

Métodos alternativos de ensino para materiais e processos em cursos de Design de Produto

Alternative teaching methods for materials and processes in Product Design courses

Paulo Cesar Machado Ferroli
Lisiane Ilha Librelotto

Resumo: No mundo moderno a transmissão de conhecimento às novas gerações necessita de abordagens inovadoras, sustentadas pelas mudanças culturais dos últimos anos. Este artigo apresenta um estudo de caso em ensino/aprendizagem realizado durante 11 anos em um curso de Design com o objetivo de contribuir para a discussão da prática docente de materiais e processos de fabricação em cursos de design de produto. Cinco abordagens foram testadas durante o período considerado e os resultados são aqui apresentados: uso de materioteca, análise da ACV dos materiais, construção de modelos e protótipos, elaboração de vídeos educacionais e elaboração de HQs. Os resultados comprovam que as novas gerações necessitam de abordagens modernas de ensino, para além do método tradicional, que é pautado sobretudo em exposição de conceitos e leituras direcionadas.

Palavras-chave: Estratégias de ensino; Design de produto; Materiais e processos.

Abstract: In the modern world, the transmission of knowledge to new generations requires innovative approaches, supported by the cultural changes of recent years. This article presents a case study carried out over 11 years on a design course with the aim is to contribute to the discussion of the teaching practice of materials and manufacturing processes in product design courses. Five approaches were tested during the period in question and the results are presented here: using a materials library, analyzing the LCA of materials, building models and prototypes, making educational videos and making comics. The results show that new generations need modern teaching approaches, in addition to the traditional method, which is mainly based on the exposition of concepts and directed readings.

Keywords: Teaching strategies, Product design, Materials and processes.

Introdução

Ao considerar o design como uma atividade laborativa remonta-se aos princípios históricos da própria espécie humana. Fundamentalmente, em essência, os seres humanos se diferenciam dos demais animais pela sua capacidade de criar em nível de complexidade e direcionamento. Também é consenso que desde os primórdios de nossa existência, a atividade projetual (ou de design) esteve presente em nosso dia-a-dia. Ou seja, existe uma diferenciação básica entre atividades puramente criativas (e isso pode ser encontrado em outras espécies animais), daquelas realizadas com planejamento prévio e futuro, envolvendo procedimentos metodológicos que vão se aperfeiçoando à medida que são transmitidos entre os indivíduos, o que pode acontecer concomitantemente ou através de transmissão de saberes, que envolve técnicas de ensino e aprendizado.

Historiadores dedicam-se a estudar nossa evolução e afirmam que o homínido conhecido como *Australopithecus afarensis* já teria características construtivas com o uso das mãos, além de apresentar características rudimentares de inteligência criativa como a fabricação de armas, utensílios, mobiliários, entre outros, à partir de materiais elementares disponíveis na natureza, como pedras, gravetos, conchas, folhas e assim por diante. Essas novas descobertas reduziram em 2 milhões de anos uma característica humana, antes tida como do *Homo habilis*, cerca de 2,5 milhões de anos a.C. (UNESP, 2023)

As características físicas (força, velocidade, agilidade, etc.) destes homínidos eram muito inferiores a grande maioria das demais espécies que coabitavam com eles as selvas primitivas, e por isso, existe uma concordância unânime, que a criatividade humana (e de forma sequencial a capacidade de ensino-aprendizagem) foi a responsável não somente por garantir a sobrevivência básica, mas principalmente por permitir ao homem a evolução constante até chegar no topo da cadeia alimentar.

Desta forma, pode-se considerar que o ato de projetar (ainda que inicialmente predominantemente intuitivo) remonta a milhões de anos no passado e foi acompanhado, gradualmente, do ato de “ensinar a projetar”. Foi necessário transmitir às gerações futuras as técnicas e/ou a própria tecnologia, na melhor acepção da palavra, o estudo da técnica e sua evolução foi sendo construído. Contudo, o ensinamento concomitante, embora tivesse eficácia, não era de fato eficiente, pois poderia perder-se ao longo do tempo. Por exemplo, determinada técnica de pesca, caça ou habitação desenvolvida por um agrupamento nômade, pode é claro ser transferida de “pai para filho”. Mas se algo acontecer e o grupo for extinto ou disperso, esse conhecimento, não estando registrado de nenhum modo, se perde.

Sabe-se hoje que o advento da escrita foi o maior responsável por garantir, com efetividade, a transmissão de conhecimento. À medida que a evolução ocorria, a transmissão dos conhecimentos estava em curso: das simbologias elementares riscadas em pedras a grande revolução dos papiros. Depois surgiram os códices (semelhantes aos papiros, mas com material mais resistente, que permitia serem costurados), os rolos para selar, a xilografia dos chineses e a Prensa de Gutenberg (por volta de 1455, que deu a seu criador o título de inventor da imprensa). A técnica de Gutenberg permaneceu sendo usada por muitos séculos, substituída apenas por volta de 1904, pela litografia e o desenvolvimento da impressão offset (usada até hoje). Cabe destacar, essa última, cada vez mais preterida ao emprego da leitura digital, em tela, por meio de sites e *e-books*.

Assim é possível observar que as mudanças culturais e tecnológicas recentes evidenciam a diferença na transmissão do conhecimento entre gerações. O processo de ensino-aprendizagem por meio de materiais impressos (livros, polígrafos, apostilas, manuais, entre outros) e aulas expositivas ainda são muito adotadas, porém, vem gradualmente se modificando com o emprego de elementos gráficos que procuram equilibrar partes textuais com ilustrações, sem perder o conteúdo.

Na expectativa de atender as demandas decorrentes destas mudanças, vários cursos superiores estão adotando um sistema de ensino denominado de “híbrido”, que objetiva garantir o protagonismo e a autonomia dos estudantes em suas trajetórias de formação. Nessa abordagem, as matrizes curriculares são pensadas tendo em vista competências cognitivas e competências socioemocionais, importantes para uma formação ampla e conectada à realidade do século XXI.

