

TECNOLOGIAS VESTÍVEIS (WEARABLES): desafios e oportunidades para o designer de moda

WEARABLE TECHNOLOGIES: challenges and opportunities for the Fashion Designer.

CHAVES BRUNO, Natalia; Mestre; SENAI CETIQT

nataliacbruno@gmail.com; ncbruno@cetiqt.senai.br

FERNANDEZ BASTOS, Victoria; Doutora; SENAI CETIQT

vickfb@gmail.com; vfbastos@cetiqt.senai.br

CASTILLO, Leonardo A. G.; PhD; Universidade Federal de Pernambuco

leonardo.castillo@ufpe.br

Resumo

O artigo aborda a interseção entre o design de moda e a tecnologia vestível, destacando o potencial transformador dessa tecnologia, ao explorar as tecnologias digitais e os sistemas computacionais embutidos em roupas. O texto propõe nova visão, definição e classificação para o termo *wearables*, do ponto de vista do design de moda, e enfatiza que é preciso integrar disciplinas diversas para o desenvolvimento de vestíveis relevantes. Por meio da análise teórica e da experiência prática na oferta de uma Unidade Curricular optativa sobre *wearables* no curso de Design da Faculdade do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) – Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil (CETIQT), o estudo revela os desafios e as oportunidades dessa integração no ensino. O feedback dos alunos sobre a interação com as tecnologias vestíveis confirma a relevância de alinhar estética, funcionalidade e inovação no design de moda. Conclui-se que a capacitação dos futuros designers em tecnologias vestíveis é essencial para a criação de produtos inovadores que atendam às demandas atuais do mercado.

Palavras-Chave: *wearables*; fabricação digital; tecnologias emergentes; educação em moda.

Abstract

The article explores the increasing intersection between fashion design and technology, highlighting the transformative potential of wearable technology by delving into embedded technologies and systems in clothing. It presents a new perspective, definition, and classification for the term "wearables" from the viewpoint of fashion design and emphasizes the importance of integrating diverse disciplines for the development of meaningful wearables. Through theoretical analysis and practical experience in offering an elective course on wearables in the Design program at SENAI CETIQT, the study unveils the challenges and opportunities of this integration in education. Student feedback on interacting with these technologies underscores the relevance of aligning aesthetics, functionality, and innovation in fashion design. The conclusion asserts that equipping future designers with skills in wearable technologies is crucial for creating innovative products that meet contemporary market demands.

Keywords: *wearables*; digital fabrication; emerging Technologies; fashion education.

1 Introdução

A indústria da moda está em constante mudança e apresenta um potencial de transformação com base na integração entre o design de moda e a tecnologia digital. O avanço tecnológico, nesse sentido, abre novas perspectivas para a criação de vestuário inovador. Ao se valorizar uma abordagem que une diferentes disciplinas no desenvolvimento de tecnologias vestíveis, surgem outras visões para os designers de moda, explorando as oportunidades proporcionadas pela fabricação digital e pelo uso de sistemas computacionais embutidos nas peças de roupa.

O futuro do vestuário apresenta-se incerto em função da expansão dos *wearables*. Estes estão disponíveis desde roupas equipadas com sistemas integrados, para expressar emoções ou melhorar o desempenho físico, até os populares *smartwatches* (relógios inteligentes). As pesquisas nesse campo estão em crescimento, e os *wearables* têm o potencial de transformar a maneira como as pessoas se relacionam com suas vestimentas e seus acessórios.

A colaboração entre design de moda e tecnologia digital promove, portanto, inovações, integrando funcionalidades adicionais ao vestuário. Essa integração, por sua vez, está redefinindo a estética do vestuário, bem como sua funcionalidade e a interação com o usuário. À medida que avanços ocorrem na fabricação digital e no desenvolvimento de *wearables*, espera-se uma transformação contínua na indústria da moda, oferecendo novas oportunidades para marcas e designers se destacarem em um mercado cada vez mais tecnológico e dinâmico.

Ante o avanço das tecnologias que favorecem a criação de vestíveis, torna-se imperativo aproximá-las do campo do design de moda, visando estabelecer pontes para o desenvolvimento de produtos que levem em consideração o público consumidor e os aspectos funcionais e estéticos. Dessa forma, o presente artigo objetiva apresentar o termo *wearable*, trazendo sua definição e seu histórico, assim como expor a experiência na oferta de uma Unidade Curricular (UC) optativa sobre *wearables* no curso de Bacharelado em Design da Faculdade SENAI CETIQT, visando promover a reflexão sobre o ensino e a aproximação com esse tipo de tecnologia para os estudantes de moda.

O artigo inicia-se com a definição e os conceitos fundamentais do termo *wearables*, apresentando ao leitor um panorama histórico acerca da tecnologia vestível e de sua definição. Para tanto, ampara-se em autores pertencentes a áreas diversas do conhecimento, dada a natureza interdisciplinar para o desenvolvimento de *wearables*. No entanto, chegou-se a uma definição conectada ao campo da moda para nortear a construção da reflexão proposta.

