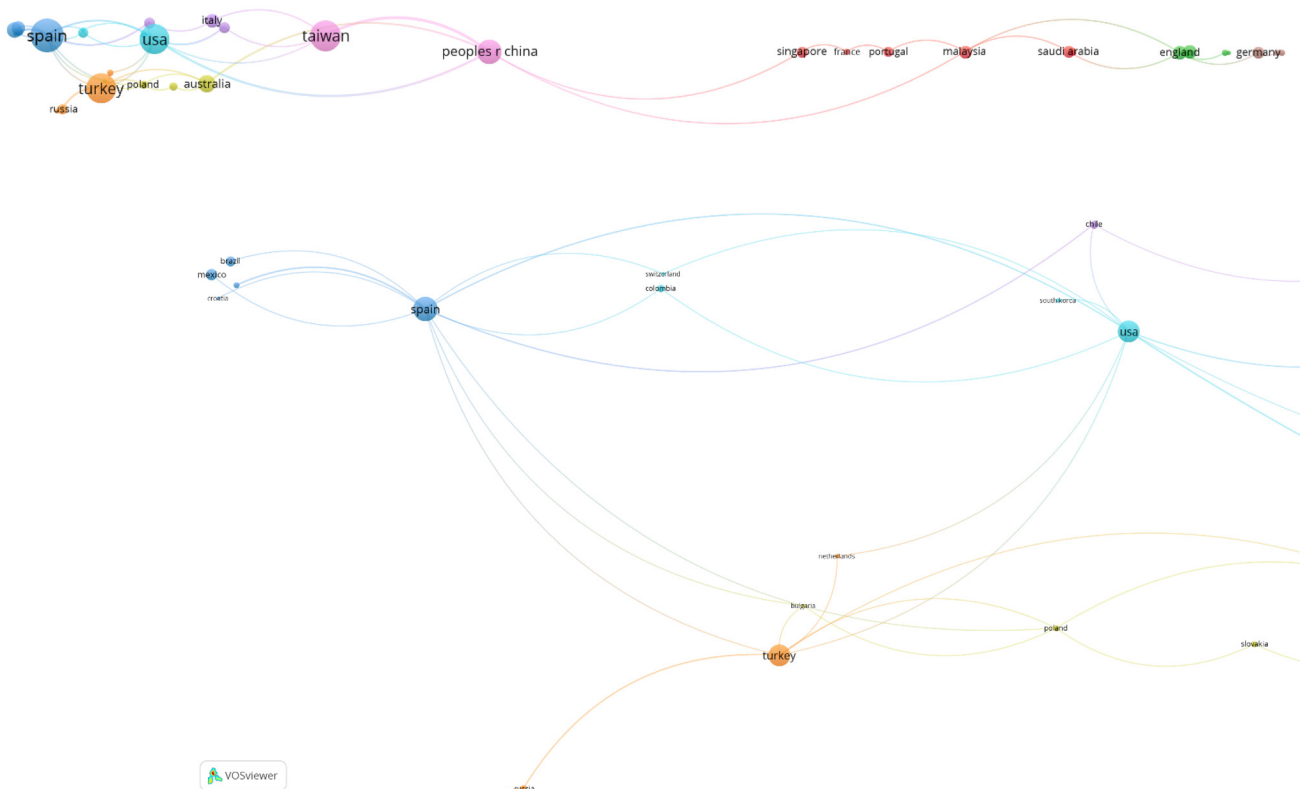
Fonte Os Autores, 2021

artigos nesta área de pesquisa são: 46 Espanha, 37 Taiwan, 36 Turquia, 35 Estados Unidos, 24 China, 12 Austrália, 10 México, 8 Brasil, 8 Inglaterra, 8 Itália, 8 Escócia. Embora os três últimos apareceram com o mesmo número, os outros critérios de citação e força de conexão possibilita a hierarquização entre os mesmos. Contudo, existe ordenamento por citação dos artigos, o que culmina em produção de ordem diferente da anterior. Logo, a ordem dos 11 países que possuem maior nível de citação de seus artigos são: 1534 Taiwan, 958 Estados Unidos, 627 Espanha, 340 Turquia, 202 China, 182 Venezuela, 181 Austrália, 139 Japão, 112 Liechtenstein, 72 Egito, e 65 Canadá. Nota-se que os cinco países que aparecem nas primeiras posições nas duas listagens, apresentam relativa consistência, porém os demais são inconsistentes. Outrossim também relevante comprovação a ser abstraída é de que qualidade das produções são mais relevantes do que quantidade.



Nota-se, portanto, que a tecnologia da RA se tornou importante ferramenta para simulações de experiências e aprendizados. Essas atividades além de exigirem muito tempo e disponibilidade de horário para serem treinadas, requerem muitas das vezes um alto custo de manutenção em laboratórios. A RA permite que tais tarefas sejam aprendidas e testadas com o auxílio de protótipos 3D, capazes de simular situação real, desenvolver habilidades e expressar ideias com o uso da ilustração animada enquanto recurso interativo que facilita o entendimento do conteúdo de aprendizado. Nesse contexto, a tecnologia de Realidade Aumentada pode ser definida como uma tecnologia de suporte que vem sendo implementada na indústria e em outras áreas para aumentar a performance de trabalho, tanto com o objetivo de melhorar o tempo de realização de tarefas, quanto para diminuir o custo de produção (BOTTANI e VIGNALI, 2019; FRANÇA e SILVA, 2019; LOPES et al., 2019; MOURTZIS et al., 2018; RE, 2013).