Entende-se com isso que as novas gerações precisam receber as habilidades técnicas necessárias ao desenvolvimento laborativo, sem que as competências cognitivas e emocionais sejam negligenciadas. Incorporando nisso as rápidas transformações no mercado de trabalho e nas relações interpessoais, fruto das novas tecnologias, o sistema educacional está tendo que remodelar suas estratégias. Fato é que o ensino “híbrido” prevê a integração do ensino presencial com o ensino em plataformas de aprendizagem, reorganizando o tempo e o espaço da aula por meio da alternância de diferentes momentos de aprendizado em torno de um mesmo tema.

O que é interessante na teoria, mostra-se desafiador na prática, tendo em vista que esse conceito está sendo aplicado em jovens que foram alfabetizados e tiveram boa parte de sua trajetória estudantil em um contexto ainda tradicional. Muitas universidades optam então por adotar a estrutura de pré-aulas, aulas e pós-aulas; sendo que a primeira e a terceira fase são realizadas de forma remota, auxiliada por tutores.

Importante observar, porém, que essa tendência que vem sendo ampliada (principalmente no ensino superior privado), apresenta aspectos conceituais que foram precipitadamente antecipados, ou seja, sem um pleno amadurecimento conceitual. A pandemia - COVID-19 impulsionou (de forma imposta) um salto tecnológico nas plataformas educativas. Durante a pandemia as atividades de ensino, antes desenvolvidas presencialmente, precisaram ser realizadas de forma totalmente remota, por meio de plataformas de integração virtuais e ambientes digitais, onde se fizeram necessárias novas abordagens de transmissão do conteúdo no que se refere ao ambiente de ensino-aprendizagem.

Sempre que acontece um fator externo não previsto como a pandemia, existe a possibilidade de haver um choque cultural/tecnológico. Enquanto que o corpo docente tradicional e pertencente a gerações mais antigas sentiu significativamente as alterações, os discentes, pertencentes às novas gerações, adaptaram-se com muito mais facilidade, mas não necessariamente com melhores resultados. Isso decorre do fato de que os discentes há muito tempo ansiavam por mudanças, pois o padrão educacional tradicional e por vezes obsoleto, que tinha por lastro um sistema educacional arcaico, atuava como fator impeditivo ao uso de novas tecnologias, muitas vezes por conveniência ou receio dos professores.

O cenário de ensino tradicional já não contempla as necessidades dos jovens projetistas. A velocidade da informação faz com que a leitura de livros técnicos se torne cada vez menos

atrativa, frente a velocidade proporcionada por uma busca simples em sites como o Google, por exemplo (ações como o Google Scholar trouxeram a credibilidade necessária ao uso cada vez maior da tecnologia digital de informação). De certa forma, a obrigatoriedade proveniente da pandemia atendeu parte dos anseios da população jovem, por enfim ter ofertada possibilidades para além do tradicional ensino.

Contudo, profissionais comprometidos não podem ficar reféns da sorte de encontrar o que precisam em fontes “confiáveis”, já que é conhecimento geral a quantidade significativa de blogs e publicações independentes, cuja finalidade pode ser muito mais “comercial” do que acadêmica, ou profissional.

O desafio educacional neste novo cenário passa então por atrair o estudante para leituras técnicas especializadas para além das fontes bibliográficas tradicionais, que hoje se resumem a livros e artigos científicos em muito pautada ainda pela visão tradicional dos professores e educadores do país. Essas fontes são, em geral, voltadas a uma leitura linear, cadenciada e por vezes morosa, que está sendo preterida pelo público jovem universitário pela leitura superficial e rápida oferecida pela internet.

Livros técnicos de materiais (por exemplo, foco deste artigo) costumam ter em torno de 500 páginas, e abordam, com raras exceções, apenas partes específicas do conteúdo total. Ou seja, é comum encontrar autores especializados em metais, por exemplo, cujas obras, pouco ou nada abordam sobre plásticos, cerâmicas ou madeiras. Em contrapartida, livros mais generalizados, que abordam um volume amplo de materiais, são ainda mais extensos e acabam por serem superficiais, de modo que a carga de leitura cria um obstáculo aos objetivos educacionais.

O mercado atual é ágil, e a velocidade de mudança criou a necessidade de um profissional formado capaz de buscar rapidamente as informações necessárias. Para isso, o conhecimento generalista de materiais e processos tornou-se mais importante do que o conhecimento especializado em alguns materiais e seus processos de fabricação. Neste sentido, alguns softwares para seleção de materiais, poderiam suprir a busca rápida de materiais, porém não servem ao conhecimento introdutório.

Mediante o exposto, esse artigo apresenta um estudo de caso em turmas de design, em disciplinas de materiais e processos de fabricação, e apresenta como proposta, alternativas para o ensino/aprendizagem de materiais e processos de fabricação/construção. O estudo iniciou-se em 2012, e na época não se previa a pandemia COVID-19, que acabou por modificar algumas (se não muitas) expectativas e previsões sobre os resultados que seriam alcançados.

A proposta final, após muitos ajustes, prevê um sistema de ensino-aprendizagem em materiais e processos que acontece através de várias ações coexistentes, trabalhadas em sala de aula em momentos distintos, mas interligados. Envolve a criação de livros-textos sob a forma de HQ, criação de vídeos educacionais, construção de modelos e maquetes e elaboração de ciclo de vida de materiais tendo por base a montagem e manutenção de uma materioteca. Todas estas ações são interligadas, tendo por eixo o processo de ensino em turmas tradicionais, apoiado por atividades de pesquisa e extensão. O resultado final (proposta aqui demonstrada) foi sendo construído ao longo dos anos (dois semestres por ano – durante o período de 2012 a 2023), mediante pesquisas

de *feedback* envolvendo os discentes, além da análise de índices de desistência, de reprovação e notas finais.

Referencial teórico e linha do tempo (antecedentes)

O estudo ora apresentado, iniciou no semestre de 2012.1. As primeiras ações previam a substituição de trabalhos e provas tradicionais por ações de pesquisa que envolveram a obtenção de amostras de materiais para a construção de uma materioteca. Desde o início, os alunos foram convidados ao final de cada semestre a avaliarem os resultados e propor aprimoramentos.