Após a contextualização teórica, lança-se luz à experiência dos autores na oferta de uma UC optativa para o curso de Bacharelado em Design da Faculdade SENAI CETIQT, visando ao ensino teórico e prático de *wearables*. Com a exposição do objetivo, da metodologia e dos projetos realizados na optativa, o leitor poderá conhecer como foi apresentar esse tipo de tecnologia para os discentes, as facilidades e as dificuldades do ensino da programação, bem como as surpresas e os dissabores dessa jornada.

Na conclusão do artigo, os autores destacam os principais pontos de reflexão a respeito da experiência no ensino da tecnologia vestível para o designer de moda em formação, apontando os principais desafios e oportunidades observados na aproximação. A interação dos alunos com as tecnologias evoluiu para um engajamento confiante, evidenciado pelo feedback positivo. A experiência confirmou, pois, a importância de alinhar estética, tecnologia e funcionalidade, sublinhando a necessidade de capacitar futuros designers para o uso de tecnologias vestíveis, a fim de criarem peças inovadoras.

2 Definição e conceitos fundamentais

O termo *wearables*, ou tecnologias vestíveis, embora esteja se tornando conhecido, é desafiador no tocante à sua definição. Uma vez que possui espectro abrangente de aplicações, pode ser considerado como dispositivo eletrônico incorporado em roupas ou acessórios, a fim de conferir funcionalidades além das tradicionais. Posto isso, expande-se para qualquer tecnologia que possa ser usada diretamente no corpo humano, independentemente da forma ou do propósito.

Conquanto não exista, ainda, um consenso sobre os requisitos mínimos ou as funcionalidades essenciais que definem um dispositivo vestível como um *wearable*, almeja-se aproximar ao máximo de uma definição para o termo. O objetivo é construir um arsenal teórico para formar o pano de fundo do ensino de conhecimentos associados a esse tipo de tecnologia para estudantes de design de moda e para a área.

Bruno (2015), na perspectiva da Ciência da Computação, afirma que a computação vestível engloba o desenvolvimento de dispositivos computacionais e sensoriais que se valem do corpo como suporte e principal fonte de dados. Esses artefatos podem ser utilizados na pele, sobre roupas ou integrados a elas. Sob essa ótica, o primeiro *wearable* poderia ser um ábaco em forma de anel, utilizado na Dinastia Chinesa (1616-1911 a.C.). Da mesma forma, o primeiro cronômetro marinho de bolso, elaborado por John Harrison em 1762, e o dispositivo de tempo utilizado para jogos de roleta, o qual poderia ser escondido em um sapato, criado por Ed Thorp e Claude Shannon (MIT) em 1961, também poderiam ser considerados *wearables*. Na atualidade, os *smartwatches* e os colares de eletrocardiograma conectados ao celular poderiam ser considerados *wearables*.

O campo da Computação é utilizado neste artigo como ponto de partida para a busca de definição do termo *wearable*. Isso porque o engenheiro Steve Mann, professor do Departamento de Engenharia da Computação da Universidade de Toronto, é conhecido como o pai da computação vestível. Ele foi o primeiro pesquisador e desenvolvedor da área, iniciando seus estudos em 1981 com o projeto *Computador-mochila*, o qual incluía capacidades textuais, gráficas, de áudio e vídeo e um controle que serviria como input para o sistema. Steve Mann contribuiu sobremaneira para a evolução da computação vestível ao delinear atributos e modos operacionais dos *wearables* e desenvolver projetos inovadores.

Steve Mann (1998) define os *wearables* com base em três modos operacionais – constância, aperfeiçoamento e mediação – e seis atributos fundamentais inter-relacionados – não restritivo, desmonopolizado, observável, controlável, alerta ao ambiente e comunicativo. Nesse sentido, constância refere-se ao funcionamento contínuo do dispositivo, que está sempre disponível para interação, permitindo um fluxo constante de informações entre o usuário e o *wearable*. Aperfeiçoamento, por sua vez, destaca que, ao contrário dos computadores convencionais, os *wearables* focam o usuário e suas tarefas, o que potencializa seu intelecto, seus sentidos e sua memória sem interromper suas atividades. Mediação permite uma interação fluida com o ambiente, misturando-se por completo com a experiência do usuário e filtrando informações de acordo com suas preferências.

No tocante aos atributos fundamentais, não restritivo significa que os dispositivos não limitam a mobilidade do usuário, permitindo-lhe realizar suas atividades diárias livremente. Desmonopolizado indica que o *wearable* não requer a atenção completa do usuário, em oposição a jogos ou outras tecnologias imersivas. Já observável sugere que o dispositivo está continuamente disponível para o usuário. Controlável, por seu turno, permite que o usuário configure o *wearable* conforme suas preferências. Alerta ao ambiente refere-se à capacidade do *wearable* de imergir no

contexto do usuário por meio de sensores, ampliando suas ações. Por último, comunicativo assinala que o *wearable* pode servir como um meio de expressão artística e comunicação quando desejado. Portanto, esses modos e atributos definem a complexidade e a funcionalidade dos *wearables*, ressaltando sua integração contínua e adaptativa na vida cotidiana (MANN, 1998).

