Análise da inserção das tecnologias de prototipagem e fabricação digital nos cursos de Design de duas IES do estado de São Paulo

Analysis of the insertion of the technologies of prototyping and digital fabrication in the courses of Design of two IES of the state of São Paulo.

SILVA, Conrado Renan da; Mestrando em Design; FAAC - Universidade Estadual Paulista

conrado@faac.unesp.br

BARATA, Tomas Queiroz Ferreira; Doutor; FAAC - Universidade Estadual Paulista

barata@faac.unesp.br

Resumo

As tecnologias de prototipagem rápida têm contribuído para o desenvolvimento de produtos, devido às possibilidades de produzir modelos e protótipos num ciclo de tempo reduzido. Quando inseridas no ambiente universitário, podem transformar os métodos de ensino e aprendizagem e aproximar os alunos às necessidades do mercado. Este estudo apresenta uma análise da inserção das tecnologias de prototipagem rápida em duas instituições de ensino superior do estado de São Paulo com o intuito de comparar as atividades projetivas nos cursos de graduação de design. A metodologia adotada no trabalho se organiza em duas etapas, o levantamento teórico sobre prototipagem rápida e fabricação digital e análise de projetos políticos pedagógicos sobre a inserção das tecnologias de prototipagem rápida nos cursos de graduação. Como resultado, são apresentados dados comparativos entre os cursos de Design das instituições visando compreender como cada curso trata a relação da inserção das tecnologias de prototipagem nas atividades de ensino.

Palavras Chave: Prototipagem Rápida; Fabricação Digital; Ensino do Design e IES.

Abstract

Rapid prototyping technologies have contributed to product development due to the possibilities of producing models and prototypes in a reduced time cycle. When inserted in the university environment, they can transform teaching and learning methods and bring students closer to market needs. This study presents an analysis of the insertion of rapid prototyping technologies in two higher education institutions of the state of São Paulo in order to compare the projective activities in the graduation courses of design. The methodology adopted in the work is organized in two stages, the theoretical survey on rapid prototyping and digital fabrication and analysis of pedagogical political projects on the insertion of rapid prototyping technologies in undergraduate courses. As a result, comparative data are presented among the Design courses of the institutions aiming to understand how each course deals with the relation of the insertion of prototyping technologies in teaching activities.

Keywords: Rapid Prototyping; Digital Manufacturing; Education of Design and IES.

1. Introdução

As tecnologias de Prototipagem Rápida (PR) têm estado cada vez mais presentes nas Instituições de Ensino Superior (IES), ampliando as possibilidades de ensino e pesquisa para os alunos de Design e áreas correlatas como Arquitetura e Engenharias, principalmente nas atividades didático-pedagógicas relacionadas com o desenvolvimento de projetos e produtos. Essas tecnologias têm contribuído de maneira significativa nos Processos de Desenvolvimento de Produtos (PDP), devido às possibilidades de produzir modelos e protótipos de maneira rápida, eficaz e precisa, permitindo que o profissional execute testes, faça ajustes e elabore protótipos de um produto num ciclo de tempo reduzido.

A inserção das tecnologias PR nos ambientes universitários se dá, devido à facilidade em produzir modelos e protótipos a partir de desenhos assistidos por computador CAD (*Computer Aided Design*) e convertendo as informações para o ambiente CAM (*Computer Aided Manufacturing*). É útil desde a concepção do protótipo digital, até a elaboração do produto físico, tornando as ideias do designer palpáveis, sendo um recurso para materializá-las, fato que facilita a visualização e compreensão do produto, permite a conferência de encaixes e componentes, auxilia na verificação de dimensões e contribui para validar aspectos relacionados a ergonomia do produto (ALENCAR; BÁRTOLO, 2012).

Além disso, nos cursos superiores de design, essa relação com a tecnologia potencializa o PDP e o entendimento dos alunos, pois de acordo com Volpato *et al* (2007), a maioria dos profissionais, independente de gênero ou classe social, tende a assimilar a informação projetiva de forma mais rápida, quando é transmitida por um modelo físico e não apenas por desenhos ou ilustrações bidimensionais, isso ocorre porque o modelo físico permite interações.