**Figura 4** Plotagem dos países com maior número de publicações de artigos de RA em Educação  
 Fonte Os Autores, 2021



**Figura 5** Detalhamento ou ampliação do cluster e zona de influência da Espanha  
 Fonte Os Autores, 2021

### Aprendizagem Baseada em Projetos

A necessidade de novas abordagens didáticas para melhorar o processo de ensino-aprendizagem e atender novo paradigma de práticas docentes inovadoras para a formação profissional, aponta o método da ABP como uma das formas de superar limitações dos modelos tradicionais de ensino (SALES, SERRANO, SERRANO, 2020). Esse método combina princípios e práticas que estimulam a pesquisa para solução de problemas reais, o tra-

balho colaborativo, o pensamento crítico para a aquisição do conhecimento que se mostram mais adequados a formação do profissional.

A dinâmica desse modelo de aprendizado se fundamenta na elaboração de questões-problemas que são levadas a debates para a busca de soluções. Para isso se elabora um plano de trabalho, dados são coletados e analisados para testar hipóteses formuladas, confirmando-as ou refutando-as durante o compartilhamento de informações sobre os projetos, momento, inclusive, em que novas questões podem ser propostas. São ciclos contínuos e interconectados que levam ao desenvolvimento de uma solução final de projeto.

De acordo com Sales, Serrano e Serrano (2020), a ABP é vista como um novo paradigma de aprendizagem que trabalha com práticas inovadoras de ensino que são centradas na atuação profissional. As atividades de aprendizado são elaboradas com base em situações reais do mercado de trabalho, na qual os estudantes adquirem conhecimentos e habilidades por meio de extenso processo de investigação. As principais críticas feitas ao ensino tradicional e que justifica a adoção de métodos didáticos mais apropriados à formação profissional são: (i) os currículos das universidades são estruturados com foco no conhecimento técnico e científico, esquecendo a formação prática aplicada a realidade da indústria; (ii) Não há atividades práticas de projeto suficientes para um aprendizado mais efetivo; (iii) Os alunos não exercitam a prática gerencial em equipe; (iv) Os programas das universidades não aproximam o aluno dos aspectos sociais, ambientais, econômicos e legais; (v) Os programas também não propiciam experiências suficientes que correlacionem a teoria com a prática de projeto.

Behzadan e Kamat (2013) citam sobre como a influência das mídias visuais e sociais mudaram as percepções dos alunos sobre como devem ser os materiais de instrução e de aprendizado em sala de aula. No estudo feito por esses autores a ABP é unida à RA para criar interface intuitiva para alunos interagirem com situações reais em canteiro de obra. A proposta do objeto de aprendizado se fundamenta na necessidade de aplicar novas técnicas de ensino em substituição as técnicas tradicionais consideradas quase obsoletas por muitos alunos, especialmente para aqueles que são aprendizes visuais ou que possuem habilidades para trabalhar em equipe.

## Metodologia

O desenvolvimento do estudo foi organizado em duas partes: 1. a criação do conteúdo do curso pela equipe de projeto, e; 2. a realização do curso de capacitação, oferecido na modalidade EaD. Para isso se fez necessário estabelecer metas para gerar os relatórios das etapas e analisar a implantação do projeto.

A implementação do Curso EaD de Ilustração aconteceu em 30 dias. O Curso foi dividido em 04 módulos com duração total de 42 horas. Os critérios de avaliação foram qualitativos e quantitativos. Foi apresentado um projeto final pelas duas equipes, destacando a problemática de cada etapa, e a solução encontrada.



## Criação do Curso

O curso empregou o método ABP, que faz parte das Metodologias Ativas de Aprendizagem. Este método foi selecionado por ajudar o aluno a desenvolver sua capacidade de absorção de conteúdos de maneira autônoma e participativa. Este modelo de ensino aprendizagem não trabalha com aulas expositivas. A ênfase desse método está na forma como os conhecimentos disponíveis podem ser aplicados para solucionar situações que acontecem no exercício da profissão.

Considerando que os conhecimentos prévios necessários sobre Ilustração, Modelagem 3D e Ambiente Aumentado os alunos absorviam por meio de aulas EaD, algumas condições foram estabelecidas para que a aprendizagem ocorresse de maneira satisfatória: (i) O material de cada módulo deve ser claro, possuir conteúdo complementar com exemplos e linguagem adequada a cada tema; (ii) É necessário criar estímulo criativo para despertar no aluno o interesse de aprender.

Isto posto, os tópicos do curso foram agrupados em unidades temáticas. Cada unidade temática foi subdividida em temas. Os temas principais foram especificados para cada módulo, conforme apresenta o Quadro 01.