Em suma, os *wearables* são itens como tecidos, roupas, calçados e acessórios, incluindo-se aqueles que podem ser usados sob a pele, como adesivos e tatuagens. Integram tecnologias eletrônicas desenvolvidas para executar funções específicas, facilitando a interação entre o usuário e os sistemas dinâmicos que detectam e respondem a estímulos. Essa interação ocorre por meio de sistemas de coleta de dados e notificações, proporcionando ao usuário experiências que são tanto interativas quanto adaptativas.

Posto o objetivo deste artigo de apresentar os desafios e as oportunidades relacionados à aproximação da tecnologia vestível com o design de moda, faz-se necessário compreender os vestíveis mediante o olhar do designer de moda. Bastos (2024) destaca a escassez de fontes bibliográficas que se dedicam de forma exclusiva à análise dos *wearables* sob o viés desse profissional. A autora aponta que as definições para o termo *wearable* são diversas e não convergentes entre si. Ademais, identificou terminologias como *fashiontech*, *fashionable technology*, *smart clothes* e mapeou, baseada na pesquisa de Lianne Toussaint (2008), nomenclaturas que revelam ambiguidades e neologismos na busca pela definição de *wearables*, quais sejam:

Exemplificados por: *Techno-fashion* (QUINN, 2002); *Cybercouture* (QUINN, 2002; SMELIK et al, 2017); *Fashionable technology* (SEYMOUR, 2008); *Computational fashion* (AMITAI; SEYMOUR, 2014); *Smart clothing or smart textiles* (LEE, et. al 2010; KETTLEY, 2016; MATTILA, 2006; SCHNEEGASS; AMFT et. al, 2017); *E-textiles* (DE ROSSI, 2007); *Soft wearables* (TOMICO; WILDE, 2015) e *Advanced textiles* (O'MAHONY, 2011) (TOUSSAINT 2008, apud BASTOS, 2024).

Contudo, é preciso elucidar algumas definições que contribuem para uma compreensão aprofundada dessa interseção e para o desenvolvimento de um referencial conceitual robusto. Nesse sentido, revisou-se a literatura para identificar definições que abordassem as características técnicas, funcionais e simbólicas das tecnologias vestíveis, com o fito de propor uma conceituação de *wearables* na contemporaneidade.

Kaner e Kun (2017) definem os *wearables* da moda como artefatos projetados que integram estética e estilo com funcionalidade tecnológica. Apesar de se encontrarem em estágios iniciais de desenvolvimento, tais *wearables* representam um campo com potencial de evolução. Em uma perspectiva mais abrangente, Prahal (2015) postula que os *wearables* podem englobar uma gama diversificada de itens, a exemplo de vestuário, calçados, acessórios, joias, relógios, *patches*, tatuagens e emplastos, concebidos para serem utilizados pelo usuário em diferentes regiões corporais ou em sua proximidade imediata.

Esse panorama amplia as possibilidades de integração dessas tecnologias ao próprio vestuário, resultando na incorporação de tais artefatos de maneira intrínseca ao cotidiano dos indivíduos. Tal cenário contrasta com a conjuntura atual, na qual os dispositivos predominantes no mercado de tecnologias vestíveis são acessórios como *smartwatches*, pulseiras inteligentes e fones de ouvido.

Por sua vez, Wallace (2014, p. 6) enfatiza a relevância da conectividade desses dispositivos, ao declarar que os *wearables* “necessitam existir dentro de um sistema que lhes permita maximizar seus recursos multifuncionais”, por meio da Internet das Coisas (IoT). O autor salienta ainda a motivação do usuário para que o dispositivo possa, de fato, aprimorar sua rotina diária. Logo, essa

perspectiva contrasta com a abordagem predominante na indústria da moda, que tende a priorizar produtos com apelo estético. Seok Chan Jeong *et al.* (2017) corroboram essa visão, visto que argumentam que os dispositivos vestíveis devem ser concebidos para fornecer um serviço específico, ser autoalimentados, funcionais e acessíveis em qualquer contexto espaço-temporal. Sendo assim, evidencia-se a demanda contemporânea por dispositivos que proponham melhorias substanciais na rotina do usuário, mantendo-os constantemente conectados.

Para além das questões funcionais, a década de 1990 testemunhou um avanço significativo na computação vestível, o que impulsionou a demanda por estilo, moda e estética. Esse cenário propiciou o surgimento de conceitos como *fashionable technology* ou *fashiontech*, os quais remetem à integração de tecnologia avançada com apelo estético e ressaltam a capacidade de a tecnologia ser, ao mesmo tempo, funcional e esteticamente agradável (SEYMOUR, 2010).

Nesse sentido, Seymour (2008) argumenta que essa abordagem, no campo da moda, representa uma vertente dos *wearables* que permite às vestimentas atuarem como interfaces tecnológicas, estabelecendo uma conexão entre o usuário e o ambiente. Essa interação proporciona experiências multissensoriais mediante comunicação efetiva, transmissão de emoções e expressão de significados por meio das vestimentas tecnológicas.

