



APLICAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS EM ACESSIBILIDADE: UM ESTUDO DE CASO

APPLYING PROJECT-BASED LEARNING IN ACCESSIBILITY: A CASE STUDY

Bismarck Luiz Silva¹, Gleidson Linhares Souza², Gabriel dos Santos Vasconcelos³,
Maria Aparecida Pereira Damasceno⁴, Natane Martiniano dos Santos⁵

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v44p81-91.2025

RESUMO: A presente proposta surgiu da demanda por reaproveitamento de materiais descartados na Diretoria de Material e Patrimônio (DMP) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), bem como da necessidade de introduzir a temática de acessibilidade no contexto de Ensino de Engenharia, por meio da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj), implementada em disciplinas do curso de Engenharia de Materiais. O assunto acessibilidade foi escolhido pelos discentes devido às dificuldades encontradas na obtenção de cadeiras de rodas na universidade, bem como à motivação em criar soluções voltadas a pessoas com deficiência física. Neste sentido, o objetivo do projeto foi a construção de uma cadeira de rodas a partir de materiais sem utilização no DMP/UFRN, como cadeiras de rodas hospitalares, assentos plásticos e perfis metálicos de carteiras escolares. Os estudantes receberam orientações no contexto da ABPj e realizaram as seguintes etapas: i) conhecer o problema; ii) fazer um *brainstorming* para levantamento de ideias; iii) distribuir as tarefas e responsabilidades entre os componentes; iv) estabelecer metas e cronograma; v) estudar conceitos e fenômenos associados à degradação de materiais, desenho técnico, custos, resíduos sólidos, seleção e especificação de materiais; vi) apresentar o relatório parcial do projeto; vii) desmontar e avaliar as peças de um exemplar de cadeira de rodas; viii) reaproveitar componentes pelos processos de lixamento e pintura; ix) seleção e fixação no novo tipo de assento; x) teste de validação da nova estrutura; e xi) pesquisa de mercado para cadeiras de rodas similares ao modelo inicial sem uso. A nova proposta de cadeira de rodas foi entregue e apresentada no tempo programado. O custo final para a reconstrução foi cerca de 4% do valor de uma cadeira de rodas nova no mercado. Os discentes desenvolveram competências e habilidades como resolução de problemas, trabalho em equipe, liderança, empatia, comunicação, criatividade, seleção de materiais, gerenciamento de projetos, custos e resíduos sólidos. A ABPj se mostrou uma metodologia eficaz no ensino ativo de engenharia. A iniciativa impactou a comunidade acadêmica da UFRN, principalmente no contexto da Secretaria de Inclusão e Acessibilidade (SIA), abrindo novas possibilidades de cooperação entre o curso de Engenharia de Materiais e outras unidades acadêmicas.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia de Materiais; acessibilidade; Aprendizagem Baseada em Projetos; gerenciamento de resíduos sólidos.

ABSTRACT: This proposal arose from the demand for reusing discarded materials at the Material and Assets Directorate (MAD) of the Federal University of Rio Grande do Norte (FURN) and from the need to introduce the theme of accessibility to the context of engineering education based on project-based learning (PBL) implemented in disciplines of the materials engineering course. The subject of accessibility was chosen by the students due to the difficulties in obtaining wheelchairs at the university and the motivation to create solutions for people with physical disabilities. In this sense, the objective of the project was to build a wheelchair from

¹ Professor, Doutor, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia de Materiais, bismarck.silva@ufrn.br

² Graduanda, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia de Materiais, gleydsonsouza_999@hotmail.com

³ Pesquisador, Bacharel, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, gabriel_vasconcelos97@yahoo.com.br

⁴ Pesquisadora, Bacharel, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, maria_pdamasceno@hotmail.com