**Quadro 1** Conteúdo do Curso

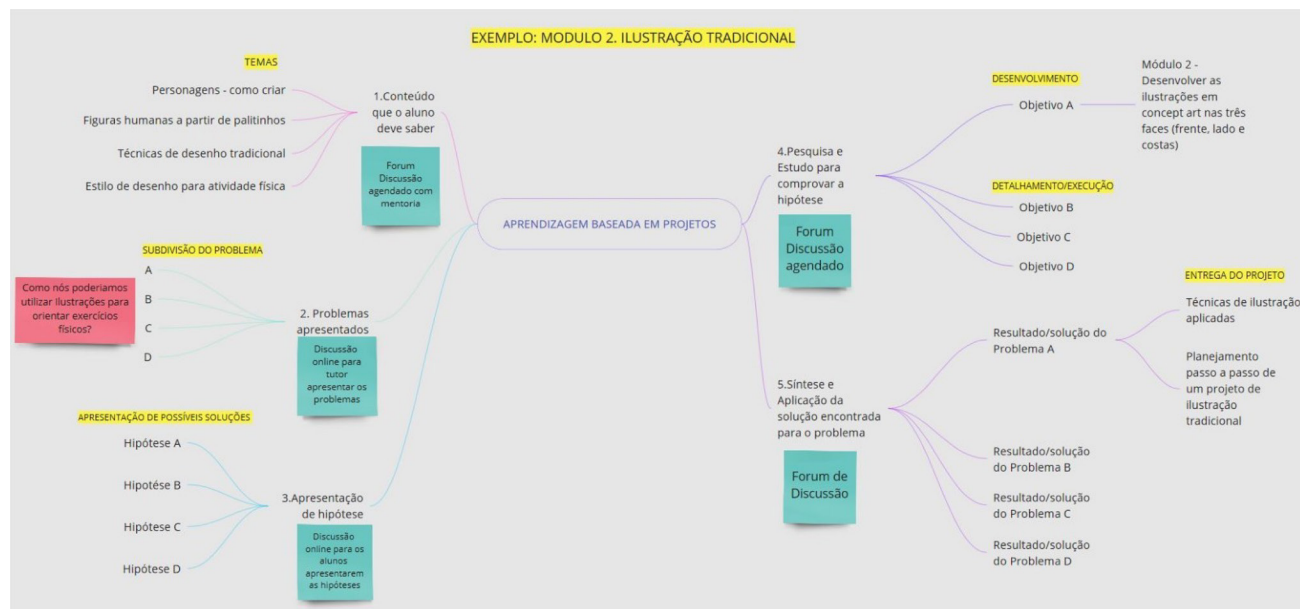
Fonte Os Autores, 2021

Módulo	Temas
1. Introdução ao Ensino a Distância	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da estrutura do curso;</li> <li>• Apresentação das ferramentas e materiais;</li> <li>• Metodologia do curso: Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP);</li> <li>• Atividades.</li> </ul>
2. Ilustração Tradicional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primeiros passos;</li> <li>• Personagens - como criar;</li> <li>• Estilo de desenho para atividade física;</li> <li>• Conhecendo os materiais e suas funções;</li> <li>• Técnicas de desenho tradicional;</li> <li>• Exercícios de esboço;</li> <li>• Figuras humanas a partir de traços;</li> <li>• Esboços experimentais.</li> </ul>
3. Modelagem e animação 3D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primeiros passos;</li> <li>• Conhecendo as ferramentas iniciais;</li> <li>• Modelando com extrusão e modificadores;</li> <li>• Inserindo cores nos materiais;</li> <li>• Trabalhando com keyframes;</li> <li>• Inserindo bones para a estrutura do personagem;</li> <li>• Animando os primeiros movimentos.</li> </ul>
4. Desenvolvimento de Ambiente Aumentado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primeiros passos;</li> <li>• Criando conta no Vuforia;</li> <li>• Criando banco de imagens;</li> <li>• Instalando o Unity;</li> <li>• Importando banco de imagens para o Unity;</li> <li>• Visualizando objeto em RA</li> <li>• Criando o aplicativo final.</li> </ul>
5. Apresentação Final.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação dos resultados obtidos em cada módulo.</li> </ul>

Figura 6 Modelo de ABP aplicado ao curso de ilustração para RA.

Fonte Os Autores, 2021

O acompanhamento do curso foi por tutoria, com atendimento por meio de fórum de discussão ou tira-dúvidas pelo WhatsApp. O Ambiente Virtual de Aprendizado – AVA foi o Colabweb. Os encontros síncronos online foram realizados via Google Meet. A Figura 6 mostra o modelo do método de ensino aprendizagem desenvolvido pela equipe de projeto.



Na Figura 06, o modelo é exemplificado mostrando o método ABP aplicado ao Módulo 2 de Ilustração Tradicional. Cada módulo seguiu um processo construtivo de 5 etapas para a aquisição do conhecimento, a saber: Apresentação do Tema, Subdivisão do Problema, Apresentação de Soluções, Desenvolvimento e Detalhamento. Todo módulo possui um tutor e um fórum de discussão para atender os alunos. Apenas um encontro síncrono de tira-dúvidas foi marcado para criar maior interatividade com os alunos. Apesar do tema do projeto ser definido pelo(s) tutor (es), quem definiu o foco do projeto e a especificidade para intervenção foram os alunos.

Na etapa 1 (Temas) o aluno cumpriu todo o conteúdo das aulas assíncronas para fundamentar a atividade, este conteúdo foi dividido em temas. No experimento, foi dado um período de 3 dias para o aluno cumprir todo o conteúdo do módulo. Após, foi marcado um encontro online para apresentação do problema de projeto.