Por fim, em uma perspectiva contemporânea, Ricardo O’Nascimento (2020) propõe uma definição abrangente de *wearables*, conceituando-os como: “(...) uma abordagem que situa a tecnologia ao redor do corpo e possibilita dispor sensores e atuadores bem próximo a ele. A tecnologia vestível descreve um tipo de roupa que funciona em um novo nível – o nível eletrônico” (O’NASCIMENTO, 2020).

Essas definições, assim, sintetizam a integração entre corpo, tecnologia e vestuário, enfatizando a dimensão eletrônica como um novo paradigma na concepção e na funcionalidade do vestuário. As conceituações alinham-se com as tendências recentes no campo dos *wearables*, refletindo a crescente sofisticação e a miniaturização dos componentes eletrônicos, bem como a busca por uma simbiose cada vez mais estreita entre o usuário e a tecnologia incorporada ao vestuário.

3 Da teoria à prática: UC optativa *Wearables* – O ensino da tecnologia vestível

Ante o arsenal teórico exposto, será apresentada a unidade curricular optativa teórico-teórica denominada *Wearables*, ofertada ao curso de Bacharelado em Design da Faculdade SENAI CETIQT.

A oferta dessa disciplina vai ao encontro do desejo de capacitar os futuros designers para a compreensão e a criação de produtos de moda alinhados com as possibilidades tecnológicas para o desenvolvimento de *wearables*. Essa disciplina é fundamental para que os alunos adquiram não apenas conhecimentos técnicos sobre a integração de tecnologia em peças de vestuário, mas também desenvolvam uma visão crítica sobre as tendências e as inovações no campo da moda tecnológica.

3.1 Descrição e metodologia de ensino

A UC optativa *Wearables* possui carga horária total de 60 horas e tem como objetivo geral apresentar a tecnologia vestível e suas aplicações no campo do design de moda, combinando teoria e prática. Estruturou-se de forma a proporcionar uma compreensão aplicada da tecnologia vestível, incluindo o conhecimento de conceitos introdutórios e a criação de protótipos funcionais. Os

objetivos específicos da optativa incluem:

- Desenvolver o conceito de tecnologia vestível por meio de leituras introdutórias, estimulando a reflexão e o posicionamento crítico dos estudantes sobre o tema;
- Pesquisar e apresentar marcas de moda que atuam no setor de tecnologia vestível;
- Introduzir os alunos à eletrônica básica, com aulas práticas que abordam de circuitos simples à programação básica de sensores e atuadores, com auxílio da plataforma Arduino. Isso possibilita que os graduandos desenvolvam o conhecimento de eletrônica e programação com amparo na prática;
- Elaborar um protótipo funcional, utilizando a metodologia de *Design Thinking*, incentivando a criatividade e a aplicação prática dos conhecimentos desenvolvidos.

A metodologia de ensino combina atividades teóricas e práticas, a fim de garantir uma aprendizagem integrada. As aulas teóricas incluem leituras e discussões a respeito de obras que fundamentam o conhecimento e estimulam a reflexão crítica dos estudantes, a exemplo de:

- FLUSSER, Vilém. *O mundo codificado: por uma filosofia do design e da comunicação*. São Paulo: Cosac Naify, 2007.
- O’NASCIMENTO, Ricardo. *Roupas inteligentes: combinando moda e tecnologia*. Senac, 2020.
- SEYMOUR, Sabine. *Fashionable technology: the intersection of design, fashion, science and technology*. Austria: SpringerWienNewYork, 2008.
- Open Softwear: *Fashionable prototyping and wearable computing using the Arduino*. Disponível em: [Open_Softwear-beta090712.pdf](#)
- BANZI, M. *Getting started with Arduino*. O’Reilly Books, California, USA, 2009.

As aulas práticas foram focadas no desenvolvimento de experimentos eletrônicos e computacionais, utilizando materiais característicos para a prototipação de circuitos têxteis, como linha condutiva, tecido condutivo, baterias, botões, sensores, LED e motores, e a plataforma Arduino para a prototipagem eletrônica que viabiliza a interação das peças.

O processo avaliativo é distribuído em duas etapas, descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Etapas avaliativas

Primeiro marco avaliativo	Segundo marco avaliativo
<p>Atividade inicial: pesquisa e apresentação de uma marca que atue no setor de tecnologia vestível, permitindo que os alunos explorem e analisem o mercado. Escolha de um dos produtos dessa marca para detalhamento e descrição funcional com base nos conhecimentos adquiridos sobre sensores e atuadores.</p> <p>Experimento circuito têxtil: desenvolvimento do primeiro <i>patch</i> de circuito eletrônico, explorando a linha condutiva, LEDs e resistores para criarem um sistema de circuito interrompido e conhecerem, na prática, a função e as possibilidades dos sensores e atuadores.</p>	<p>Projeto final: criação de uma peça interativa com base na identificação de uma oportunidade projetual, geração de alternativas e execução da peça funcional com os conhecimentos adquiridos ao longo da optativa.</p>

Fonte: autores (2024)

A abordagem metodológica proposta para a UC visa introduzir os estudantes no campo da

tecnologia vestível, como também capacitá-los a elaborarem soluções inovadoras que integrem design de moda e tecnologia, refletindo sobre o impacto dessas inovações na sociedade e no mercado.