Logo de início (após experimentos de três semestres letivos) se percebeu que o conceito de uma materioteca do modo tradicional, frequentemente usado em cursos de design, não atendia ao proposto. Desta forma, a questão ambiental foi colocada como um fator inovador. Tendo por base o critério de seleção de materiais da ferramenta FEAP-SUS – Ferramenta Auxiliar de Projeto com Ênfase na Sustentabilidade proposta em Librelotto e outros (2012), o fator ambiental foi colocado como elemento fundamental de escolha de materiais, juntamente com os fatores estético, econômico, ergonômico, social e mercadológico. Essa ferramenta integrou as propostas MAEM-6F – Método de Escolha de Materiais em Seis Fatores com o modelo ESA (Ferrolí; Librelotto, 2024).

A sustentabilidade já era em 2012 um dos assuntos mais discutidos, não só na academia, mas nas indústrias, comércio, na sociedade em geral. Por envolver as mais diversas áreas do conhecimento: das ciências sociais aplicadas às engenharias, passando pelas ciências humanas, exatas, etc. a sustentabilidade atua como um elo social, no qual cada ação individual tem efeito compartilhado por todos.

Evidências disso encontram-se em Madeira e outros (2011), que afirmaram que as instituições de ensino superior devem ter um papel preponderante no desenvolvimento sustentável e devem ser, elas próprias, modelos de sustentabilidade. Essas instituições têm como função a ascensão do conhecimento pelo ensino, pesquisa e extensão, objetivando a transformação positiva de seres humanos e da sociedade. Assim, suas atividades institucionais devem incluir a tarefa de regenerar modelos de desenvolvimento sustentável, além de inspirar uma cultura de sustentabilidade para a sociedade (Casarejos; Frota; Gustavson, 2017; Lozano *et al.*, 2013).

Contudo, embora esse pensamento já fosse comum no design, arquitetura e engenharia, a aplicabilidade prática no processo de seleção de materiais não era. A questão ambiental foi então inserida na proposta, e a materioteca adquiriu a condição de “materioteca sustentável”. Essa foi a principal inovação no processo de ensino-aprendizagem durante 2012 e 2013. Durante 2014 e 2015, as pesquisas com os alunos continuaram e pode-se observar que existia ainda muita coisa tradicional no processo. A ideia foi acrescentar a análise de ciclo de vida dos materiais, e então grupos de estudantes estudavam determinado material em termos do ciclo de vida deste, estabelecendo: conceito, histórico, propriedades específicas, propriedades físico-químicas, propriedades térmicas, propriedades mecânicas, classificação, processos produtivos, processos de fabricação, principais usos, descarte, reciclagem, análise da sustentabilidade e principais fornecedores.

A partir deste ponto foi criado um banco de dados, com incentivo para que os alunos pesquisassem sobre materiais que ainda não tinham sido contemplados nos estudos anteriores. Em paralelo foi desenvolvido uma identidade própria da materioteca, com marca e elementos gráficos que

uniformizaram as ACVs. (Ferroli *et al.*, 2023). A Figura 1 mostra a marca da materioteca desenvolvida em projeto de extensão, e também ilustra parte da ACV de um material como exemplo. Esta etapa foi muito importante para que houvesse uma uniformização nas ACVs geradas.

Os resultados constantemente monitorados levaram à conclusão de que era essencial a construção de modelos e protótipos permitindo a experimentação prática dos materiais por parte dos alunos. Estas tarefas já eram realizadas nas disciplinas de oficina; então, dependendo do semestre, os alunos de materiais foram convidados a participarem de algumas atividades desenvolvidas nas disciplinas de oficina. Quando isso não era possível (por incompatibilidade de horários, de planejamento entre docentes ou por qualquer outro motivo) foram realizadas tarefas de menor complexidade durante as aulas de materiais. Também em alguns semestres houve a realização de oficinas maiores (projetos de extensão do laboratório), e então, para estes casos, os alunos participavam das oficinas, utilizando-se dos resultados como insumo para relatórios que foram avaliados em materiais e processos. De qualquer maneira, independente de que tipo de inclusão a parte prática teve na disciplina ou no curso, aconteceu nova alteração nos planos de ensino, e eliminação de mais partes tradicionais de ensino, com a inclusão de oficinas práticas, onde os alunos procuravam entender processos de fabricação relacionados aos materiais em questão (essas ações foram usuais durante o período compreendido entre 2015 – 2019).

MATERIOTECA sustentável

Avaliação do Ciclo de Vida Cerâmica Vermelha

Conceito

Ciclo de vida é o conjunto de todas as etapas necessárias para que um produto cumpra sua função na cadeia de produtividade.

Sua análise permite a quantificação das emissões ambientais e o impacto ambiental de um produto, sistema, ou processo.

Do grego "kéramos" (terra queimada ou argila queimada).

São pedras artificiais obtidas pela moagem, secagem e queima de argilas ou de misturas contendo argilas, o que lhe garante grande durabilidade. As cerâmicas são isolantes elétricos e térmicos, duros, mas frágeis.

A Cerâmica Vermelha difere-se das outras pela sua coloração avermelhada.

São exemplos de materiais utilizados na indústria da construção civil feitos de cerâmica vermelha:

1. Tijolos Maciços;
2. Blocos furados (de vedação ou estrutural);
3. Telveis;
4. Manilhas;
5. Blocos decorativos (Cobogá);
6. Telhas;
7. Utensílios e produtos artísticos.

Objetivos

Selecionar um material da construção civil para analisar seu processo produtivo, suas principais características e propriedades, suas classificações ou subdivisões, relações com a construção civil e a arquitetura, bem como a Avaliação do Ciclo de Vida.

ACV

Figura 1: Materioteca – marca e exemplo de ACV.
Fonte: Dos autores.