Na etapa 2 (Subdivisão do problema) foi apresentada uma situação-problema aos alunos que foi: “Como nós poderíamos utilizar a ilustração tradicional para orientar exercícios físicos?” A questão dada foi então amplamente debatida pelo(s) tutor(es) com o grupo de alunos, que subdividiram a questão em outras subquestões. Foi dado um prazo de 24 horas para que os alunos pesquisassem e trouxessem para o próximo encontro online as hipóteses ou ideias para a solução do problema.

Na etapa 3 (Subdivisão de hipóteses) as ideias foram apresentadas pelos alunos e amplamente discutidas pelo grupo (alunos e tutores). Após

definida a melhor ideia, foi dado novo prazo de 24 horas para os alunos pesquisarem e comprovarem ou não as hipóteses.

Após a hipótese refinada, a etapa 4 (Desenvolvimento) foi onde os alunos definiram os objetivos para o projeto. Nessa etapa, e a partir de mais pesquisas, os alunos reuniram o máximo de alternativas de soluções para o problema, determinando qual solução melhor se encaixa para a resolução da situação-problema.

A etapa 5 foi a síntese e aplicação da solução encontrada, em que foi feito o detalhamento e especificações das técnicas utilizadas na ilustração. Esta foi a conclusão do projeto que foi organizada pelos alunos para apresentação e entrega final.

Durante todas as etapas de aplicação do modelo, os alunos fizeram uso de algumas técnicas e ferramentas utilizadas pelo design, como mapas conceituais e moodboard. A discussão em grupo e o trabalho em equipe foi estimulado, procurando colocar o aluno como parte central no seu processo de aprendizagem. As avaliações das atividades foram realizadas durante os encontros online e depois da criação do ambiente aumentado. No final, cada aluno fez uma avaliação do próprio aprendizado.

O público-alvo do curso foram alunos dos cursos de graduação em Design da Universidade Federal do Amazonas, interessados em desenvolver novas habilidades no campo da ilustração digital e da RA. Para a realização do curso foram solicitados as seguintes ferramentas e materiais aos alunos: papel e lápis. Recomendado o uso de lápis 2B; instalação dos softwares Blender, Unity, Vuforia; uso online da ferramenta Miro pela equipe de projeto. Foram elaboradas ainda apostilas e videoaulas do curso, ementas do conteúdo programático e demais informações sobre cada módulo.

