

PROPOSTA PARA ENSINO DE MODELAGEM 3D E MANUFATURA ADITIVA PARA ALUNOS DE DESIGN DE MODA

Proposal for teaching 3D modeling and additive manufacturing to Fashion Design students

Brito, Débora Mizubuti; Doutora; debbiebrito@gmail.com.br¹

Landim, Paula da Cruz; Doutora; Universidade Estadual Paulista, paula@faac.unesp.br²

Andrade, Raquel Rabelo; Doutora; Universidade Tecnológica Federal do Paraná, raquelandrade@utfpr.edu.br³

Resumo: O presente artigo apresenta um recorte da metodologia aplicada na pesquisa de doutorado da autora principal, cujo objetivo é a apresentação de uma proposta de modelo de abordagem de ensino do desenvolvimento 3D e aspectos do processo de manufatura aditiva direcionado para o aluno de design de moda. Os dados levantados apontaram viabilidade e um modelo de ensino foi proposto como resultado.

Palavras chave: Ensino; Modelagem 3D; Manufatura Aditiva.

Abstract: This article presents an outline of the methodology applied in the main author's doctoral research, which objective is to present a proposal of model for teaching 3D development and aspects of the additive manufacturing process aimed at fashion design students. The data collected showed viable and a teaching model was proposed as a result.

Keywords: Teaching; Modeling; Additive Manufacturing.

¹ Doutora em Design pela Universidade Estadual Paulista – UNESP, linha de pesquisa em desenvolvimento e ensino de modelagem. Designer de joias nas joalherias GH Diamonds e Epic Joias.

² Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo FAU - USP . Docente do Departamento de Design da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - FAAC da Universidade Estadual Paulista, UNESP – Campus Bauru.

³ Doutora em Design pela Universidade Estadual Paulista – UNESP, docente na Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campus Apucarana.



Introdução

O ensino da modelagem do vestuário é assunto recorrente em pesquisas no âmbito do Design de Moda. Nota-se que existe grande ênfase no estudo de produtos vestíveis, considerando assim a modelagem de superfícies têxteis. A indústria da moda, no entanto abrange diferentes categorias de produtos, porém a maioria das disciplinas de modelagem em cursos superiores de moda não abordam o desenvolvimento de modelagem em 3D para produtos não têxteis. Não apenas vestuário compreende produtos de moda, outras categorias como, por exemplo, os acessórios, aviamentos e complementos também estão inseridos no âmbito da moda.

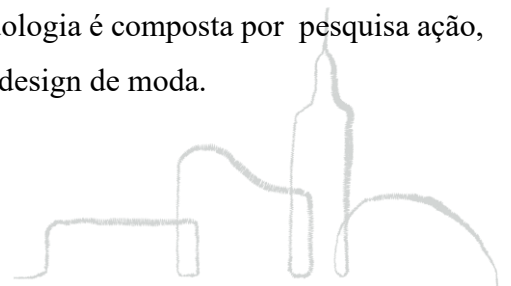
O segmento industrial como um todo vivencia um processo de automatização e incorporação de novas tecnologias. A indústria da moda e da confecção procura adaptar a sua produção seguindo os avanços tecnológicos. Atualmente denomina-se essa fase de indústria 4.0. Suas principais características são o uso de sistemas cyber físico, a internet das coisas, a internet dos serviços e a descentralização dos processos de manufatura. Um novo modo de produzir surge como pilar dessa indústria tecnológica, a manufatura aditiva. O processo recebe esse nome devido ao fato de se produzir um objeto por meio da adição de camadas de matéria-prima. O termo impressão 3D, mais popular, também é adotado para referir esse processo produtivo.

Considerando a formação ampla do aluno de design de moda sobre processos de modelagem, o objetivo da pesquisa é apresentar uma proposta de abordagem de ensino de modelagem de produtos em 3D e os aspectos do processo de manufatura aditiva direcionado para o aluno de design de moda.