Bürdek (1994) afirma que, outro fato significativo é o crescente número de indústrias que têm adquirido maquinários de produção controlados por computador (CNC), o que leva também a uma transformação nos modos de produção, construção e design. Os sistemas CAD transformaram a atividade projetiva, os dados geométricos gerados uma vez, permitem rapidamente modificações de detalhes, encaixes, variantes de cores, alinhamentos entre outros aspectos, tornando o PDP bem mais ágil e preciso.

Diante desse contexto, conclui-se que as tecnologias de prototipagem digital trazem diversos benefícios no processo de desenvolvimento de produtos e quando inseridas no ambiente universitário, podem transformar os métodos de ensino e aprendizagem de projetos, potencializando os processos criativos e, da mesma forma, aproximam os alunos às necessidades do mercado. Para tanto, a abordagem deste trabalho visa a analisar a inserção das tecnologias de PR disponíveis em duas instituições de ensino superior (IES) do estado de São Paulo com o intuito de comparar as atividades do ensino de cursos de graduação de Design e compreender como tem sido as práticas pedagógicas em disciplinas projetivas. Para isso, a metodologia aplicada na pesquisa se pautou em dois aspectos: a) realização de levantamento teórico sobre prototipagem rápida e fabricação digital e suas características e; b) análise dos Projetos Políticos Pedagógicos (PPP) sobre a inserção das novas tecnologias de prototipagem rápida nos cursos de graduação em Design.

2. Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica para o desenvolvimento deste estudo abordou os conceitos relacionados às tecnologias de prototipagem rápida e a inserção no ambiente universitário, visando compreender a importância de tais tecnologias nas atividades de ensino do design, através dos seguintes tópicos: a) Novas tecnologias e o ensino do design; b) Prototipagem rápida e fabricação digital e; c) Tecnologias disponíveis para o desenvolvimento de produto.

2.1. Novas tecnologias e o ensino do Design

As modificações do ensino na contemporaneidade estão diretamente relacionadas ao uso de novas tecnologias. Ao refletir sobre design e tecnologia, Moura (2005) apresenta as relações existentes, afirmando que design é tecnologia e que a tecnologia somente não traduz plenamente a definição de design, mas que a utiliza para se obter novos resultados de projetos, sendo assim, design é o campo, a área por excelência que surge a partir da relação com a tecnologia.

O uso das tecnologias de prototipagem no ambiente universitário aproxima o aluno à realidade do mercado de trabalho e permitem uma maior flexibilidade no desenvolvimento de projetos, ou seja, acredita-se que as atividades de ensino e aprendizagem são potencializadas com emprego das novas tecnologias de fabricação rápida (PORTUGAL, 2016). Segundo Lesko (2012), entre os benefícios que as PR's apresentam, a redução nos tempos de desenvolvimento do produto é a que mais se destaca, ainda mais nas condições atuais de competitividade do mercado, ou seja, fazer com que um produto seja lançado mais depressa é uma grande vantagem.

Ashby e Johnson (2011) complementam que, novos processos produtivos e materiais podem ser inspiradores para os designers e que a linguagem das novas tecnologias parece despertar uma percepção do novo e de algo melhor. A utilização dessas tecnologias de prototipagem rápida e fabricação digital pelas IES tem um papel decisivo e abre um campo enorme de possibilidades onde o estudante de design poderá atuar. Segundo Bruscatto *et al.* (2014), os protótipos podem ser utilizados para estudos, análises, avaliações de alternativas e até mesmo para apresentações finais de projeto.

Lesko (2012) fala acerca de outros benefícios que as PR's podem proporcionar, dentre eles é a disponibilidade de máquinas compactas e de baixo custo que permitem que os designers e profissionais da área tenham acesso a esse tipo de tecnologia de modo fácil, permitindo inclusive que possuam em casa ou escritório. As possibilidades de atuação de um designer são diversas e com o advento das novas tecnologias a partir dos anos noventa, elas se tornaram ainda maiores. Segundo Portugal (2013), "o fortalecimento do design brasileiro vem trilhando esse caminho com ações inter-relacionadas referentes ao campo profissional e ao mercado de trabalho e, especialmente, as questões do ensino e da pesquisa em design".

2.2. Prototipagem Rápida e Fabricação Digital

A prototipagem rápida tem como fundamento a construção de um modelo físico a partir da concepção de um modelo produzido virtualmente (PV-protótipo virtual) auxiliado por computador

(CAD). Segundo Groover (2014), o desenvolvimento de uma variedade de tecnologias de PR, foi devido à necessidade dos projetistas terem em mãos o modelo físico e não apenas um modelo virtual, pois desta forma poderiam examinar visual e fisicamente a peça e realizar testes.