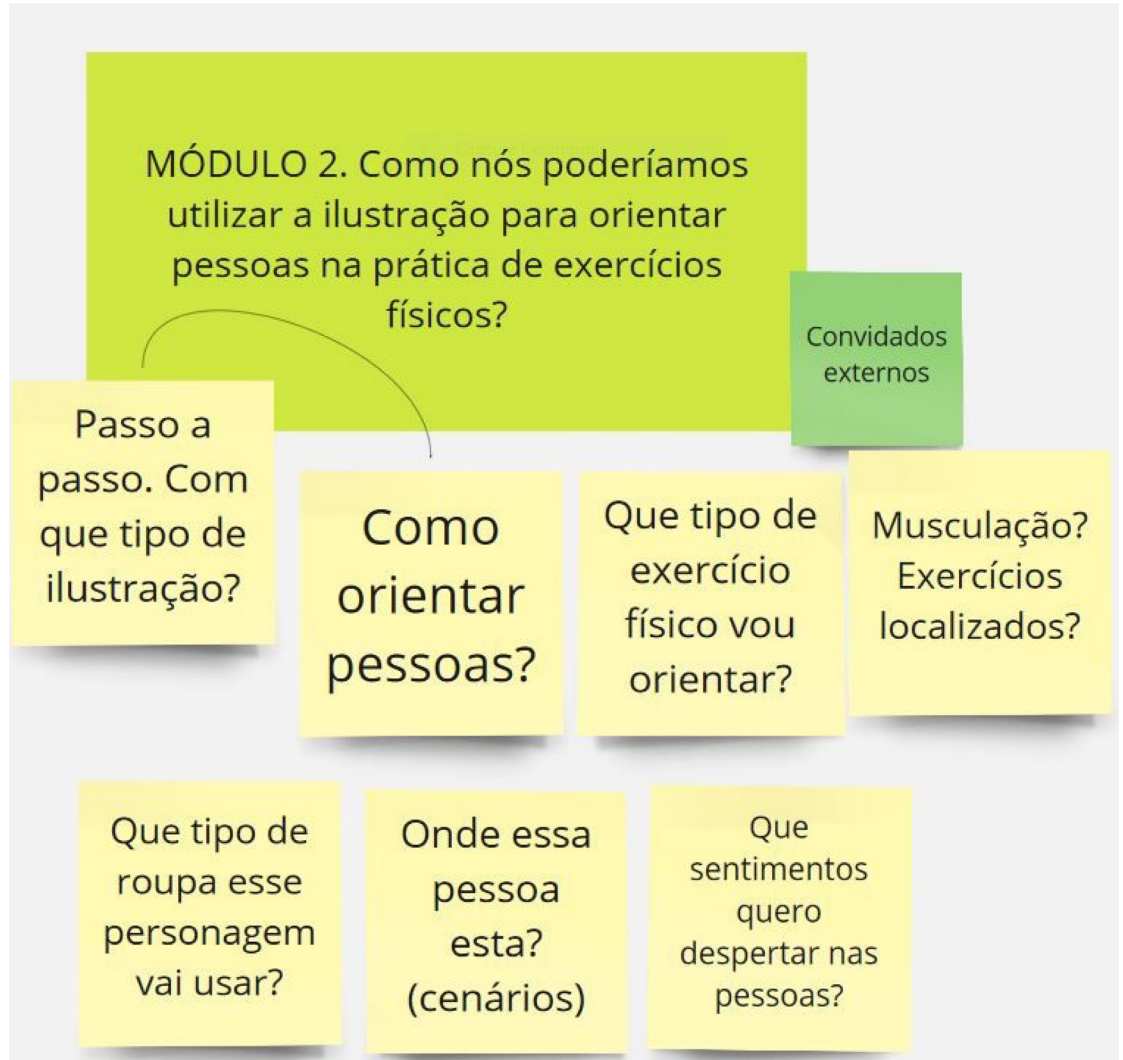
## Aplicação Piloto

A aplicação do curso aconteceu de forma remota, utilizando as plataformas ColabWeb. Participaram da experiência 7 (sete) alunos de graduação, além da equipe do projeto. Foram utilizadas as ferramentas online Miro para apresentação, registro e discussão dos problemas/perguntas, e o Google Meet. O WhatsApp foi utilizado para monitoria e tira-dúvidas dos alunos durante toda aplicação piloto.

No primeiro módulo do curso foram apresentados os objetivos, as ferramentas que seriam utilizadas e a metodologia ABP.

No módulo de Ilustração tradicional, as videoaulas ensinavam sobre materiais básicos para se criar esboços a técnicas de finalização das ilustrações, sendo os tópicos principais: formas geométricas aplicadas em desenhos de personagens; Criação de figuras humanas a partir de traços (palitos); Desenho por observação; Esboços experimentais e a Criação do Model Sheet. Os alunos inicialmente realizaram todas as atividades constantes nas videoaulas, para depois participarem do primeiro encontro online onde foi apresentado o problema de projeto, lembrando que o tema escolhido foi saúde e bem-estar com foco na realização de exercícios físicos. Isto posto, o

problema apresentado foi “Como nós poderíamos utilizar a ilustração para orientar pessoas na prática de exercícios físicos?” (Figura 7).



**Figura 7** Apresentação do problema de projeto do módulo II.

Fonte Os Autores, 2021

Durante a discussão do problema, surgiram várias subperguntas. De posse dessas subperguntas-problemas, os alunos iniciaram a etapa de pesquisa. Assim, a questão colocada não trata somente de aspectos teóricos, mas também de aspectos práticos aplicados a situação real de projeto. Ou seja, os alunos precisam entender como são feitos os exercícios físicos para ilustrar corretamente, analisar posturas e proporções do desenho, investigar os tipos de práticas físicas e seus resultados e aplicações, bem como as medidas e recomendações que atendam às necessidades da população-alvo.

A pesquisa realizada pelos alunos encontrou as atividades de aeróbica e o boxe como sendo exercícios que podem ser realizados tanto em casa como ao ar livre, e que por isso também, possíveis de serem orientados por meio da RA. O resultado das ilustrações envolveu soluções com o uso de esboços conceituais baseados na utilização da tríade do design - formas triangulares, quadrangulares e circulares, ver Figuras 8.

**Figura 8** Esboços conceituais desenvolvidos pelos alunos.

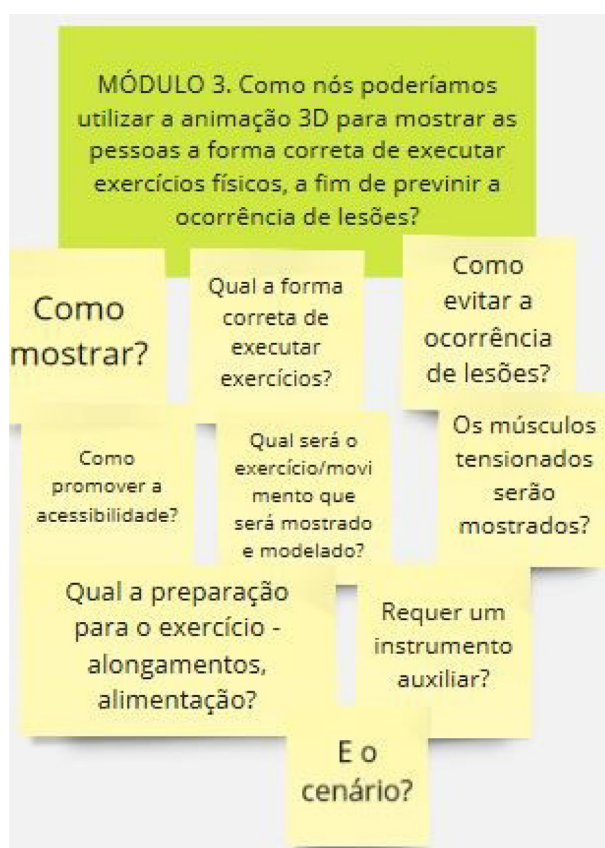
Fonte UFAM, 2021



No módulo de modelagem 3D e animação, após a visualização das aulas na plataforma ColabWeb, foi apresentada uma nova problemática, incluindo o tema do módulo, qual seja: “Como poderíamos utilizar a animação 3D para mostrar a forma correta de executar os exercícios físicos, a fim de prevenir a ocorrência de lesões?” (Figura 9). Assim como no módulo de ilustração tradicional, a pergunta inicial foi decomposta em subperguntas.