Procedimentos metodológicos

A metodologia adotada na pesquisa é composta por revisão de literatura, e os principais autores utilizados foram Emídio (2018), Spaine (2016), e Souza (2006) e (2013) para embasar os conhecimentos de modelagem do vestuário.

Para elucidar os conteúdos referentes aos processos de manufatura aditiva os principais autores citados são: Sacomano (2018) e Rodrigues et al (2017). A segunda etapa da metodologia é composta por pesquisa ação, que foi aplicada no âmbito acadêmico em uma universidade com curso de design de moda.



A pesquisa ação, principal conteúdo do recorte presente no artigo, proporcionou o levantamento de informações consideráveis para a criação de diretrizes para o modelo a ser proposto. Como o próprio nome já diz está muito relacionada com a prática, com a ação do objeto estudado. Para Engel (2000) A pesquisa-ação surgiu da necessidade de superar a lacuna entre teoria e prática.

Desenvolvimento

A primeira etapa da metodologia, o levantamento do embasamento teórico, revelou o ensino de diferentes metodologias projetuais no ensino superior de moda, e a modelagem está presente nessas metodologias em algum momento da execução do projeto de produtos de moda. Ao enfatizar a atividade de ensino de modelagem Emídio (2018), propõe uma divisão a partir de duas dimensões técnicas e suas finalidades, a dimensão técnica-produtiva e a dimensão técnica-constructiva. É uma abordagem extremamente interessante, e que corrobora no entendimento dos métodos e do ensino da modelagem. Para a autora, é justamente na articulação entre ambas as dimensões que é possível estruturar concepções teórico-metodológicas para a orientação do aluno e/ou profissional designer de moda no que se refere à atividade de modelagem.

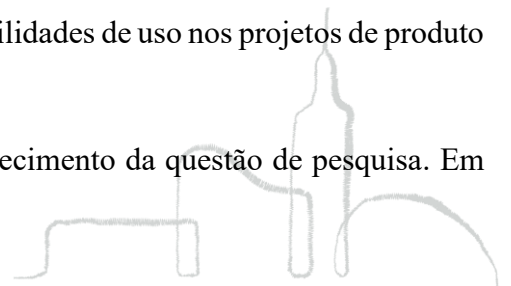
O estudo de Spaine (2016) apresenta diretrizes para o ensino da modelagem do vestuário, considerando alguns conhecimentos complementares, apresentando seus aspectos e fatores. Dentre esses conhecimentos aborda os conceitos de matemática utilizados na atividade de modelar. Seus resultados e diretrizes colaboraram para a idealização da proposta da presente pesquisa.

Souza (2006) e (2013) estabelece vasta relação da modelagem do vestuário com a configuração estrutural formal e o desenvolvimento do pensamento construtivo do modelista. A autora aponta o uso de alguns recursos construtivos para a obtenção de determinadas formas e caimentos que podem ser explorados durante a modelagem do vestuário.

A construção da forma está atrelada à combinação de vários elementos: o corpo-suporte, a silhueta, o material têxtil, os recursos construtivos e o próprio espaço. O corpo é a estrutura base que confere sustentação ao produto. Faz-se necessário conhecer sua anatomia e suas possibilidades de movimento, as proporções entre as diversas partes e o alcance das articulações. (SOUZA, 2013, p.21)

O levantamento de importantes informações sobre a indústria 4.0 e o processo de manufatura aditiva contribuíram para o esclarecimento de tais conceitos, asseverando as possibilidades de uso nos projetos de produto de moda.

A pesquisa teórica apontou informações interessantes para o fortalecimento da questão de pesquisa. Em



seguida a pesquisa-ação foi realizada em etapas, seguindo uma sequência sugerida por Engel (2000) e pode ser conferida no Quadro 1 adaptado abaixo. Como objeto de análise considerou-se a disciplina de modelagem de acessórios do curso de Design de Moda da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR.