⁵ Pesquisadora, Bacharel, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, natane.martiniano.018@ufrn.edu.br



materials not used at the MAD/UFRN, such as hospital wheelchairs, plastic seats and metal profiles from school desks. The students received guidance in the context of PBL and carried out the following steps: *i.* understand the problem; *ii.* brainstorm to gather ideas; *iii.* distribute tasks and responsibilities among the components; *iv.* establish goals and a schedule; *v.* study concepts and phenomena associated with material degradation, technical design, costs, solid waste, selection and specification of materials; *vi.* present the partial project report; *vii.* disassemble and evaluate the parts of a wheelchair model; *viii.* reuse components through sanding and painting processes; *ix.* selection and attachment to the new type of seat; *x.* validation test of the new structure; *xi.* market research for wheelchairs similar to the initial unused model. The new wheelchair proposal was delivered and presented on schedule. The final cost for the reconstruction was approximately 4% of the value of a new wheelchair. The students developed skills and abilities such as problem solving, teamwork, leadership, empathy, communication, creativity, material selection, project management, costs, and solid waste. PBL proved to be an effective methodology in active engineering teaching. The initiative impacted the academic community of UFRN, especially in the context of the inclusion and accessibility secretariat (IAS), opening new possibilities for cooperation between the materials engineering course and other academic units.

KEYWORDS: Materials Engineering; accessibility; Project-Based Learning; solid waste management.

INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A acessibilidade é uma demanda básica dos indivíduos. O direito de ir e vir e a independência pessoal são requisitos simples na vida de qualquer pessoa. Porém, nem sempre essas condições são oferecidas à sociedade. Quando se trata de pessoas com deficiência, essa situação se torna ainda mais grave (Silva e Lima, 2019; Barbosa, Pereira e Fernandes, 2022).

Considerando o contexto universitário e a legislação federal relativa à inclusão e à acessibilidade, destaca-se a Lei nº 12.711, de 29 de agosto de 2012 (Brasil, 2012), que dispõe sobre o ingresso nas Universidades Federais e nas Instituições Federais de Ensino Técnico de nível médio e dá outras providências, que reporta sobre considerar vagas de pessoas com deficiências e prevê a reserva de vagas para pessoas com deficiência, além de determinar que, após dez anos, o programa especial de acesso às instituições seja submetido à revisão. Já a Lei nº 13.409 (Brasil, 2016) altera a Lei nº 12.711, promovendo modificações pontuais nos artigos 3º, 5º e 7º dessa última resolução.

Com foco nas diretrizes estabelecidas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), destaca-se a Resolução CONSEPE nº 193/2010, de 21 de setembro de 2010 (UFRN, 2010), que dispõe sobre o atendimento educacional a estudantes com necessidades educacionais específicas na UFRN. Mais recentemente, podem ser citadas as Resoluções CONSUNI nº 026/2019 (UFRN, 2019), que institui a política de inclusão e acessibilidade para pessoas com necessidades específicas nos cursos de graduação da UFRN, e a nº 027/2019 (UFRN, 2019), que regulamenta a rede de apoio à política de inclusão e acessibilidade e à Comissão Permanente de Inclusão



e Acessibilidade (CPIA) da UFRN. Por fim, cita-se a Resolução conjunta nº 002/2022 – CONSEPE/CONSAD (UFRN, 2022), que atualiza a Política de Inclusão e Acessibilidade para as Pessoas com Necessidades Específicas na UFRN. As CPIAs serão o elo de ligação entre os departamentos, os cursos de graduação e a Secretaria de Inclusão e Acessibilidade – SIA, vinculada à Reitoria da UFRN e criada em 19 de junho de 2019, conforme a Resolução nº 061/2019 – CONSUNI (UFRN, 2019).

Apesar do forte apoio institucional supracitado, os cursos de Engenharia e de Arquitetura e Urbanismo do Centro de Tecnologia (CT) da UFRN ainda desenvolvem poucos Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) voltados para a temática de acessibilidade. Segundo os dados disponíveis na Biblioteca Digital de Monografia (BDM) da UFRN, nos últimos três anos, e considerando os termos de busca “acessibilidade”, “tecnologia assistiva”, “inclusão”, “órtese”, “prótese”, “muleta” e “cadeira de rodas”, apenas dez TCCs foram publicados, o que equivale a cerca de 2% do total no período. No mesmo âmbito, segundo a Pró-reitoria de Pesquisa (PROPESQ), o número de grupos de pesquisa ativos é quatro.