3.2 Visão geral das aulas

O plano de aulas da UC *Wearables* está estruturado para integrar teoria e prática, cujo intuito é proporcionar uma exploração abrangente desse campo emergente. A introdução da Unidade Curricular aborda a expressão *tecnologia vestível* e traça um panorama histórico dela, situando os alunos no contexto evolutivo dessa tecnologia. Em seguida, as discussões concentram-se na vestimenta interativa como um meio de interação social e de preservação de memórias afetivas.

Nas aulas subsequentes, o foco volta-se à análise dos atributos e modos operacionais dos *wearables*. Nesse contexto, os estudantes são incentivados a refletirem sobre o conceito de *homem-aparelho*, de Vilém Flusser (2007), que explora como os dispositivos vestíveis podem ampliar as capacidades humanas. Tal reflexão é complementada por uma investigação prática, na qual os alunos são desafiados a pesquisar e apresentar uma marca que esteja na vanguarda do desenvolvimento de tecnologia vestível na área da moda. A análise deve abranger a história da marca, seus produtos e os componentes tecnológicos que empregam, permitindo uma compreensão das interseções entre tecnologia, moda e funcionalidade.

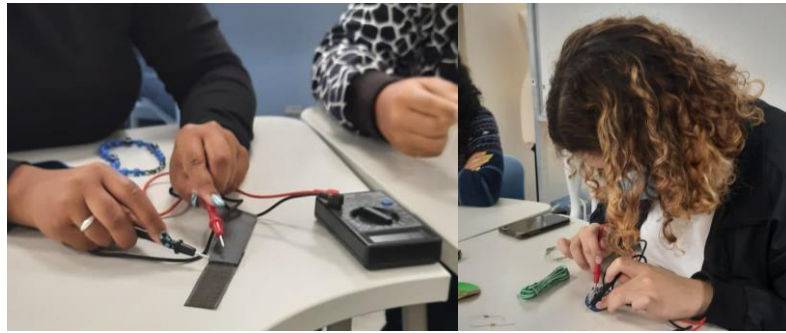
Nas aulas práticas, os alunos aprendem sobre sensores, atuadores e a linguagem de programação necessária para confeccionar *wearables*. Primeiro, os estudantes experimentam a construção de circuitos simples interrompidos e exploram linha condutiva, LEDs e botões, conforme Figura 1. Depois, equipamentos e ferramentas para a prototipação, tal como expressos nas Figuras 2 e 3, para desenvolverem um “retalho” de circuito têxtil.

Figura 1 – Experimentação com linha condutiva: criando um patch interativo



Fonte: acervo dos autores (2023).

Figuras 2 e 3 – Descobrimo o multímetro e os materiais condutivos

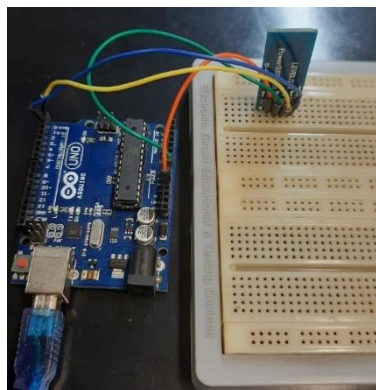


Fonte: acervo dos autores (2023).

Sendo assim, por meio da confecção do circuito, os alunos aprendem noções básicas de eletrônica (corrente elétrica, fonte de energia, material condutivo, resistência, atuadores), uma vez que os conhecimentos introdutórios são utilizados na preparação da primeira avaliação. Nessa atividade, devem escolher um produto da marca pesquisada e trazer o detalhamento de funções e possíveis componentes utilizados.

Na etapa final da UC optativa, os discentes recebem orientação para a elaboração de uma peça interativa, com base na metodologia de *Design Thinking*, em *brainstormings* e sessões de prototipagem inicial. Desse modo, a turma é dividida em grupos, a fim de identificar oportunidades projetuais, criar e selecionar ideias viáveis e especificar os sensores e atuadores necessários. Em seguida, os estudantes realizam o processo de prototipagem e vivenciam dois momentos. Os alunos desenvolvem a prototipação eletrônica utilizando as *protoboards* do Arduino, conforme exibido na Figura 4. Uma vez ajustada e finalizada a programação, passam para a integração da parte eletrônica à peça de vestuário, o que exige a elaboração de desenhos esquemáticos para compreender a melhor forma de integrar o circuito eletrônico ao vestuário, tendo em vista o tipo de peça.

Figura 4 – Placa de prototipação eletrônica com módulo Bluetooth Arduino HC-05



Fonte: acervo dos autores (2023).