Quadro 1: Etapas da pesquisa-ação aplicada

PESQUISA-AÇÃO APLICADA		
FASE	O QUE FOI REALIZADO	CONSTATADO
1. Definição do problema	<ul style="list-style-type: none"> Análise da nova disciplina de modelagem de acessórios do curso de Design de Moda da UTFPR. 	<ul style="list-style-type: none"> Disciplina focada apenas na modelagem plana e confecção de acessórios de cabeça e artigos em couro.
2. Pesquisa preliminar	<ul style="list-style-type: none"> Análise de ementa e conversa com a professora da disciplina; Identificação de inexistência de modelagem 3D de objetos sólidos, tais como acessórios e complementos; Identificação de recursos existentes. 	<ul style="list-style-type: none"> A modelagem 3D de acessórios e seus complementos auxiliaria na criação de produtos mais complexos e personalizados, ampliando perfil tecnológico do curso e formação do aluno; Existência de laboratório de informática e de impressão equipados e a disposição da pesquisa para realização do teste e posterior implantação da disciplina na grade curricular do curso.
3. Hipótese	<ul style="list-style-type: none"> Inclusão de conteúdo teórico e prático de manufatura aditiva para desenvolvimento de acessórios tornaria a disciplina completa, capacitando o aluno em tecnologia já existente no mercado. 	

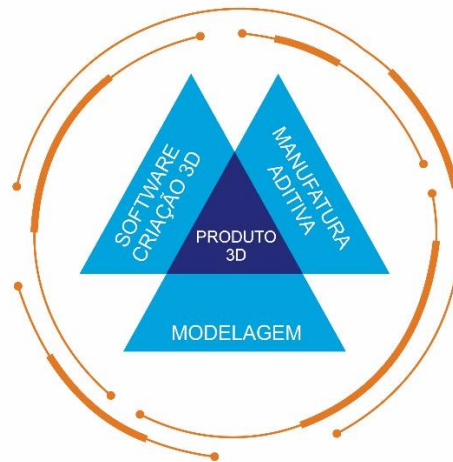
<p>4. Desenvolvimento de um plano de ação</p>	<ul style="list-style-type: none">▪ Ensino teórico sobre: Indústria 4.0 e Manufatura aditiva;▪ Ensino prático de manuseio do software Blender de criação 3D;▪ Modelagem e impressão de peça de acessório e complemento para confecção de produto real.	<ul style="list-style-type: none">▪ Necessidade de 12 aulas teóricas, divididas em 4 dias, sobre: Indústria 4.0. Manufatura aditiva e impressão 3D;▪ Necessidade de mais horas/aula para o ensino de manuseio básico do software Blender.
<p>5. Implementação do plano de ação</p>	<ul style="list-style-type: none">▪ Aplicação de teste prático em sala de aula com alunos da disciplina, de modo presencial durante 6 semanas do primeiro semestre de 2022.	<ul style="list-style-type: none">▪ Realização com êxito da atividade dentro do tempo previsto.
<p>6. Coleta de dados para avaliação dos efeitos da implementação do plano de ação</p>	<ul style="list-style-type: none">▪ Coleta de dados por meio de questionário aplicado com alunos antes e depois da atividade teste;▪ Análise de resultados por meio de avaliação visual de peças impressas e produtos finais confeccionados no decorrer da disciplina.	<ul style="list-style-type: none">▪ Respostas comprovaram inexistência de qualquer conhecimento técnico relacionado a manufatura aditiva e sua aplicação na moda;▪ Realização de desenhos de acessórios de modo manual e bidimensional até então;▪ Não habilidade em manuseio de software 3D;▪ Carência de pensamento construtivo 3D relacionado a configuração de objetos sólidos;▪ Gostariam de aprender modelagem 3D;▪ Aprovação dos alunos ao final da atividade com satisfação ao verificar a impressão das peças modeladas.