Da mesma forma que as ACVs, a ideia era a composição de uma espécie de banco de dados, onde as turmas subsequentes de alunos poderiam estudar os protótipos e modelos já desenvolvidos, e posteriormente construir seus próprios. Os estudos práticos foram trabalhados do seguinte modo:

- Materiais como papelão, madeira natural, resinas poliméricas, PU, EPS e *clay* (dentre outros) foram abordados/estudados na confecção de modelos de média complexidade. Conforme já comentado, quando possível, houve interação com a disciplina de Modelos e Protótipos. A Figura 2 mostra alguns modelos que foram desenvolvidos na disciplina de Modelos e Protótipos e que foram utilizados como parte prática experimental nas disciplinas de Materiais e Processos. A primeira imagem (a) refere-se a um modelo construído em madeira balsa, a segunda imagem (b) traz um modelo construído pela técnica do empilhamento com papelão tipo Paraná.

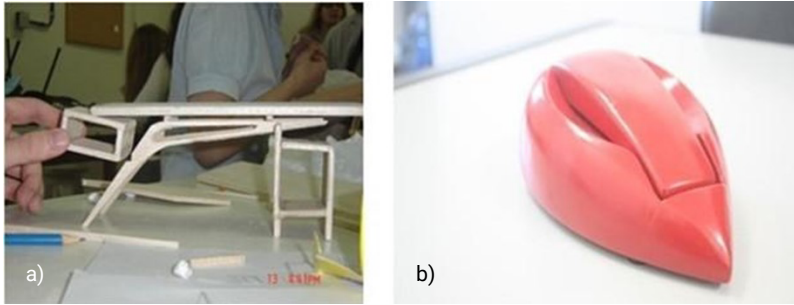


Figura 2: Exemplos (a) e (b) da construção de modelos – oficinas práticas.
Fonte: Dos autores.

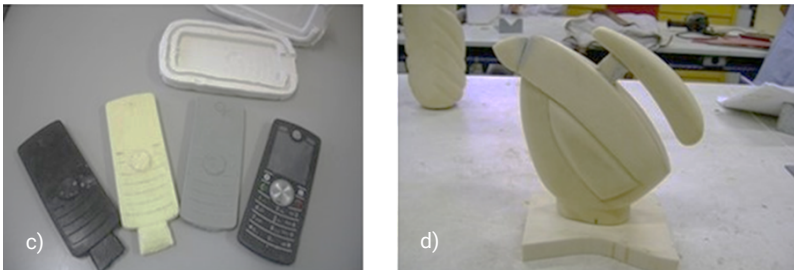


Figura 3: Exemplos (c) e (d) da construção de modelos – oficinas práticas.
Fonte: Dos autores.

Na Figura 3, o exemplo (c) mostra uma experiência onde aproveitou-se para estudar quatro materiais: silicone do tipo branco usado para a fabricação do molde, e resina de poliéster, espuma de poliuretano (PU) e *clay*, usados para fazer os modelos. No exemplo (d) uma experiência com PU. - Materiais como bambu, metais, certos tipos de madeira, alvenaria e cimentos, devido à complexidade, foram trabalhados em projetos de extensão, onde os alunos das disciplinas foram convidados a participarem. Na Figura 4 mostram-se alguns destes projetos. Na primeira imagem pode-se ver três experiências, sendo a primeira uma habitação construída em bambu (resultado de um trabalho de conclusão de curso construída com apoio de mutirões), e a segunda construída em madeira.



Figura 4: Exemplos da construção de protótipos – oficinas práticas.
Fonte: Dos autores.

A construção em bambu aparece com maior detalhe na segunda imagem da figura, ao lado da construção com metal (aço). O bambu desta oficina foi preparado pelo autor do TCC, diferente do bambu usado na terceira imagem da figura, que foi colhido e tratado diretamente da plantaçãõ própria do laboratório. Neste caso, é importante observar que os alunos também tiveram a oportunidade de experimentar o processo de cura das varas, tratamento e tudo o mais que envolveu a prática. A última imagem da figura mostra um protótipo experimental, de uma habitação projetada para casos de enchentes. A imagem da figura mostra a experiência no laboratório simulando a flutuação da habitação, desenvolvidas por meio de um projeto de pesquisa.

Durante o ano de 2019 os professores responsáveis pelo projeto foram afastados das funções de sala de aula em virtude do pós-doutorado. O que era para ser um afastamento de curta duração, com finalidades formativas e de aprimoramento, acabou se transformando, por conta da COVID-19, em um afastamento (do modo tradicional de sala de aula) bem maior. Assim, nos anos 2020 e 2021, as atividades foram totalmente remotas, e consequentemente as partes práticas (especialmente que envolviam o contato direto com as amostras da materioteca e a construção de modelos e protótipos) foram interrompidas.

A produção de vídeos educacionais por parte dos alunos já estava sendo testada, em critério experimental, desde antes de 2019. Portanto, aproveitou-se então da impossibilidade imposta pelo ensino totalmente remoto em desenvolver atividades práticas para testar essa abordagem educacional. O resultado foi promissor, de modo que se optou por sua manutenção após o término do período pandêmico. Na proposta, os alunos, em grupos, escolhem um dos materiais disponíveis e para este elaboram um vídeo institucional, no qual se deve abordar aspectos básicos como características, propriedades, pontos fortes, limitações e exemplos de uso. Os aspectos foram sendo testados, até evoluírem ao ponto dos mesmos elementos sugeridos no ACV.

O período pandêmico foi, obviamente, atípico. Nos dois primeiros períodos, acabou-se por voltar praticamente ao início, com amplo predomínio de atividades tradicionais, ou seja, aulas expositivas, tendo por única diferença que em vez de serem físicas, foram gravadas e disponibilizadas via Youtube. As atividades ligadas a materioteca e a construção de modelos e protótipos foram interrompidas, mantendo-se apenas a elaboração dos vídeos. Então, a partir do meio do período da pandemia, a última ferramenta foi finalmente testada, referente ao emprego de HQ – Histórias em Quadrinhos.