A Fabricação Digital (FD) pode ser compreendida como uma alternativa para a produção em série, através da manufatura local e customizada, constitui-se como a fase final da etapa de criação. O protótipo virtual é produzido por equipamentos controlados por computador, podendo ser executados por mecanismos baseados em tecnologia de adição ou de subtração de material (SALVAN PAGNAN; MOTTIN, 2018).

Bruscatto *et al.*, (2014), complementa ao afirmar que tanto no processo aditivo quanto no subtrativo, a primeira etapa é a criação de um modelo virtual a partir de um software CAD. De acordo com Salvan Pagnan e Mottin (2018), a tecnologia CAD possibilita projetar bi e tridimensionalmente através de softwares específicos e a tecnologia CAM interpreta as informações que são processadas por máquinas de CNC que são capazes de materializar os projetos.

Desta maneira, as tecnologias de prototipagem e fabricação digital, tornam-se uma excelente ferramenta para a compreensão do processo de desenvolvimento de produtos que de acordo com Löbach (2001) vai desde a definição do problema, levantamento de informações sobre o problema, a criação de alternativas e o desenvolvimento da melhor alternativa que pode ser um produto. Essas tecnologias de PR e FD tornam-se muito importantes na compreensão dos alunos ao desenvolver projetos.

2.3. Tecnologias disponíveis para o desenvolvimento de produto

A utilização de tecnologias contemporâneas de fabricação para o desenvolvimento de protótipos, como as fresadoras CNC, o corte a laser e a Prototipagem Rápida que inclui as impressoras 3d nos seus mais variados formatos e as linguagens instrumentais tecnológicas projetivas envolvidas, aponta uma aproximação de estudantes e profissionais de Design com as necessidades requeridas pelas indústrias (BARBOSA, 2009). O uso das dessas tecnologias no ambiente universitário pode transformar os métodos de ensino e aprendizagem e facilitar o entendimento do aluno no PDP.

A Prototipagem por Comando Numérico por Computador (CNC) é uma tecnologia de fabricação automatizada, que possui precisão através da remoção de materiais até a obtenção da peça desejada. Segundo Groover (2014), “é a forma de automação programável em que as atuações mecânicas de um equipamento são controladas por um programa contendo códigos alfanuméricos.” A execução é feita por equipamentos de três eixos automatizados (fresadora ou tornos) ou por equipamentos de oito eixos (usinagem) que esculpem a forma desejada em diversos tipos de materiais (BARBOSA, 2009).

O Corte a Laser é obtido através de máquinas com três eixos (x,y e eixo Z que possui regulagem), as máquinas de corte a laser possuem um tubo de Dióxido de Carbono (CO²) que emite o raio laser podendo variar de 60 à 150 Watts, que é determinado pelas dimensões da máquina e a finalidade do trabalho a ser cortado, bem como materiais, espessuras, dentre outros.

A tecnologia do corte a laser permite a gravação e recorte de desenhos através da queima do material pelo raio laser, a obtenção pode ser feita através de vetores obtidos por meios do sistema CAD (BARBOSA, 2009).

As tecnologias de Prototipagem Rápida (PR) baseiam-se na construção de modelos e protótipos por adição ou subtração de material. Nesta tecnologia, o projeto é modelado em sistemas CAD por softwares 3D e, quando levada ao software específico da máquina, esse arquivo é fatiado em camadas e posteriormente é feita a construção do protótipo empilhando-se uma camada sobre a outra, esse processo é conhecido por deposição de camadas.

3. Materiais e Métodos

O método de pesquisa utilizado neste trabalho é de caráter teórico e comparativo, este é indicado especialmente quando se deseja verificar similaridades e divergências em um estudo descritivo (LAKATOS; MARCONI, 2001). O método adotado possui as seguintes etapas:

- a) Realização de levantamento teórico – Pesquisa de fundamentação teórica conceitual com o objetivo de caracterizar os conceitos de Prototipagem e Fabricação Digital, através da consulta de livros, teses, artigos e sites;
- b) Investigação dos Projetos Políticos Pedagógicos (PPP) - Levantamento de dados sobre o perfil dos cursos de graduação em Design de duas Universidades Públicas do Estado de São Paulo, aferindo grade curricular e ementas das disciplinas, visando a relação delas com as tecnologias de PR e FD;
- c) Definição de palavras-chaves para direcionar a pesquisa nos PPP's das duas IES;
- d) Análise dos dados, considerando: a) identificação das disciplinas que tenham relação direta com PR e FD através dos descritivos dos planos de ensino e ementas de disciplinas, relacionadas com palavras-chaves pré-determinadas e; b) Identificação das disciplinas que possuam relação indireta com PR e FD na busca de palavras-chaves nos descritivos dos planos de ensino e ementas, considerando aquelas que se relacionem devido a interdisciplinaridade e integração das disciplinas projetivas;
- e) Elaboração de um gráfico comparativo das disciplinas e carga horária das duas IES;

4. Resultados e discussões

Os perfis dos cursos foram levantados, a partir do acesso aos Projetos Políticos Pedagógicos disponível no site das instituições, para essa pesquisa foram considerados, os cursos de Design de duas IES públicas do estado de São Paulo. A consulta a esses PPP's resultou num levantamento de dados específicos de cada curso, das grades curriculares, planos de ensino, carga horária, ementas das disciplinas. As informações referentes às disciplinas são apresentadas a partir de uma seleção daquelas que possuem relação direta ou indireta com as tecnologias de prototipagem e fabricação digital.

4.1. Análise do curso da IES 1

O curso da IES 1, é composto por disciplinas base e disciplinas de ênfases estruturadas (quadro 1) que possibilitam ao aluno a escolha de uma especialidade, podendo ser: Design Digital, Design Gráfico, Design de Moda e Design de Produto.

Quadro 1: Grade Curricular do curso de design da IES 1

1º Semestre	2º Semestre	3º Semestre	4º Semestre
Projeto 1 - 60h	Projeto 2 - 60h	Projeto 3 - 60h	Projeto 4 - 60h
Plástica 1 - 60h	Plástica 2 - 30h	Ilustração - 120h	Desenho Técnico 1 - 30h
Desenho de Observação 1 - 60h	Desenho de Observação 2 - 30h	Design e Cultura na história Gráfica - 30h	Sociologia - 30h
Fotografia e Discurso Multimodal - 60h	Design e Cultura no Modernismo - 60h	Psicologia: Cognição e Percepção no Design 30h	Filosofia - 30h
Design e Cultura na Contemporaneidade - 60h	Semiótica no Design - 60h	Design e Complexidade 60h	Ateliê de Madeira 60h
Design: Materiais e Processos 1 - 60h	Design: Materiais e Processos 2 - 30h	Planejamento Gráfico e Tipográfico - 60h	Modelagem e Prototipagem 60h
	Processos de Fabricação 30h		

5º Semestre	6º Semestre	7º Semestre	8º Semestre
Projeto 5 - 90h	Projeto 6 - 90h	Projeto 7 - 120h	Projeto 8 - 150h
Desenho Técnico 2 - 90h	Processos Criativos e Expressivos- 60h	Direitos Humanos, Ética e Acessibilidade- 60h	Empreendedorismo e Gestão em Design - 60h
Antropologia Cultural e Design - 60h	Conhecimento Científico 30h	Comunicação em Marketing - 30h	
		Design de Serviços 30h	
Ergonomia aplicada ao Design- 60h	Design e Experiência do Usuário - 60h	Design Inclusivo - 30h	
		Tecnologias Assistivas 30h	
	Design para a Sustentabilidade - 30h	Design da Informação 30h	

Fonte: Elaborado pelos autores

A grade curricular da IES 1 é composta por disciplinas gerais e disciplinas optativas, que compõe uma carga horária total de 3420 horas-aula ao longo de 8 semestres, sendo subdivididas nos seguintes eixos: Projetual, Expressivo, Cultural, Tecnológico e Mercado. Esses eixos estruturantes de formação estruturam e conferem uma lógica ao conjunto de disciplinas obrigatórias e optativas, às atividades complementares, à avaliação e a promoção da interdisciplinaridade.

As disciplinas de ênfase são estruturadas por meio de disciplinas que possibilitam ao aluno

a aquisição de uma das especialidades oferecidas ou de realizar uma ou mais disciplinas de ênfase visando ampliar seu repertório de conhecimentos para a prática profissional.