7.	Avaliação do plano de intervenção	▪ Análise das etapas do modelo proposto inicialmente.	▪ Se possível aumentar o número de aulas práticas.
8.	Comunicação de resultados	▪ Finalização da tese e divulgação do modelo.	

Fonte: Brito (2022)

As fases 1, 2 e 3 da pesquisa-ação forneceram informações iniciais para o desenvolvimento de uma proposta para a abordagem de modelagem 3D e manufatura aditiva ; e as demais fases, para a validação do mesmo. Inicialmente pensou-se nos conhecimentos necessários que embasariam o aprendizado do conteúdo proposto e também para a execução da atividade teste. A junção dessas bases de conhecimentos proporcionaria melhor entendimento e desempenho na atividade, o que pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1: Intersecção de conhecimentos para o desenvolvimento da modelagem 3D de acessórios



Fonte: Brito (2022)

Dentre esses conhecimentos essenciais os alunos possuíam apenas um, o de modelagem. No entanto esse conhecimento estava relacionado com modelagem do vestuário, ou seja, modelagem de superfície têxtil, afinal a grade curricular do curso não previa até o momento o aprendizado de desenvolvimento tridimensional de objetos sólidos, como os acessórios. Ainda assim entende-se que os princípios da configuração formal aprendidos em modelagem do vestuário são razoáveis para o desenvolvimento de um acessório 3D.

Nesse sentido, optou-se por acentuar a transmissão de conhecimentos teóricos acerca da indústria 4.0 enfatizando o processo de manufatura aditiva e, posteriormente, o ensino sobre a utilização do software Blender

de criação 3D, compondo assim a tríade de embasamento teórico e prático para o desenvolvimento da modelagem de um produto sólido 3D.

Para que as diretrizes fossem estabelecidas foi necessário criar links entres os assuntos, para que o aluno compreendesse o funcionamento coeso dos conhecimentos. Criou-se uma relação entre os processos de execução comumente usados na execução da modelagem do vestuário, que foram aprendidos nas disciplinas anteriores, com os processos da modelagem tridimensional de acessórios executada no software de criação Blender.

Quadro 2: Relação entre fases do processo de modelagem do vestuário x modelagem 3D de acessórios

Fases da modelagem do vestuário		Fases da modelagem 3D de acessório	
1	Análise do projeto (desenho bidimensional) frente e costas. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Interpretação de desenho 	Análise visual do projeto, sob a visão dos eixos x, y e z. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Interpretação de desenho ▪ Matemática 	
2	Tabela de medidas corporais padrão da indústria ou do corpo usuário e especificações técnicas da peça. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Antropometria ▪ Ergonomia 	Especificações técnicas da peça e medidas corporais (medidas que estarão diretamente relacionadas com a usabilidade da peça), ex.: anel, medida da circunferência do dedo. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Antropometria ▪ Ergonomia 	
3	Execução do diagrama do molde base. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Técnicas de modelagem ▪ Matemática 	Escolha da forma geométrica inicial, da qual o produto derivará. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Matemática 	
4	Interpretação de modelo, aplicação de técnicas de modelagem e recursos construtivos (pences, pregas, nervuras, recortes, vazados etc.). <ul style="list-style-type: none"> ▪ Matemática ▪ Materiais têxteis 	Alterações na forma inicial. Aplicação de ferramentas e modificadores para alteração de forma. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Software de criação 3D ▪ Materiais 	
5	Corte e costura de uma peça piloto. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Costura ▪ Montagem de peças 	Renderização e visualização digital do modelo. Ou impressão de uma peça piloto. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Informática 	

		▪ Técnica de manufatura aditiva
6	Aprovação ou correções.	Aprovação ou correções.
7	Ajuste no molde. Graduação da peça se necessário. ▪ Matemática	Ajuste no molde. Graduação da peça se necessário. ▪ Matemática
8		Impressão de matriz para molde ou impressão de peça final. ▪ Técnicas de manufatura aditiva e impressão