**Figura 9** Apresentação do problema de projeto do módulo III.

Fonte Os Autores, 2021



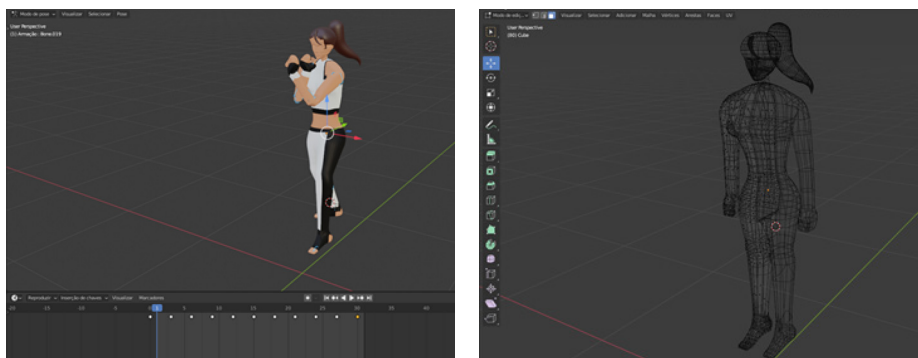


Em seguida, os alunos se reuniram para pesquisar, formular e definir hipóteses para solucionar o problema, procurando representar o tipo exercício e cenário onde ocorreria a prática, a forma correta de realizar os exercícios físicos entre outras atividades.

Algumas das hipóteses/soluções apresentadas pelos alunos foram: (i) Demonstrar qual a execução correta do exercício, expondo em vermelho quais os músculos trabalhados, sendo 30 segundos executando os exercícios e 30 segundos de descanso ativo, mostrando como flexionar os membros e como controlar a respiração corretamente, e; (ii) Incluir uma introdução para evitar lesões, utilizando aquecimentos, assim como classificação dos exercícios por níveis (desde baixo impacto até alto impacto). Os alunos então se organizaram para construir e animar uma representação dos movimentos definidos, utilizando o software Blender. Cada equipe definiu um personagem e um movimento, ver Figura 10.

**Figura 10** Modelagem 3D dos movimentos definidos por uma das equipes de alunos.

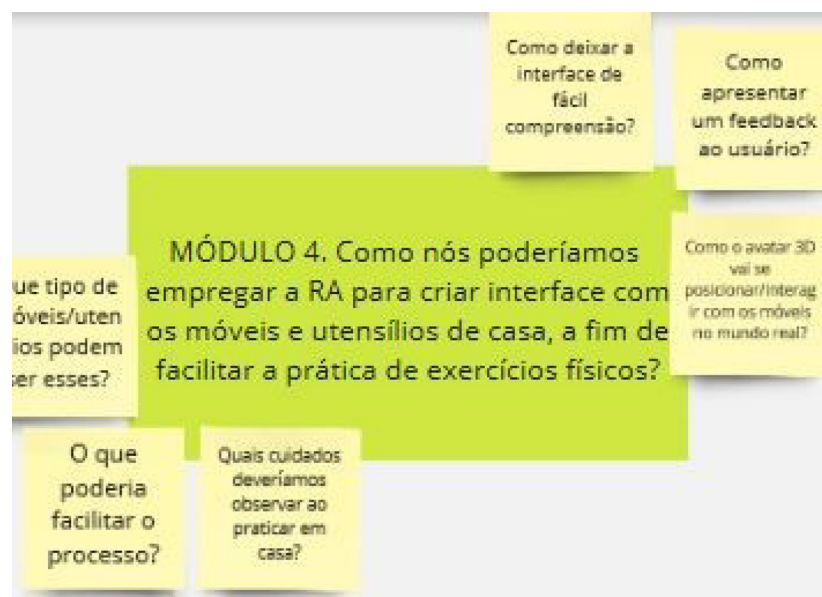
Fonte UFAM, 2021



No quarto e último módulo do curso piloto, os alunos reuniram todos os objetos construídos nos módulos anteriores para consolidar uma solução para a seguinte problemática: “Como poderíamos empregar a RA para criar interfaces com os móveis e utensílios de casa, a fim de facilitar a prática de exercícios físicos em casa?” (Figura 11).