Visualizando tal cenário, e conhecendo a infraestrutura e os materiais descartados pela Diretoria de Material e Patrimônio (DMP) da UFRN, o professor Bismarck Luiz Silva, docente do Departamento de Engenharia de Materiais, procurou aperfeiçoar a formação dos futuros engenheiros de materiais utilizando a metodologia de aprendizagem baseada em projetos (ABPj), que considera problemas reais da sociedade. A ABPj é uma metodologia de ensino inovadora, na qual os alunos são motivados por problemas do mundo real no contexto social e acadêmico. A ABPj pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em um problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto do trabalho cooperativo, no qual o aluno é o protagonista de seu aprendizado. Além disso, os projetos de aprendizagem também levam os alunos a momentos de reflexão, *feedback*, autoavaliação e avaliação de pares (Gianesi, Massi e Mallet, 2020; Bender, 2014; Bacich e Moran, 2017).

A ABPj é uma abordagem recomendada pelas novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) do Curso de Graduação em Engenharia, conforme descreve a Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019 (Brasil, 2019). Oliveira (2019) reporta que a ABPj é crucial para a formação de engenheiros que atuarão na Indústria 4.0., que demanda competências como planejar, conceber e desenvolver projetos. Bender (2014) cita vantagens da ABPj, tais como: aumento do engajamento em projeto, maior capacidade de absorver os conteúdos de



aprendizagem e aprimoramento de habilidades e competências, como colaboração em equipe, liderança, proatividade, solução de problemas, comunicação, gestão de pessoas e processos.

Mediante o apoio da Secretaria de Inclusão e Acessibilidade (SIA) e da Diretoria de Material e Patrimônio (DMP), o professor fez a solicitação de materiais sem uso, como cadeiras de rodas hospitalares, perfis metálicos com diferentes tamanhos e formas e assentos escolares de dois tipos – um integralmente de polímero termofixo em uma única peça, sem uniões de partes, e outro com espuma e recobrimento de tecido. A ideia era fornecer materiais descartados para os discentes desenvolverem uma nova proposta de cadeira de rodas.

No início do semestre letivo, o problema (construção de uma cadeira de rodas a partir de materiais sem uso) foi apresentado juntamente com outras temáticas, como ponto de partida do projeto. Os discentes escolheram a problemática de acessibilidade e seguiram os passos: i) examinar o problema real; ii) fazer um *brainstorming* (tempestade de ideias); iii) distribuir as tarefas entre os componentes do grupo; iv) estabelecer metas e desenvolver linhas do tempo; v) atribuir artefatos e produtos necessários para início dos trabalhos; vi) realizar pesquisa em fontes confiáveis sobre a temática; vii) levantamento de apoio técnico em conceitos e ideias específicas do projeto; viii) começar a registrar e organizar dados obtidos durante o desenvolvimento do projeto; ix) desenvolver apresentações e protótipos iniciais; x) avaliações em grupo dos protótipos; xi) revisão dos protótipos e do roteiro com novas informações; xii) pesquisa de mercado para cadeiras de roda similares; xiii) apresentação final; e xiv) teste e entrega do protótipo final.

A proposta da nova cadeira de rodas foi apresentada à comunidade acadêmica da UFRN por meio de uma reportagem na página oficial da universidade (<https://www.ufrn.br/imprensa/noticias/65231/professor-cria-cadeira-de-rodas-sustentavel-com-objetos-de-descarte>). Além disso, a iniciativa foi difundida na Comissão Permanente de Inclusão e Acessibilidade (CPIA) do Centro de Tecnologia da UFRN. Projetos sobre a reprodução do modelo na UFRN, para atender demandas internas ou para a melhoria deste, ainda estão em discussão.