Quadro 2: Disciplinas de ênfases do curso de design da IES 1

DIGITAL	GRÁFICO	MODA	PRODUTO
Introdução à lógica de programação e cultura hacker – 60h	Tipografia 1 60h	Superfícies Têxteis – 60h	Prototipagem e Processos de Fabricação Digital 3D – 60h
Design Paramétrico e Linguagens Emergentes – 60h	Design Corporativo – 60h	Modelagem – 60h	Modelagem Avançada em 3D – 60h
Laboratório de Mídias Interativas – 60h	Tipografia 2 – 60h	Processos Produtivos em Moda – 60h	Design de Objetos – 60h
Ludicidade e Design de Jogos – 60h	Produção Gráfica – 60h	Design de Acessórios – 60h	Design de Mobiliário – 60h
Mídia, Corpo e Tecnologia – 60h	Design Editorial – 60h	Joalheria Contemporânea – 60h	Design de Ambientes – 60h
Open design e cultura maker – 60h	Fotografia – 60h	Desenvolvimento de Coleções – 60h	Laboratório de Metais – 60h

Fonte: Elaborado pelos autores

4.2. Análise do curso da IES 2

A quadro 3 apresenta a grade curricular do curso de design da IES 2 com os nomes das disciplinas e suas respectivas cargas horárias, o curso é composto por disciplinas base e disciplinas eletivas optativas.

Quadro 3: Grade Curricular do curso de design da IES 2

1º Semestre	2º Semestre	3º Semestre	4º Semestre
Linguagens Visuais – 90h	Modelos e protótipos em Design – 90h	Introdução ao projeto visual – 90h	Produção Gráfica – 90h
História da arte, da arquitetura, e suas técnicas – 60h	Fundamentos Sociais do Design – 30h	Consumo na contemporaneidade – 30h	Projeto Integrado – 180h
Fundamentos do Projeto: Experimentação e Materialidade – 90h	História do Design I – 30h	História do Design II 30h	Ergonomia I – 30h
	Estratégias Analógicas de Projeto – 90 h		
Tipografia – 90h	Laboratório da imagem – 90h	Introdução design de serviços – 90h	História do Design III – 30h
Materiais e processos de produção I – 60h	Materiais e processos de produção II – 60h	Introdução ao projeto de produto – 90h	Linguagem computacional – 60h
Técnicas de visualização e representação I – 60h	Técnicas de visualização e representação II – 60h	Metodologia em projeto em Design – 60h	

5º Semestre	6º Semestre	7º Semestre	8º Semestre
2x Optativas eletivas de projeto MIP/MOP (1 por bimestre) – 90h	2x Optativas eletivas de projeto MIP/MOP (1 por bimestre) – 90h	2x Optativas eletivas de projeto MIP/MOP (1 por bimestre) – 90h	2x Optativas eletivas de projeto MIP/MOP (1 por bimestre) – 90h
História do Design IV – 30h	Cultura Urbana na contemporaneidade – 60h	Optativa eletiva 4 créditos – 60h ou 2x Optativa eletivas 2 créditos – 30h	Legislação, normas e ética profissional – 30h
Ergonomia II – 30h	2x Optativas eletivas de projeto MIP/MOP (1 por bimestre) – 90h	2x Optativas eletivas de projeto MIP/MOP (1 por bimestre) – 90h	Textos comunicacionais – 30h
2x Optativas eletivas de projeto MIP/MOP (1 por bimestre) – 90h	Meios e métodos de produção – 60h	Design para a comunicação – 60h	2x Optativas eletivas de projeto MIP/MOP (1 por bimestre) – 90h
Gestão de Marcas – 30h	Optativa eletiva 4 créditos – 60h ou 2x Optativa eletivas 2 créditos – 30h	Viabilidade e gestão de projetos em Design – 30h	Práticas audiovisuais – 90h
Computação Interativa – 30h		Inovação e empreendedorismo – 30h	Optativa eletiva/ LIVRE de 4 créditos 60h ou 2x Optativas eletivas/ LIVRE 2 créditos – 30h
Design, ambiente e sustentabilidade – 30h			Optativa eletiva/ LIVRE de 4 créditos 60h ou 2x Optativas eletivas/ LIVRE 2 créditos – 30h
Teorias do Signo – 30h			
9º Semestre	TCC II – 270h	Optativa eletiva 4 créditos – 60h ou 2x Optativas eletivas 2 créditos – 30h	Optativa eletiva/ LIVRE de 4 créditos – 60h ou 2 x optativas eletivas/LIVRE 2 créditos – 30h
10º Semestre	TCC III – 300h	Atividades complementares em design	

Fonte: Elaborado pelos autores

A grade curricular é generalista e possui disciplinas optativas eletivas, optativas modulares de projeto (MOP) e Módulos Interdepartamentais de Projeto (MIP), compondo uma carga horária total de 3840 horas ao longo de 10 semestres, o curso não possui definição de habilitações específicas. As disciplinas optativas abordam diversas temáticas que permitem ao aluno um enfoque numa determinada área que mais se agrade.