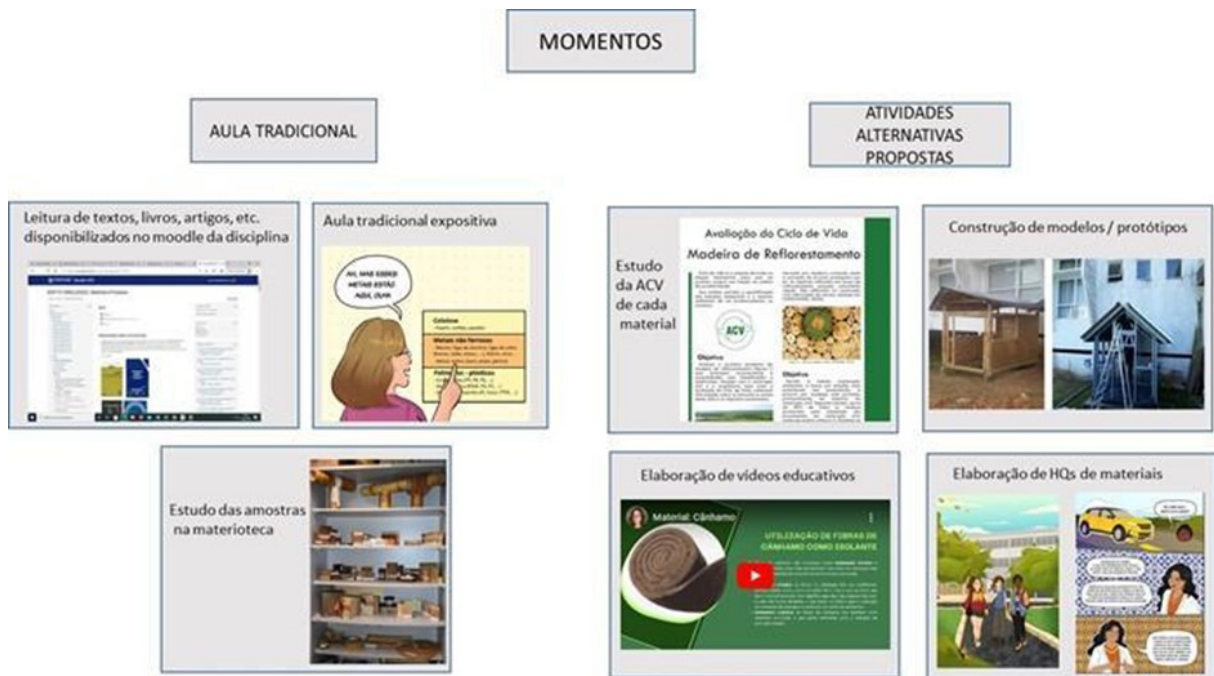
Leite (2020) destaca o uso de histórias em quadrinhos como material didático com o objetivo de facilitar o entendimento e, principalmente, o interesse na leitura por parte dos estudantes. A autora citada apresentou uma proposta do uso das HQs como material didático com o objetivo de auxiliar o ensino de elementos químicos.

Embora tenha havido uma forte resistência e preconceito em relação à inserção e utilização das HQs no ensino, nos últimos anos as HQs começaram a ser mais valorizadas e incentivadas no campo da Educação. Com um uso específico no campo educacional, deixaram de ser vistas apenas como algo exclusivo para as crianças e passaram a ser reconhecidas como algo capaz de favorecer a comunicação para diversos públicos.

Proposta educacional de ensino com o emprego das ferramentas

A partir da união de todas as propostas, tendo por base as experiências adquiridas ao longo da aplicação e *feedback* das turmas desde o período semestral de 2012-1 até 2023-2, considerando-se para efeitos estatísticos, tanto de observação paramétrica quanto de valoração matemática do período pandêmico em que a universidade esteve fechada fisicamente (existindo, portanto, somente o ensino remoto), mostra-se na Figura 5 um panorama completo, a ser discutido neste artigo. A Figura 5 deve ser estudada conjuntamente com a Tabela 1, e com os gráficos 1, e 2, para melhor entendimento.

Figura 5: Panorama resumo das atividades.
Fonte: Dos autores.

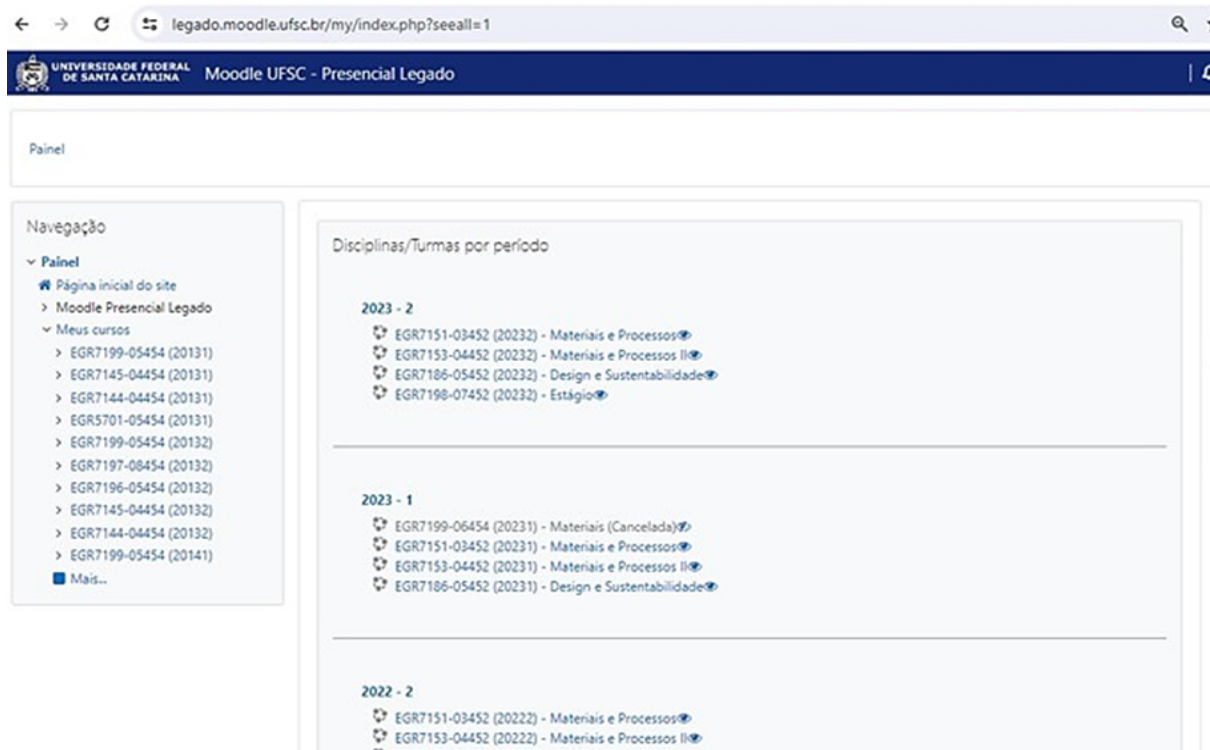


Sobre a tabela 1, pode-se notar:

- Nos anos 2012 e 2013 manteve-se uma estrutura de ensino bastante tradicional, onde 80% do tempo era dedicado às aulas expositivas e leituras de textos, e 20% do tempo à observação de amostras na materioteca, com índices de desistência e reprovação muito altos (média de 24,34%). Durante estes 4 semestres não existiu interação entre a parte teórica de materiais com a parte prática oferecida nas disciplinas de oficina.

- Nos anos 2014 e 2015, foi incluída a parte ambiental, conforme já comentado, e a atividade prática da montagem da ACV reduziu o tempo de ensino tradicional para 70%. Nestes três semestres, não houve, aparentemente resultados diferentes nos índices de desistentes e reprovados, cuja média ficou em 27,89%. No segundo período de 2015 aconteceu a primeira inserção de atividades relacionadas à construção de modelos e protótipos, reduzindo o tempo de ensino tradicional para 60% e então, percebeu-se uma redução significativa dos índices de não aproveitamento (9,91%). Embora o resultado de um único semestre não fosse ainda suficientemente significativo, o emprego da abordagem pareceu promissor.

As informações referentes a número de matriculados, desistências e índices de aproveitamento foram retiradas da Plataforma Moodle UFSC legado, disponível em <https://legado.moodle.ufsc.br/> e demonstrado na Figura 6.



- Pelo observado na primeira experiência de 2015, resolveu-se ampliar o tempo para a construção de modelos e protótipos, visto ser uma atividade predominantemente prática, que demanda tempo de preparação, execução e análise. Então, nos anos de 2016 a 2019 (primeiro semestre) reduziu-se o tempo de ensino tradicional para 50% e depois para 40% (elevando-se o tempo relacionado para modelos e protótipos para 30%), e pela primeira vez pode-se observar, já a partir de 2017, uma diferença na porcentagem de alunos desistentes.

É claro que as atividades práticas desenvolvidas nas disciplinas de materiais, embora em muito baseadas nas realizadas nas disciplinas de oficina de modelos e protótipos, são reduzidas, não tendo a intenção de substituição. Em ocasiões especiais houve participação em atividades extras, de acompanhamento de atividades que estavam acontecendo no laboratório, de projetos de pesquisa e extensão, não necessariamente atividades com finalidades acadêmicas, mas que proporcionaram a oportunidade para aquele momento. O período compreendido de sete semestres letivos registrou um índice médio de 12,18% entre reprovados e desistentes, o que é quase 50% menor do que o registrado antes do emprego desta atividade.

- O semestre de 2019.2 não pode ser considerado porque ambos os professores (tanto de sala de aula, quanto responsável pelas atividades práticas no laboratório) estavam afastados para pós-doutorado.

- O período de 2020.1 a 2022.1 foi completamente alterado por conta da pandemia. O período de 2020.1 até começou de forma presencial, mas as aulas foram interrompidas logo na segunda

Figura 6: Moodle UFSC – presencial – legado.

Fonte: <https://legado.moodle.ufsc.br/>

semana. Após quase dois meses de indefinição, as aulas foram retomadas de forma totalmente remota, com alteração completa dos planos de ensino. Já o período de 2022.1 foi parcialmente presencial, ainda sob efeito da pandemia. Em termos de atividades, conforme se pode observar na Tabela 1, durante os três primeiros períodos apenas a referente aos vídeos foi mantida.

Período Semanal	Aula (tradicional) (%)	Atividades alternativas										Total
		Amostras materiais	Fator ambiental amostras	Oficinas práticas	Vídeos educacionais	Elaboração HQs	Alunos matriculados	Desistentes	Reprovados	% Desistentes	% Reprovados	
2012-1	80	20	0	0	0	0	30	4	2	13,33%	6,67%	20,00%
2012-2	80	20	0	0	0	0	26	3	2	11,54%	7,69%	19,23%
2013-1	80	20	0	0	0	0	44	8	5	18,18%	11,36%	29,55%
2013-2	80	20	0	0	0	0	56	12	4	21,43%	7,14%	28,57%
2014-1	70	20	10	0	0	0	63	14	6	22,22%	9,52%	31,75%
2014-2	70	20	10	0	0	0	11	2	1	18,18%	9,09%	27,27%
2015-1	70	20	10	0	0	0	69	11	6	15,94%	8,70%	24,64%
2015-2	60	20	10	10	0	0	111	8	3	7,21%	2,70%	9,91%
2016-1	50	20	10	20	0	0	84	5	3	5,95%	3,57%	9,52%
2016-2	40	20	10	30	0	0	62	5	4	8,06%	6,45%	14,52%
2017-1	40	20	10	30	0	0	91	7	4	7,69%	4,40%	12,09%
2017-2	40	20	10	30	0	0	67	5	4	7,46%	5,97%	13,43%
2018-1	40	20	10	30	0	0	83	5	3	6,02%	3,61%	9,64%
2018-2	40	20	10	30	0	0	102	7	5	6,86%	4,90%	11,76%
2019-1	40	20	10	30	0	0	28	3	1	10,71%	3,57%	14,29%
2019-2	AFASTAMENTO DAS ATIVIDADES PARA POS-DOUTORADO											
2020-1	70	0	0	0	30	0	79	14	0	17,72%	0,00%	17,72%
2020-2	70	0	0	0	30	0	71	17	0	23,94%	0,00%	23,94%
2021-1	70	0	0	0	30	0	59	12	0	20,34%	0,00%	20,34%
2021-2	50	0	0	0	30	20	64	11	0	17,19%	0,00%	17,19%
2022-1	50	0	0	0	30	20	87	8	4	9,20%	4,60%	13,79%
2022-2	20	10	10	20	20	20	40	2	1	5,00%	2,50%	7,50%
2023-1	20	10	10	20	20	20	37	1	2	2,70%	5,41%	8,11%
2023-2	20	10	10	20	20	20	29	1	1	3,45%	3,45%	6,90%

Tabela 1: Atividades semestrais.
Fonte: Dos autores.