METODOLOGIA

Os alunos envolvidos se reuniam semanalmente com o objetivo de desenvolver o projeto, seja presencialmente, para realizar os reparos e testes, seja virtualmente, para discutir o cronograma de atividades e as melhorias de projeto. Todos os

materiais disponíveis utilizados no desenvolvimento do projeto foram retirados da Diretoria de Material e Patrimônio (DMP – UFRN), entre os quais estão cadeiras de rodas hospitalares, assentos de plástico e de espuma com revestimento de tecido, além de perfis metálicos oriundos de peças de ar-condicionado e carteiras escolares. As ferramentas para desmontagem e outras peças de reposição, como parafusos, pinceis, porcas e brocas, foram disponibilizadas pelo Laboratório de Ensaio Mecânico de Materiais (LEMat) do Departamento de Engenharia de Materiais da UFRN. As Figuras 1 e 2 apresentam a situação da cadeira antes da reforma.

Figura 1 – Laterais da cadeira antes da reforma



Fonte: acervo dos autores.

Figura 2 – Cadeira de rodas antes da reforma: (a) vista inferior; e (b) vista inferior frontal



Fonte: acervo dos autores.

Após a desmontagem da cadeira de rodas, foi observada a degradação dos vários componentes metálicos pelo fenômeno de corrosão (Gentil, 2022, p. 408). Então, analisou-se o que poderia ser reaproveitado ou não para, então, dar aos componentes uma nova utilização. Dessa forma, as peças que não estavam muito afetadas pela corrosão foram lixadas e pintadas com tinta spray preta.



No contexto de seleção e especificação do assento para a nova cadeira de rodas, foram consideradas características como a comodidade, ergonomia e situações do dia a dia, como utilizar a cadeira para um banho. Assim, decidiu-se reutilizar o assento plástico feito em uma única peça sem partes unidas. Tal assento ajudaria na questão de limpeza, uma vez que pode ser molhado sem sofrer ação da corrosão, como um metal sofreria, por exemplo. As dimensões do assento, ou concha monobloco, é de um polímero termofixo, produzido pelo processo de *Bulk Moulding Compound* (BMC), na cor azul. Suas dimensões são: 470 mm (altura total da concha) x 480 mm (largura total da concha) x 555 mm (profundidade total da concha) x 455 mm (profundidade do assento). As variações dimensionais são de mais ou menos 3%. Na parte superior frontal do assento, está situada a gravura em baixo relevo na dimensão de 150 mm x 60 mm (altura x largura) do logotipo da UFRN. A sustentação do assento se deu por meio de quatro parafusos de aço, de dimensões 5,0 x 40 mm cada, que foram adquiridos para realização do projeto. Os itens como parafusos, porcas e chapas que já estavam presentes na composição da cadeira foram todos reaproveitados. Entretanto, foi necessária a compra de dois tubos de aço carbono medindo 53 cm de comprimento cada. Esses tubos foram soldados na base da cadeira. A união dos tubos foi realizada por meio do processo de soldagem a arco elétrico com eletrodo revestido (Kiminami, Oliveira e Castro, 2013).

A fim de quantificar o custo final da nova cadeira de rodas, produzida a partir de materiais descartados, e de comparar com os preços ofertados no mercado, os discentes realizaram pesquisas em sites de vendas e de compras de utensílios no geral.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da reutilização de peças sucateadas para a proposta de uma nova cadeira de rodas foram muito satisfatórios. Ficou nítido, durante do projeto, que os estudantes desenvolveram competências e habilidades como gestão de projetos e pessoas, liderança, trabalho em equipe, criatividade, seleção e especificação de materiais, empatia e comunicação (escrita e oral).

No âmbito da proposta de reutilização de materiais descartados, a Figura 3 mostra a cadeira de rodas após os processos de lixamento e pintura das partes metálicas (na cor preta), e da fixação do assento de plástico, além da substituição de alguns componentes de fixação, como parafusos, porcas e presilhas metálicas.

A pintura foi realizada com tinta spray. Esse processo, também, repetiu-se para toda a estrutura metálica na parte inferior da cadeira.

Figura 3 – Cadeira de rodas após as etapas de (a) lixamento e pintura; e (b) fixação do assento plástico



(a)



(b)

Fonte: acervo dos autores.