Quadro 4: Disciplinas Optativas do curso de design da IES 2

Disciplinas	Optativas Eletivas do Curso	Disciplinas	MOP – Módulo Optativo de Projeto	Disciplinas	MIP - Módulo Interdepartamental de Projeto
História da tecnologia séculos XVII ao XXI	30h	MOP: Design para mobilidade e transporte	90h	MIP: Design, materiais e produção	90h
Estudos dirigidos em história, crítica e projeto de Design	60h	MOP: Humor no design	90h	MIP: Design, história e memória	90h
Processos de criação e Design visual	60h	MOP: Design para usuários específicos	90h	MIP: Animação e artes do vídeo	90h
Teoria do Design	60h	MOP: Laboratório do futuro	90h	MIP: Design para ambientes digitais	90h
Crítica do Design	60h	MOP: Design e biomimética	90h		
Design de Tipos	60h	MOP: Design para o Lazer	90h		
Usabilidade e desempenho	30h	MOP: Design, espaço e ambientação	90h		
Design, cultura e materialidade	60h	MOP: Design de unidades, famílias e sistemas	90h		
Desenho paramétrico e fabricação digital	60h	MOP: Design para saúde e bem-estar	90h		
Tecnologia da computação gráfica	60h	MOP: Design experimental	90h		
Design e programação de games	60h	MOP: Design da informação	90h		
Teoria e análise das mídias audiovisuais	30h	MOP: Design editorial	90h		
		MOP: Livro e narrativas visuais	90h		

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.3. Palavras-Chaves para a pesquisa

Para fazer a seleção das disciplinas que possuem relação direta e indireta com as tecnologias de prototipagem e fabricação digital, foram eleitas algumas palavras-chaves para nortear a pesquisa nos PPP's das duas IES conforme a tabela abaixo.

Tabela 1: Palavras-chaves

PALAVRAS-CHAVES	Fabricação; Tecnologias; Processos de fabricação; Impressão 3d; produção e transformação no PDP; 3D; Printing; Protótipos/Modelos; Protótipos virtuais; Protótipos Físicos; Processos Paramétricos; Prototipagem Rápida; Fabricação Digital; Processo de Desenvolvimento de Produto; Modelagem; Modelagem 3d;
------------------------	---

Fonte: Elaborado pelos autores

Através dessas palavras pré-estabelecidas, foi elaborada a separação de disciplinas das duas instituições considerando dois aspectos principais, sendo: a) Disciplinas que estabelecem relação direta com as tecnologias de prototipagem e fabricação digital conforme descrito nos planos de ensino e ementas; e, b) Disciplinas que estabelecem relação indireta com as tecnologias de prototipagem e fabricação digital, considerando aquelas que em seu desenvolvimento projetivo estabelecem relações inter e multidisciplinares para serem cursadas, desta forma os projetos propostos pelas mesmas, de algum modo transitarão nas tecnologias de PR e FD.

4.4. Quadro comparativo entre os cursos de graduação em Design

Com base nos dados obtidos apresentados, quanto às disciplinas oferecidas nas duas IES dos cursos de design, foram identificadas onze disciplinas que apresentam relação direta com as tecnologias de PR no curso da IES 1 e sete disciplinas do curso da IES 2. A tabela 2 apresenta os dados obtidos a partir da grade curricular de cada IES demonstrando o nome das disciplinas e carga horária.