A porcentagem de não aproveitamento subiu novamente, atingindo a média de 20,67%. Acredita-se que só não foi maior, porque houve a manutenção da atividade dos vídeos, ocupando 30% da carga horária, que de certa forma, é uma atividade bastante motivadora para os alunos. Este aumento também não pode ser totalmente creditado à volta quase exclusivamente ao ensino tradicional, pois sabe-se que a pandemia afetou muito o público jovem em termos de saúde mental, além dos problemas decorrentes de acesso à internet e outros problemas sofridos sobretudo pela comunidade universitária mais sensível financeiramente. Neste artigo aqui, porém, não entraremos nesse aspecto, embora se tenha reconhecimento de sua influência.

A partir de 2021 iniciou-se a experimentação do emprego da HQ como atividade educativa. Parte de um projeto de extensão onde a ideia é a transformação de todo o conteúdo abordado nas disciplinas de Materiais e Processos para HQ, totalizando 7 volumes com estimativa de 10 anos de duração, essa sistemática foi usada em dois momentos na sala de aula. O primeiro foi a leitura do volume 1 (já concluído), como atividade complementar à leitura tradicional de livros, artigos e outros. A segunda atividade foi a elaboração de uma HQ própria.

A Figura 7 mostra esses dois momentos. As duas primeiras imagens pertencem ao projeto de extensão, onde os professores elaboram o roteiro e os bolsistas ficam responsáveis pela arte. Neste caso, a primeira imagem trata do capítulo que estuda o bambu e a segunda imagem faz parte do capítulo que estuda cerâmicas. As outras duas imagens são retiradas de trabalhos desenvolvidos

O Gráfico 1 mostra visualmente a relação de porcentagem entre as atividades consideradas tradicionais (aula expositiva, por exemplo) e as atividades sugeridas. Nas imagens pode-se ver com clareza a gradual redução das aulas em modo tradicional, tendo apenas o período pandêmico como elemento de choque, ou seja, não previsto.

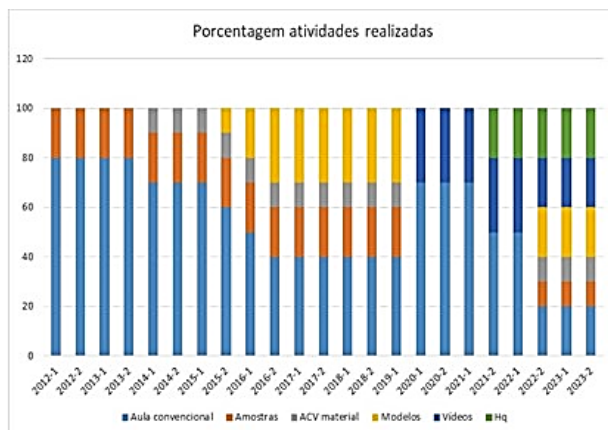
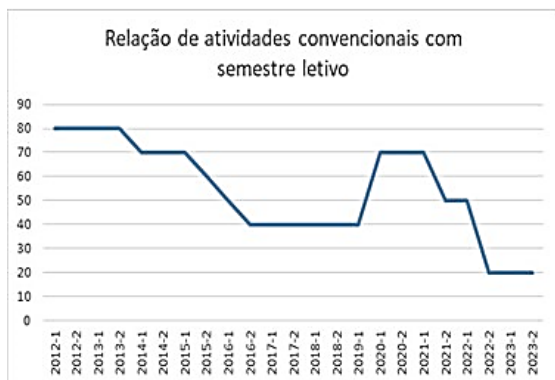


Gráfico 1: Relação de aulas nas modalidades tradicionais e alternativa por semestre letivo. Fonte: Dos autores.

O Gráfico 2 mostra o coeficiente de Pearson calculado com 0,83 entre as variáveis referentes ao índice (em %) da carga horária destinada às atividades convencionais e o índice (em %) de insucessos (somatório entre desistências e reprovações).

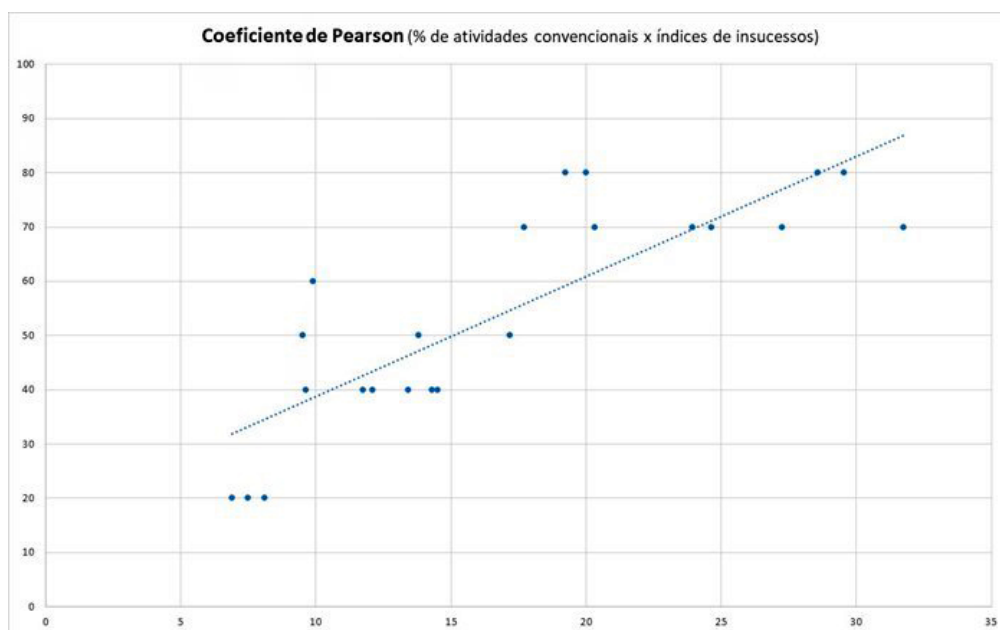


Gráfico 2: Coeficiente de Pearson. Fonte: Dos autores.