**Figura 11** Apresentação do problema de projeto do módulo IV.

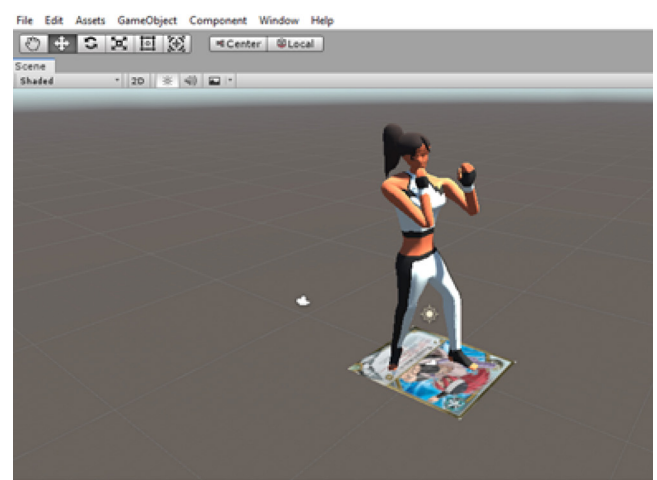
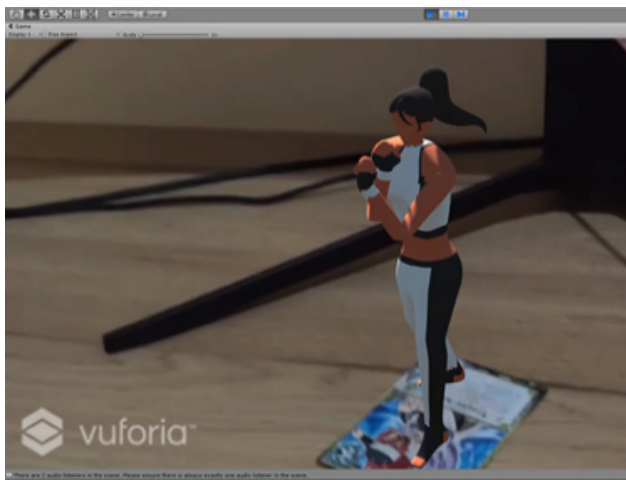
Fonte Os Autores, 2021



Para a execução da atividade do quarto módulo os participantes utilizaram o software Unity 3D em conjunto com o SDK (Software Development Kit) Vuforia para desenvolver o ambiente em realidade aumentada. Este ambiente é composto pela presença de um modelo tridimensional, construído no módulo anterior, e um marcador. Este marcador é utilizado para projetar o modelo 3D no ambiente real, como pode ser visto nas imagens apresentadas na Figura 12. Ao final da atividade os alunos apresentaram seus resultados por meio de vídeos e imagens.

**Figura 12** Modelo 3D com o marcador e no ambiente real.

**Fonte** UFAM, 2021



Note-se que todas as questões norteadoras foram aumentando gradualmente a complexidade do projeto, que partiu da criação de um personagem e definição do tipo de atividade física, passando pela modelagem 3D desse personagem, e culminando na consolidação da animação das atividades físicas em ambiente aumentado.

Durante a realização do curso a equipe de projeto reavaliava diariamente os pontos positivos e negativos observados durante as atividades desenvolvidas pelos alunos. Tais observações foram registradas para posterior avaliação e mudanças na estrutura do curso para torná-lo mais adequado e de acordo com o planejado.

#### Pontos Positivos

Analisando todo o processo e o resultado obtido com a aplicação do curso piloto, alguns pontos positivos foram coletados através da experiência:

- Os alunos conseguiram compreender o material disponibilizado;
- A duração do curso, mostrou-se ideal, pois foi possível expor o conteúdo teórico e ainda permitir que os alunos aplicassem tais teorias de forma prática;

- Houve receio que a modalidade EaD prejudicasse a transmissão das técnicas pretendidas, entretanto, porém a forma de gestão e condução tornou a aplicação factível;
- O método de ABP se mostrou eficaz para o aprendizado de criação de personagem, modelagem 3D e construção de ambiente aumentado.

### Pontos Negativos

Com base nas soluções propostas pelos alunos e durante a aplicação piloto do curso, pôde-se observar alguns pontos a serem considerados para futuras melhorias.

- Apenas três encontros síncronos são necessários para a consolidação das soluções;
- Duração do módulo de Modelagem e Animação 3D; demandou de mais tempo para a construção do objeto tridimensional pelas equipes.

### Conclusões

O objetivo do experimento foi oferecer um curso que mostrasse técnicas de ilustração para aplicação em modelagem 3D e realidade aumentada, sendo o destino um projeto de aplicativo de treinamento e orientação de exercícios físicos utilizando ilustrações 3D em AR. Partindo deste objetivo, o projeto foi construído através do método de Aprendizagem baseada em Projeto (ABP), que permitiu ao aluno conhecer e aplicar conteúdo em uma situação real com técnicas projetuais focadas na resolução de um problema.

A execução do projeto deu-se basicamente em duas etapas, onde a primeira o foco era na preparação, realizando pesquisas acerca dos conteúdos e documentação dos dados importantes, como fontes e referências destes temas. A segunda etapa teve um foco mais prático, sendo direcionada para a criação de todo o material, desde os vídeos, até os objetos de aprendizagem a serem utilizados pelos alunos. Este processo se mostrou eficaz, pois com o objetivo bem definido em cada etapa, pôde-se focar completamente em atingi-lo até avançar para a próxima execução, e assim, todo o conteúdo textual e audiovisual gerado, tornou-se uma ferramenta útil para a disseminação dos assuntos abordados.

Durante as etapas de planejamento e desenvolvimento do curso, foram consideradas algumas limitações como o tempo de execução do piloto e o número de participantes. Em relação ao tempo, o curso piloto foi moldado para ser executado em um mês, distribuindo de forma igualitária os encontros entre os módulos e realizando acompanhamentos regulares com

os participantes. Ao final, foi definido como sugestão de melhoria, a alteração da duração dos módulos com atividades mais práticas como: Ilustração Tradicional, Modelagem e Animação 3D.

Em relação ao número de participantes, devido a fatores externos, ingressaram no curso apenas sete alunos de graduação. Dessa forma, constituindo duas equipes ativas.