Fonte: Brito (2022)

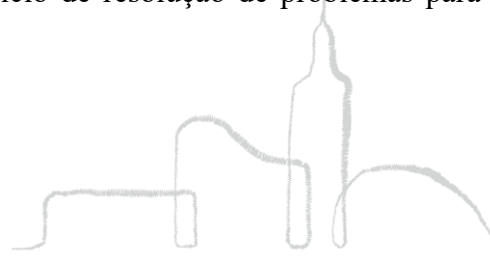
O Quadro 2 relaciona as etapas do processo de modelagem do vestuário, que o aluno já conhece, com o processo de modelagem 3D e aponta quais os conhecimentos necessários exigidos em cada um.

Dessa maneira observa-se que são caminhos parecidos, portanto o novo ensinamento é passível de ser ensinado e aprendido. Sendo assim o modelo tem o objetivo de orientar o professor a abordar o tema para alunos que não tenham tido contato ainda com o procedimento de desenvolvimento em software de criação 3D.

As duas dimensões de execução da modelagem do vestuário previstas por Emídio (2018), a dimensão técnica-criativa, que é voltada à concepção do vestuário e a dimensão técnica-produtiva, destinada para a etapa de produção, podem ser compreendidas também no processo de modelagem 3D de acessórios, ocorrendo de maneira concomitante. O produto resultado da modelagem iniciada com a função criativa, dentro do ambiente do software acaba sendo o próprio molde final.

O método MODThinking proposto por Emídio (2018) é extremamente interessante e contempla a complexidade do ato de modelar o vestuário apresentando-se como um método bem organizado. Dessa maneira o modelo MODThinking foi utilizado como norteador na construção das diretrizes da presente pesquisa.

O produto a ser modelado se apresenta como situação problema e ao final do processo a modelagem obtida é então a resposta do problema. Brito (2018) igualmente propõe o produto como situação problema e sugere a metodologia de ensino ativa PBL (Problem Base Learning) como alternativa para disciplinas de modelagem, pois posiciona o aluno como agente ativo de seu aprendizado, utilizando o ciclo de resolução de problemas para estabelecer o meio possível para obtenção da modelagem.



Foram estabelecidas diretrizes, divididas em 2 fases, para a criação de uma proposta de ensino, sendo uma fase teórica, na qual que será feito um aporte de conhecimentos novos aos alunos e uma parte subsequente de atividades práticas para aprendizado e experimentações.

Quadro 3: Fases de diretrizes de ensino

FASE	ATIVIDADE / CONTEÚDO
1 Teórica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Embasamento teórico; ▪ Tecnologias existentes: software de criação, software de impressão e impressoras.
2 Prática	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Funcionamento, navegação e recursos do software de criação; ▪ Análise de projeto de produto; ▪ Modelagem do produto; ▪ Impressão de protótipo; ▪ Correções e finalização.

Fonte: Brito (2022)

Considerando a existência de duas fases distintas, sendo uma apenas teórica, existe a alternativa de ofertar o conteúdo de maneira híbrida, pois o aporte teórico inicial não exige o uso de laboratório específico. Já as atividades práticas ocorrem melhor de modo presencial com a presença dos dois agentes de aprendizado, o professor e o aluno, presentes em sala, além de exigir equipamentos específicos que possivelmente o aluno não teria em casa.