A professora da disciplina orienta e medeia a atividade, o que inclui a criação de pacotes digitais com links e tutoriais para execução dos protótipos. O papel de orientação mediada ocorre para suprir dúvidas que possam surgir no processo. Contudo, os discentes são encorajados a procurarem, por conta própria, a resolução de problemas que se apresentarem no decorrer do processo. Por fim, as aulas finais dedicam-se à conclusão do protótipo eletrônico vestível desenvolvido, e a última, à apresentação dos projetos para a turma.

3.3 Projetos desenvolvidos

Na atividade proposta na UC optativa *Wearables*, os alunos foram desafiados a projetar e confeccionar uma peça de vestuário simples que se enquadrasse na categoria de *wearables* estudada durante o percurso. A peça deveria cumprir sua função de vestimenta, assim como incorporar algum tipo de interação com o usuário, utilizando sensores e atuadores para responder a estímulos ou fornecer feedback. O processo de criação foi delineado em três etapas, quais sejam:

- **Criação:** os alunos começaram com sessões de *brainstorming* para explorar ideias inovadoras e identificar oportunidades de design. Durante as sessões, emergiram múltiplas alternativas, entre as quais eles selecionaram a proposta promissora. A etapa de criação culminou no desenvolvimento de croquis, os quais especificavam tanto a estrutura do vestuário quanto a incorporação dos componentes tecnológicos. Os croquis serviram como um plano de ação para a construção do protótipo.
- **Desenvolvimento:** nesta fase, os alunos modelaram a peça de vestuário, o que incluiu a criação do tecido e a integração dos componentes eletrônicos. A prototipação eletrônica envolveu a escolha e o teste de sensores e atuadores, que permitiriam a interação desejada com o usuário. A integração do circuito eletrônico na peça exigiu a combinação de habilidades em costura e eletrônica, a fim de garantir que os componentes fossem funcionalmente eficazes e esteticamente integrados.
- **Apresentação:** após a conclusão do protótipo, cada grupo apresentou seu projeto final à turma. Na exposição, detalharam o processo de elaboração, ressaltando as decisões de design, os desafios técnicos enfrentados e as soluções implementadas. Esta fase possibilitou aos alunos refletirem sobre seu trabalho e compartilharem suas experiências, permitindo uma troca de conhecimentos e insights sobre as possibilidades e as limitações da tecnologia vestível.

Portanto, o exercício prático não apenas solidificou a compreensão teórica dos alunos sobre *wearables*, mas também proporcionou uma experiência tangível e aplicada na criação de tecnologia vestível, abrangendo desde a ideação inicial até a entrega de um protótipo funcional. Os protótipos desenvolvidos pelos alunos estão ilustrados na Figura 5.

Figura 5 – Protótipos desenvolvidos pelos estudantes



Fonte: acervo dos autores (2023).

A fim de ilustrar a aplicação prática dos conceitos de tecnologia vestível abordados nos dois semestres em que a UC foi ofertada, descrevem-se dois projetos que se destacaram em termos de excelência no processo de execução e/ou na inovação das ideias apresentadas. Esses projetos exemplificam a capacidade dos alunos de integrarem teoria e prática, demonstrando criatividade e competência técnica adquiridas ao longo do curso.

Projeto 1: *Saia LED*

Desenvolvido no primeiro semestre da disciplina, o projeto *Saia LED*, presente na Figura 6, representa uma abordagem criativa e técnica na área de tecnologia vestível. Envolveu a criação de uma saia que interage com o movimento da usuária, acionando LEDs em resposta aos seus movimentos.

Figura 6 – Protótipo *Saia LED* desenvolvido pelos estudantes



Fonte: acervo dos autores (2024).

A peça incorpora um sensor de movimento simplificado, que ativa os LEDs sem a necessidade de programação complexa. Essa abordagem permitiu aos alunos explorarem e aplicarem conhecimentos de eletrônica básica e circuitos interrompidos. Ao optar por um design que não requer programação avançada, o grupo conseguiu focar a integração eficaz dos componentes eletrônicos com o vestuário, o que demonstrou uma compreensão dos princípios de sensores e atuadores em contexto prático.

Entretanto, no segundo semestre, o docente da disciplina estabeleceu uma parceria com um dos professores da Coordenação de Engenharia Química que leciona uma UC de prototipação eletrônica. Assim, tal colaboração ampliou o escopo técnico da disciplina, bem como proporcionou aos alunos acesso a componentes avançados, como sensor de temperatura e umidade (DHT11). Ademais, facilitou a troca de conhecimentos com um profissional experiente em programação, o que enriqueceu o aprendizado com uma perspectiva interdisciplinar.

Na oportunidade, os graduandos puderam explorar sistemas IoT, utilizando o módulo Bluetooth para Arduino (HC-05), o que permitiu, por meio da experiência prática, que integrassem a conectividade sem fio aos projetos, expandindo suas habilidades em tecnologias. Além disso, experimentações com sensores de batimento cardíaco adicionaram complexidade ao trabalho, permitindo que os alunos implementassem funcionalidades biométricas em suas criações.