Apesar das limitações, todas as etapas do curso foram concluídas. Ao final, as equipes apresentaram seus projetos demonstrando todo o processo criativo e metodológico, construído ao longo dos módulos e expondo os devidos protótipos. Dessa forma é possível afirmar que o objetivo proposto foi alcançado com resultados satisfatórios aos participantes e aos organizadores.

Por fim, sugere-se como estudos futuros a adoção de novas ferramentas para a integração entre as equipes e entre os tutores. Além disso, visando o aumento do número de participantes no curso, é necessário implementar metodologias de gerenciamento para controle das atividades produzidas por cada equipe e dos objetos gerados em cada módulo. Dessa forma, promovendo uma constante reinvenção da estrutura do curso a fim de mantê-lo atualizado e eficiente.

## Agradecimento

Esta pesquisa foi realizada no âmbito do Projeto Samsung-UFAM de Ensino e Pesquisa (SUPER), nos termos do artigo 48 do Decreto nº 6.008 / 2006 (SUFRAMA), foi financiada pela Samsung Eletrônica da Amazônia Ltda., nos termos da Lei Federal nº 8.387 / 1991, por meio do convênio 001/2020, firmado com a Universidade Federal do Amazonas e a FAEPI, Brasil.

## Referências

AZEVEDO, Yuri Gomes Paiva; ARAUJO, Aneide Oliveira de; MEDEIROS, Vanessa. Câmara de. Conhecimentos, **Habilidades e Atitudes Desenvolvidas Pelos Discentes de Contabilidade Através da Aprendizagem Baseada em Projetos**. Contabilidade, Gestão e Governança - Brasília · v. 20 · n. 1 · p. 153-174 · jan./abr. 201715. [http://dx.doi.org/10.21714/1984-3925\\_2017v-20n1a9](http://dx.doi.org/10.21714/1984-3925_2017v-20n1a9)

BEHZADAN, Amir H.; KAMAT Vineet R. **Enabling discovery based learning in construction using telepresent augmented reality**. Automation in Construction. Volume 33, August 2013, Pages 3-10. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.09.003>

BENDER, Ivaneu; CECCONELLO, Ivandro. **Aplicações da Realidade Aumentada na Manufatura: uma Revisão da Literatura**. Scientia cum Industria. V. 08, No 2. 2020. Doi <http://dx.doi.org/10.18226/23185279.v8iss2p100>

BOTTANI, Eleonora; VIGNALI, Giuseppe. **Augmented reality technology in the manufacturing industry: A review of the last decade**, IISE Transactions, 51:3, 284-310. 2019. 10.1080/24725854.2018.1493244

FRANÇA, Carlos Roberto. SILVA, Tatiana da. **A realidade virtual e aumentada e o ensino de ciências**. Educitec. Manaus, v.05, n.10, p.193-215, Março. 2019. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/331439575\\_A\\_Realidade\\_Virtual\\_e\\_Aumentada\\_e\\_o\\_Ensino\\_de\\_Ciencias\\_The\\_Virtual\\_and\\_Augmented\\_Reality\\_and\\_the\\_Science\\_Teaching](https://www.researchgate.net/publication/331439575_A_Realidade_Virtual_e_Aumentada_e_o_Ensino_de_Ciencias_The_Virtual_and_Augmented_Reality_and_the_Science_Teaching)> Acesso em: 02 setembro 2020.

Google for Education. **Future of the classroom**. Disponível em: <[http://services.google.com/fh/files/misc/future\\_of\\_the\\_classroom\\_emerging\\_trends\\_in\\_k12\\_education.pdf](http://services.google.com/fh/files/misc/future_of_the_classroom_emerging_trends_in_k12_education.pdf)> Acessado em: 26 agosto 2020.

HINTERHOLZ, L.T; SANTOS, W. O. **Aprendizagem Baseada em Projetos: Relato de Introdução da Lógica no Ensino Fundamental**. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação – CBIE. 2017.

LOPES, Luana Monique Delgado et al. **Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada: uma revisão sistemática**. Educação em Revista. Belo Horizonte, v.35, 2019. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-46982019000100403&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-46982019000100403&tlng=pt)>. Acessado em: 02 setembro 2020.

MOURTZIS, D., ZOGOPOULOS, V., KATAGIS, I., & LAGIOS, P. (2018). **Augmented Reality based Visualization of CAM Instructions towards Industry 4.0 paradigm: A CNC Bending Machine case study**. Procedia CIRP, 70, 368–373. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.02.045>

RE, G. M. (2013). **Low Cost Augmented Reality for Industrial Problem**. Politecnico di Milano – Mechanical Department Doctoral Programme in Mechanical Engineering.

UFAM. Avaliação Final. **Curso: Sistema de Ensino e Treinamento em Ilustração para Realidade Aumentada: Criando a Experiência Imersiva do Usuário**. Projeto SUPER. Disponível em: <<https://colabweb.ufam.edu.br/course/view.php?id=629>> Acessado em: 15 março 2021. Sales, André Barros; Serrano, Maurício; Serrano, Milene. **Aprendizagem Baseada em Projetos na Disciplina de Interação Humano-Computador**. Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información. RISTI, N. 37. 2020. Disponível em: <https://search.proquest.com/docview/2423815402?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>.

Recebido: 10 de fevereiro de 2022

Aprovado: 11 de fevereiro de 2022