Tabela 2: Comparação de disciplinas - relação direta

CURSO IES 1	CURSO IES 2
Design: Materiais e Processos I – 60h	Materiais e processos de produção I – 60h
Design: Materiais e Processos II – 30h	Modelos e Protótipos em Design – 90h
Processos de Fabricação – 30h	Materiais e processos de produção II – 60h
Ateliê de Madeira – 60h	Técnicas de visualização e representação II – 60h
Modelagem e Prototipagem – 60h	Meios e métodos de produção – 60h
Desenho Técnico II – 90h	Desenho paramétrico e fabricação digital – 60h
Tecnologias Assistivas – 30	MIP: Design, materiais e produção – 90h
Design Paramétrico e Linguagens Emergentes – 60h	
Open design e cultura maker – 60h	
Prototipagem e Processos de Fabricação Digital em 3D – 60h	
Modelagem Avançada em 3D – 60h	

Fonte: Elaborado pelos autores

Como pode-se perceber, as duas instituições apresentam disciplinas variadas que se relacionam com as tecnologias de PR e FD. O curso de design da IES 1 apresenta um maior número de disciplinas que possuem relação direta com as tecnologias de prototipagem com uma carga de 600 horas ao longo dos oito semestres propostos no curso, já o curso de Design da IES 2 apresentou uma carga 480 horas ao longo de dez semestres.

Ao analisar o PPP das instituições, notou-se que algumas disciplinas, embora não apresente no plano de ensino e ementas as nomenclaturas determinadas nas palavras-chaves para a pesquisa, elas se relacionam com as tecnologias de PR e FD através da inter e multidisciplinaridade proposta por elas, ou seja, indiretamente (tabela 3).

Tabela 3: Comparação de disciplinas - relação indireta

CURSO IES 1	CURSO IES 2
Projeto I – 60h	Fundamentos do Projeto: Experimentação e Materialidade – 90h
Projeto II – 60h	Estratégias Analógicas de Projeto – 90h
Projeto III – 60h	Introdução ao projeto de produto – 90h
Projeto IV – 60h	Metodologia de projeto em design – 60h
Projeto V – 90h	Projeto integrado – 180h
Projeto VI – 90h	Ergonomia I – 30h
Projeto VII – 120h	Linguagem computacional – 60h
Projeto VIII – 150h	Ergonomia II – 30h
Ergonomia aplicada ao Design – 60h	TCC I – 270h
Design de Objetos – 60h	TCC II – 300
Design de Mobiliário – 60h	MOP: Laboratório do futuro – 90h
Design de Ambientes – 60h	MOP: Design, espaço e ambientação – 90h
Laboratório de Metais – 60h	

Fonte: Elaborado pelos autores

Conforme exposto, os números de disciplinas basicamente se equiparam, sendo treze disciplinas do curso da IES 1 e doze disciplinas do curso da IES 2, mas ao comparar a carga horária proposta pelas duas IES, é possível perceber uma grande diferença. O curso de Design da IES 1 apresenta 990 horas de disciplinas que indiretamente utilizarão no processo de desenvolvimento as tecnologias de prototipagem e fabricação digital, já o curso de Design da IES 2 apresentou um total de 1380 horas.

O figura 1, apresenta o comparativo do número de disciplinas projetivas que possuem relação direta e indiretamente com as tecnologias de PR e FD.

Figura 1: Comparativo entre disciplinas

Fonte: Elaborado pelos autores

Com esses dados, é possível constatar que o curso de design da IES 1 possui um maior número de disciplinas que se relacionam com as tecnologias de prototipagem rápida e fabricação digital, já o curso da IES 2 possui uma carga horária mais expressiva (figura 2). É importante ressaltar que o curso da IES 1 possui duração de oito semestres e o da IES 2 possui dez semestres e que esta pesquisa considerou a duração total de cada curso, sendo assim, essa diferença de semestres entre as duas IES afeta diretamente a relação de disciplinas e de carga horária do curso e influenciam também na proporção comparativa de carga horária x relações diretas e indiretas das disciplinas.

Figura 2: Comparativo de carga horária

Fonte: Elaborado pelos autores

Buscando compreender a relação da carga horária total das disciplinas que possuem Relação Direta e Relação Indireta com as tecnologias de PR, foi possível traçar um gráfico comparativo (figura 3) buscando entender o quanto esse valor total de RD + RI representam em porcentagem na carga horária total do curso.

Figura 3: Comparativo de carga horária projetiva e total dos cursos

Fonte: Elaborado pelos autores

O gráfico acima demonstrou que as disciplinas projetivas que possuem relação direta e indireta com as tecnologias de prototipagem rápida e fabricação digital do curso da IES 1 representa 31,58% da carga horária total do curso proposta ao longo de oito semestres, já o curso de design da IES 2 apresentou um total de 59,37% ao longo de dez semestres propostos pelo curso.