Considerações finais

O presente artigo relata uma proposta inovadora de substituição das atividades acadêmicas convencionais, especificamente referentes ao uso de aulas expositivas com usual auxílio de projeção de imagens e leitura de textos acadêmicos, por atividades alternativas, tendo por base uma evolução de uso ao longo de onze anos de ensino superior. Os resultados foram testados inicialmente nas disciplinas de Materiais, Materiais e Processos I, Materiais e Processos II, Oficina de Modelos e Protótipos I e Oficina de Modelos e Protótipos II; contudo, em virtude dos resultados alcançados houve alguns empregos na disciplina de Resistência dos Materiais e, no momento, está se testando a integração com a disciplina de Design e Sustentabilidade. Estes últimos, contudo, sem resultados suficientes para análise.

Considerando-se os resultados obtidos até o momento, a conclusão é positiva, com índices de desistência e reprovação cada vez menores, conforme pode-se ver nos gráficos e tabela apresentados anteriormente. Estes são os resultados de uma análise objetiva e pragmática, com dados estatísticos. Há de se considerar também os resultados subjetivos, advindos do retorno por parte dos alunos através de feedbacks ao final de cada semestre letivo, onde é possível concluir que existe clara preferência, por parte do corpo discente, do emprego das ferramentas educacionais alternativas no lugar das tradicionais. Existem ainda incógnitas em termos do aproveitamento e distribuição em termos de percentagem da carga horária, visto que as aulas expositivas foram reduzidas para somente 20%. É claro que a parte teórica continua sendo estudada nas atividades práticas, em momentos diversos, como na elaboração dos roteiros (tanto das HQs quanto dos vídeos), elaboração dos relatórios da construção de modelos e maquetes e elaboração das ACVs de cada material. Cabe ressaltar nesse ponto que todas as atividades são apresentadas para a turma, de modo a compartilhar o estudo referente aos grupos de materiais considerados.

Referências

CASAREJOS, Fabricio; FROTA, Mauricio Nogueira; GUSTAVSON, Laura Morten. Higher education institutions: a strategy towards sustainability. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 18, n. 7, p. 995-1017, 2017.

FERROLI, Paulo Cesar Machado; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha . MAT-SUS: material library for teaching, research and extension. **Mix sustentável** (online), v. 10, p. 185-193, 2024. DOI: <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2024.v10.n2.185-193>

FERROLI, P. C. M.; LIBRELOTTO, L. I. ; SCREMIN, J. P. . Ensino, pesquisa e extensão: ações complementares para difusão do conhecimento em materiotecas. **Revista Plural Design**, Joinville, v. 6, p. 76-97, 2023. DOI: <https://doi.org/10.21726/pl.v6i2.2215>

LEITE, Mônica Regina Vieira. **Histórias em quadrinhos como material didático para a aproximação da história e filosofia da ciência ao ensino dos elementos químicos**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2020.

LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, P. C. M.; MUTTI, C. N.; ARRIGONE, G. M. **A Teoria do Equilíbrio** - Alternativas para a Sustentabilidade na Construção Civil. 1. ed. Florianópolis: DIOESC, 2012. v. 1. 372p.

LOZANO, Rodrigo *et al.* Declarations for sustainability in higher education: becoming better leaders, through addressing the university system. **Journal of Cleaner Production**, v. 48, p. 10-19, 2013.

MADEIRA, Ana C.; CARRAVILLA, Maria Antônia; OLIVERIA, José F. Oliveira; COSTA, Carlos A. V. A Methodology for Sustainability Evaluation and Reporting in Higher Education Institutions. **High Educ Policy** 24, 459-479 (2011). <https://doi.org/10.1057/hep.2011.18>

UNESP. **Charles Darwin**. 1809 a 2009. Disponível em: <https://www2.assis.unesp.br/darwinnobrasil/humanev2.htm>. Acesso: agosto de 2023.

UNESP. A linhagem evolutiva do homem. Universidade Estadual Paulista. Acesso em: 21 de fevereiro de 2024.

Disponível em: <https://avozdaserra.com.br/noticias/evolucao-do-livro-ao-surgimento-dos-e-books>.

Sobre os autores

Paulo Cesar Machado Ferroli é graduado em Engenharia Mecânica pela UFSM, mestrado e doutorado em Engenharia de Produção pela UFSC, pós-doutor em Design Cerâmico pelo Instituto Politécnico de Leiria (Portugal), em 2019. Atualmente é professor associado IV e chefe do Departamento de Expressão Gráfica, atuando principalmente no curso de Design de Produto da UFSC. Líder do Grupo de Pesquisa VirtuHab - Tecnologias Sustentáveis Integradas. É coeditor da revista MIX Sustentável e coorganizador do evento ENSUS - Encontro de Sustentabilidade Aplicada em Projetos.

E-mail: pcferroli@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7269509913517969>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6675-672X>

Lisiane Ilha Librelotto é graduada em Engenharia Civil pela UFSM. mestre e doutora em Engenharia de Produção pela UFSC e pós-doutora em construção sustentável pelo Instituto Politécnico de Leiria (Portugal). Atua como professora Associada da UFSC, no curso de Arquitetura e Urbanismo onde orienta mestrado e doutorado no PósARQ/UFSC. Líder do Grupo de Pesquisa VirtuHab - Tecnologias Sustentáveis Integradas. É coeditora da revista MIX Sustentável, coorganizadora do evento ENSUS - Encontro de Sustentabilidade Aplicada em Projetos e supervisora do Laboratório de Restauro, Materiais e Técnicas Construtivas; membro das redes LENS/Brasil e Terra Brasil/Próterra.

E-mail: lisiane.librelotto@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0328950798412598>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3250-7813>