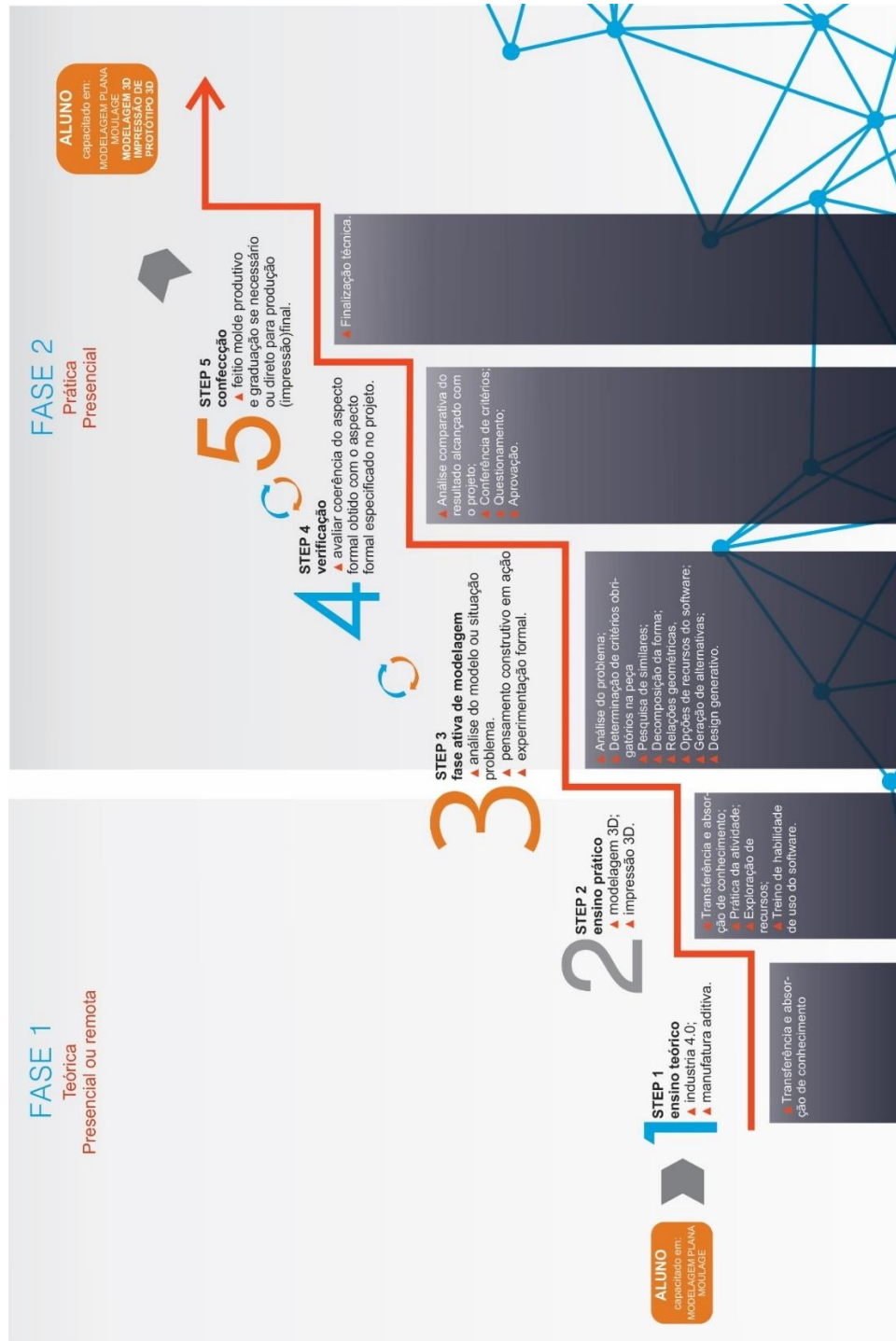
Em cada fase sugerem-se conteúdo a serem abordados e procedimentos de ensino sempre priorizando o entendimento e raciocínio construtivo do aluno, principalmente durante o ensino do manuseio do software.