Projeto 2: Colete Pet

O *Colete Pet* exemplifica a aplicação prática e inovadora dos conceitos aprendidos na UC. Inspirado na demanda pessoal de uma integrante do grupo, cujo cachorro possui baixa visão, o projeto visava desenvolver um dispositivo que garantisse a segurança do animal em ambientes escuros. Para tanto, o grupo concebeu um colete equipado com funcionalidades avançadas. O acessório aciona um LED e emite um som quando o dono do animal ativa o dispositivo, via aplicativo de celular.

Figura 7 – Protótipo *Colete Pet* desenvolvido pelos estudantes



Fonte: acervo dos autores (2023).

Essa solução foi implementada com o auxílio de sensores de luminosidade, para detectar condições de pouca luz; LEDs para fornecer iluminação visível; e o módulo Bluetooth HC-05, para permitir a comunicação entre o colete e o smartphone do usuário. Dessa maneira, o desenvolvimento do colete envolveu a criação de um protótipo funcional que integrou todos os componentes, apoiado uso do módulo Bluetooth, permitindo a aplicação prática dos princípios IoT.

Os projetos apresentados neste artigo – *Saia LED* e *Colete Pet* – exemplificam a aplicação de conceitos teóricos em soluções práticas, como também o elevado grau de autonomia e protagonismo dos alunos ao longo do processo de desenvolvimento dos protótipos. Para ambos os projetos, a orientação fornecida foi deliberadamente limitada a aspectos fundamentais, como a indicação de sensores e atuadores específicos e as bases de programação necessárias para integrar e utilizar esses componentes. Esse enfoque permitiu, assim, que os estudantes aprimorassem habilidades técnicas essenciais, ao passo que fomentava a independência e a capacidade de resolução de problemas complexos.

4 Conclusões

A adoção de dispositivos *wearables* tem sido desigual, limitada a certos grupos, em função de barreiras como o alto custo e a falta de conhecimento. Com base em pesquisas realizadas, fica evidente que existe uma resistência entre os potenciais usuários relativa aos aspectos de privacidade e segurança dos dados coletados pelos *wearables*. Isso é pertinente para dispositivos

como *smartwatches*, que possuem a capacidade de coletar grandes quantidades de informações pessoais.

Apesar desses desafios, acredita-se que o futuro dos dispositivos vestíveis apresenta um panorama promissor. A integração crescente com outros sistemas e plataformas, aliada ao constante aprimoramento de suas funcionalidades, promete criar oportunidades para experiências personalizadas. À medida que os *wearables* evoluem para oferecer informações cada vez mais detalhadas e interconectadas, eles têm o potencial de se tornar elementos indispensáveis no cotidiano dos usuários. Essa progressão não só fortalecerá a relevância desses dispositivos no mercado, mas também facilitará a sua incorporação como componentes essenciais do vestuário, transformando-os em plataformas fundamentais para a interação diária.

Por outro lado, entende-se que a implementação limitada das tecnologias vestíveis na indústria da moda pode ser, em parte, atribuída à falta de embasamento acadêmico. Todavia, outros fatores também atuam para esse cenário. Entre eles, desafios técnicos, restrições de recursos e, em alguns casos, percepção insuficiente das possibilidades e dos benefícios que essas tecnologias podem ofertar ao vestuário. Reconhece-se, portanto, a necessidade de uma definição abrangente para os *wearables*, ou melhor, os vestíveis tecnológicos (BASTOS, 2024). Essa nova abordagem propõe uma inversão de perspectiva, na qual o vestível é visto como a plataforma para a tecnologia, em vez da concepção tradicional, na qual a tecnologia dita a função do vestível.

Nesse sentido, a capacitação para o desenvolvimento de *wearables* é essencial, sobretudo ao se considerarem a rápida evolução das tecnologias e a falta de preparo técnico entre designers de moda. A experiência prática de ensinar tecnologias vestíveis aos estudantes de Design de Moda foi, ao mesmo tempo, enriquecedora e desafiadora. Um dos principais obstáculos consistiu em adaptar as ideias criativas dos alunos às limitações técnicas dos sensores disponíveis. Além disso, a inicial falta de familiaridade com a programação representou um desafio significativo. No entanto, esses obstáculos foram superados por meio da autoaprendizagem e da busca ativa por soluções, resultando na criação de protótipos funcionais.

No decorrer da UC, a interação dos alunos com as tecnologias vestíveis evoluiu de maneira considerável. No início, muitos demonstraram receio em lidar com baterias, temendo choques elétricos, por exemplo. Entretanto, com orientação adequada e explicações sobre os cuidados necessários, os alunos tornaram-se mais confiantes e engajados no uso de componentes eletrônicos. Nesse cenário, os projetos desenvolvidos destacaram a capacidade criativa dos estudantes. Exemplos como o casaco LED, que identifica mudanças de temperatura, o body que brilha conforme as batidas do coração, e a blusa que aciona motores de massagem ao ser tocada, bem como os projetos descritos neste artigo, ilustram a criatividade dos estudantes.