5. Conclusões

Através das análises realizadas foi possível identificar que ambos os cursos possuem uma boa relação com as tecnologias de PR e FD permitindo ao aluno uma formação contemporânea, mais ampla e próxima da realidade do mercado de trabalho. O curso da IES 1 apresentou uma maior variedade de disciplinas que se relacionam com tais tecnologias, já o curso da IES 2 apresentou uma maior carga horária de disciplinas que se relacionam direta e indiretamente, comparando com a carga horária total do curso.

É importante enfatizar que os dados levantados neste estudo não tiveram como intuito demonstrar qual é o melhor curso, tendo em vista que para esta informação seria necessário fazer um aprofundamento maior em ambos os cursos e instituições, conhecer a fundo como é na prática a relação dessas disciplinas, prática docente, as atividades de ensino, pesquisa e extensão e do resultado os projetos dos alunos e até mesmo a contribuição deles para a sociedade.

Dado o caráter objetivo das análises realizadas e a grande quantidade de variáveis que podem influenciar diretamente no resultado do estudo, tais como: as práticas docentes, o perfil

das ementas dos curso, a disponibilidade de tais tecnologias de PR e FD nas atividades de ensino, os materiais utilizados, a infraestrutura dos laboratórios, entre outras, por se tratar de um estudo em fase inicial, este artigo não compreende uma análise aprofundada dos cursos, para isso, está planejada realizar visitas técnicas de campo em cada IES, verificar *in loco* a infraestrutura dos cursos, materiais e recursos utilizados, através de questionários com docentes e discentes para entender, como o que é proposto nas ementas de disciplinas é realizado efetivamente na prática.

6. Referências

ALENCAR, Francisco; BÁRTOLO, Paulo Jorge. **A prototipagem rápida e a digitalização ótica no design**. In: Ensaio em Design: produção e diversidade. Bauru,SP: Canal 6, 2012. p. 128-150.

ASHBY, Michael; JOHNSON, Kara. **Materiais e Design: arte e ciência da seleção de materiais no design de produto**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. p. 341.

BARBOSA, Ricardo Tiradentes. **Design e Prototipagem**: conhecimento e uso da prototipagem rápida no design brasileiro. 2009. 198 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, SP.

BRUSCATO, Underléa Miotto; BRENDLER, Clariana Fischer; VIARO, Felipe Schneider; TEIXEIRA, Fábio Gonçalves; SILVA, Régio Pierre da; "Uso da Fabricação Digital e Prototipagem no Desenvolvimento do Projeto de Produto: Análises do Produto através de Simulações Digitais", p. 459-463 . In: **Proceedings of the XVII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics: Knowledge-based Design [=Blucher Design Proceedings, v.1, n.7]**. São Paulo: Blucher, 2014. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/despro-sigradi2013-0088

BÜRDEK, Bernhard E. **Diseño**: Historia, teoría y práctica del diseño industrial. Barcelona: Gustavo Gili, 1994

GROOVER, Mikel P. **Introdução aos processos de fabricação**. Tradução Anna Clara Araujo; tradução e revisão técnica André Ribeiro de Oliveira ...[et al.] - 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos da metodologia científica. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LESKO, Jim. **Design Industrial**: Guia de Materiais e Fabricação. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2012. P. 338-340.

LÖBACH, Bernd. **Design Industrial**: Bases para configuração dos produtos industriais. São Paulo: Blucher, 2001, pp. 141.

MOURA, Mônica. **Design, Arte e Tecnologia**. In: Design, Arte e Tecnologia. Coletânea de artigos e projetos experimentais. São Paulo: Editora Rosari, 2005. CD-ROM.

PORTUGAL, Cristina. **Design, Educação e Tecnologia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2013.

VOLPATO, Néri. **Prototipagem Rápida:** Tecnologias e Aplicações. São Paulo: Edgard Blucher, 2007.

SALVAN PAGNAN, Caroline; MOTTIN, Artur Caron. **Cuad. Cent. Estud. Diseñ. Comun., Ensayos**, Ciudad Autónoma de Buenos Aires , n. 69, p. 1-6, sept. 2018 .Disponível em <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-35232018000400009&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 24 mar 2018.