Proposta de modelo de ensino

Diante do levantamento das informações relatadas estabeleceu-se uma proposta de modelo de ensino de manufatura aditiva e modelagem 3D direcionado para alunos de Design de Moda. Cada etapa do modelo foi chamada de *step*, fazendo referência a um degrau na busca pelo ensino e capacitação na técnica de modelagem 3D, onde o aluno inicia seu aprendizado com uma carga de conhecimento e ao final do último *step* seu conhecimento está

mais elevado, capacitado a executar modelagens 3D de configurações formais que não seriam possíveis de outra maneira. Deve-se lembrar que o aluno ao iniciar a disciplina de modelagem de acessórios precisa ter cursado anteriormente outras disciplinas de modelagem, tendo assim adquirido conhecimentos prévios relacionados.

Figura 15: Modelo para abordagem de ensino da manufatura aditiva e modelagem 3D para alunos de Design de moda



Na fase 2, onde o aprendizado acontece na prática o modelo prevê o retorno a fase anterior caso o aluno não consiga executar a modelagem de maneira satisfatória.

Considerações Finais

Verificou-se a existência de uma tríade de conhecimentos necessários para o ensino da modelagem do produto 3D e estabeleceu-se uma relação entre as fases da modelagem do vestuário e as fases da modelagem 3D de acessórios (produtos não têxteis), linkando os conhecimentos necessários nos distintos processos. Observou-se que são caminhos parecidos, considerando os conhecimentos pré-existentes do aluno, e verificou-se que a técnica de modelação 3D é passível de ser ensinada e aprendida pelo aluno do curso de design de moda. No desenvolvimento da pesquisa notou-se que existem fatores que podem limitar a aplicação da proposta, como por exemplo o ambiente e recursos de ensino disponíveis nas universidades, no entanto são detalhes que podem ser resolvidos com alternativas acessíveis, como por exemplo a utilização de software open source. A aplicação da metodologia foi considerada positiva pois determinou pontos importantes para a criação das diretrizes do modelo de abordagem de ensino apresentado ao final, resultando em contribuição acadêmica relevante para a área.

Referências

- BRITO, Débora Mizubuti. **A interdisciplinaridade no ensino da modelagem do vestuário**. 2018 106 f. Dissertação (Mestrado)–Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2018.
- BRITO, Débora Mizubuti. **A modelagem e acessórios em 3D: Uma proposta de abordagem para o ensino da manufatura aditiva para alunos de design de moda**. 2022, 119f. Tese (Doutorado) Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2022
- EMÍDIO, Lucimar de Fátima Bilmaia. **Modelo MODThink: O Pensamento de Design Aplicado ao Ensino-Aprendizagem e Desenvolvimento de Competências Cognitivas em Modelagem do Vestuário**, 2018 229 f. Tese (Doutorado) Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2018.
- ENGEL, Irineu Guido. **Pesquisa-ação**. Educar em Revista. v. 16, n. 16, Curitiba: Editora da UFPR, 2000. Disponível em: http://www.educaremrevista.ufpr.br/arquivos_16/irine_engel.pdf.
- SPAINE, P. A. de A. **Diretrizes para o ensino e construção da modelagem: um processo híbrido**. 2016. 200 f. Tese (Doutorado)–Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2016.

SOUZA, P. M. **A modelagem tridimensional como implemento do processo de desenvolvimento do produto de moda.** Dissertação (Mestrado)– Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2006.

SOUZA, P. M. **Estratégias de construção para estruturas têxteis vestíveis.** 2013. Tese (Doutorado em Design) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2013.

SACOMANO, J. B.; Gonçalves, R. F.; SILVA, M. T. da; BONILLA, S.H.; SÁTYRO, W.C. (orgs.) **Indústria 4.0: conceitos e fundamentos.** São Paulo: Blucher, 2018.

RODRIGUES, Vinícius; ZANCUL, Eduardo; MANÇANARES, Cauê; GIORDANO, Caio; SALERNO, Mario Sergio. **Manufatura aditiva: estado da arte e framework de aplicações.** GEPROS – Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, SP, v. 12, n.3, p.1-34, 2017.