Ademais, convém salientar o feedback positivo dos alunos durante as atividades. Eles expressaram surpresa e satisfação com suas realizações. Comentários como “Achei que a gente não ia conseguir finalizar”, “Abriu a minha cabeça” e “Achava que programação era só para quem é muito nerd” indicam que o objetivo de desmistificar o uso da programação e da tecnologia digital no vestuário foi alcançado com sucesso. Essa experiência ressalta, portanto, a importância de inserir a formação técnica no currículo de Design de Moda, proporcionando aos futuros designers as habilidades necessárias para explorarem as possibilidades oferecidas pelas tecnologias vestíveis. A capacidade de alinhar a estética com a funcionalidade e a inovação tecnológica é crucial para o desenvolvimento de produtos de moda relevantes e competitivos no mercado atual.

Do ponto de vista teórico, os projetos desenvolvidos pelos alunos reforçam as ideias de Seymour (2010, 2008) sobre a integração de tecnologia digital avançada com apelo estético e a

capacidade de os *wearables* funcionarem como interfaces tecnológicas. A prática observada confirmou que é preciso alinhar estética, tecnologia vestível e funcionalidade. No entanto, a elaboração estética dos protótipos foi limitada pelo tempo disponível e pela inexperiência dos alunos. Tal alinhamento sugere que, com mais tempo e experiência, os alunos poderiam criar peças vestíveis que não apenas funcionassem de modo eficiente, mas também que fossem esteticamente atraentes.

A experiência ressalta a necessidade de introduzir os estudantes de Design de Moda nas tecnologias vestíveis. Embora ainda emergente, essa tecnologia já demonstra potencial para revolucionar o campo da moda. É, portanto, essencial que futuros designers sejam capacitados no uso de sensores, atuadores, placas de prototipagem eletrônica e programação. Dessa forma, eles estarão preparados para criar peças inovadoras que combinem funcionalidade e estética, alinhando-se com as tendências futuras do mercado.

Além disso, a colaboração entre designers de moda, engenheiros e cientistas de outras áreas será fundamental para o desenvolvimento de *wearables* esteticamente atraentes e funcionalmente robustos. Essa abordagem interdisciplinar permitirá que os *wearables* não apenas atendam às demandas práticas, mas também ofereçam uma plataforma para a expressão individual, permitindo que cada pessoa projete sua identidade por meio da tecnologia vestível.

Por fim, o objetivo deste estudo é estimular uma reflexão a respeito das possibilidades que o design de moda pode oferecer ao segmento de tecnologia vestível e promover uma maior integração entre diferentes áreas, sobretudo nos processos conceituais e de design dos dispositivos. O campo da moda tem muito a contribuir quando se trata de adoção de tendências pelos usuários, e a integração de tecnologias vestíveis pode abrir novas fronteiras para o futuro da moda.

5 Referências

BASTOS, V. F. **Moda e Tecnologia em direção aos Futuros: FIM DA LINHA**, 2024. 463f. Tese (Doutorado em Design) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Departamento de Design - Centro de Artes e Comunicação, 2024.

BRUNO, N. C. **Wearables, deficiência intelectual de desenvolvimento e movimentação corporal: um estudo sob a perspectiva do design em parceria com o grupo do IPCEP (Instituto de Psicologia Clínica Educacional e Profissional)**. Orientador: Jorge Roberto Lopes; co-orientador: Hugo Fuks. – 2015. 80f. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Artes e Design, 2015.

FLUSSER, V. **O Mundo Codificado: Por uma Filosofia do Design e da Comunicação**. São Paulo: Cosac Naify, 2007.

JEONG, S. C. et al. **Domain-specific innovativeness and new product adoption: A case of wearable devices**. *Telematics and Informatics*, v. 34, n. 5, p. 399-412, 2017.

KANER, G.; KUN, A. C. **Design colaborativo para artigos da moda: uma perspectiva de sistema de moda**. In: NORDES 2017: Design+Power, nº 7, 2017. ISSN 1604-9705. Oslo. Disponível em: www.nordes.org. Acesso em: 29 dez. 2022

MANN, S. **Definition of “wearable computer”**. International Conference on Wearable Computing ICWC-98 Fairfax VA, University of Toronto, 1998. Disponível em <<http://wearcam.org/icwckeynote.html>>. Acesso em: 03 julho 2024.

O'NASCIMENTO, R. **Roupas Inteligentes:** Combinando Moda e Tecnologia. Senac, 2020.

PRAHL, A. **Designing wearable sensors for Preventative Health:** An exploration of material, form and function. PhD thesis, University of the Arts London, 2015.

SEYMOUR, S. **Functional Aesthetics.** Visions in Fashionable Technology. Springer Vienna, 2010

_____. **Fashionable Technology: The Intersection of Design, Fashion, Science and Technology.** Austria: SpringerWienNewYork, 2008.

WALLACE, J. **Exploring the Design Potential of Wearable Technology and Functional Fashion Design.** 2014. Dissertação de Mestrado em Design, University of Cincinnati, School of Design, Art, Architecture and Planning.