A Figura 4(a) apresenta a cadeira do modo como foi descartada no DMP/UFRN e a Figura 4(b) a nova proposta de cadeira de rodas. Nota-se que o assento em tecido (Figura 4a) estava totalmente degradado por ação do tempo e de uso e que foi substituído pelo assento de plástico (Figura 4b) descrito anteriormente. Além disso, pode-se observar a recuperação das partes metálicas em toda a estrutura da cadeira de rodas. Os suportes de borracha para apoio dos braços foram retirados e substituídos por suportes reutilizados de uma outra cadeira de rodas em melhor condição. Os suportes para os pés foram substituídos por completo, pois os antigos apresentavam sinais severos de corrosão. Da mesma forma, os limitadores laterais da cadeira, que são constituídos de aço e revestidos por uma tinta preta, foram substituídos por novos. Os pneus foram lixados para retirada de material degradado na superfície e reaproveitados. Os aros foram desempenados e lixados. As pequenas rodas, próximas aos suportes de pés, foram lixadas e mantidas na nova estrutura.

Uma desvantagem da nova cadeira de rodas é a impossibilidade de compactação e dobramento, visto que o assento polimérico selecionado não permite tal ação, dificultando, em alguns casos, o transporte e armazenamento pelo usuário.

Figura 4 – Antes (a); e depois (b) da cadeira de rodas



Fonte: acervo dos autores.

Os custos referentes à realização da nova cadeira estão detalhados na Tabela 1. O custo total foi de R\$ 129,00 reais. A fim de comparar o custo final com os valores de mercado de uma cadeira de rodas nova com as mesmas especificações, materiais e capacidades, foi realizada uma pesquisa de mercado. Os valores registrados estavam na faixa de R\$2.800,00 a 3.869,10. A Tabela 2 mostra cadeiras de rodas similares à cadeira investigada e seus respectivos preços médios.

Tabela 1 – Custos associados à nova cadeira de rodas.

Material/Serviço	Quantidade	Custo (R\$)
Tinta	1	60,0
Lixas granulometria 400 e 600	2	10,0
Borracha para punho da cadeira	1	5,0
Parafusos para fixação do assento plástico	4	4,0
Tubos de aço	2	50,0
Total		129,0

Fonte: elaborada pelos autores.



Tabela 2 – Pesquisa de mercado para preços de cadeiras de rodas similares à investigada no presente estudo.

Empresas/Sites	Valor Médio em reais (R\$)
Carta Ortopédica	3.315,50
Mercado Livre	3.280,60
Viabem	3.189,90
Polifisio	3.869,10
Loja Ortopédica	2.800,00
Média	3.280,60

Fonte: elaborada pelos autores.

Assim, notou-se que o custo final da proposta da nova cadeira de rodas, realizada a partir de materiais descartados, é cerca de 4% do valor médio no mercado, o que revela uma vantagem para a continuação da produção de mais exemplares e para o aprimoramento de suas capacidades para atender alunos, professores e servidores com outras deficiências físicas.

CONCLUSÕES

Os discentes envolvidos desenvolveram competências e habilidades técnicas e comportamentais na formação em Engenharia de Materiais. As temáticas como gestão de resíduos sólidos, custos, gestão de pessoas e de projetos, acessibilidade e pensamento crítico foram abordadas durante o projeto. O processo de ensino-aprendizagem ocorreu pela metodologia baseada em projetos (ABPj), o que tornou os estudantes mais ativos no seu aprendizado e engajados nas atividades. O projeto impactou a comunidade acadêmica da UFRN, principalmente no contexto da Secretaria de Inclusão e Acessibilidade (SIA). A iniciativa despertou novas possibilidades de cooperação entre o curso de Engenharia de Materiais, a SIA/UFRN e outros cursos afins.

Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte técnico e operacional da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), do Departamento de Engenharia de



Materiais, da Diretoria de Material e Patrimônio (DMP) e da Secretaria de Inclusão e Acessibilidade (SIA), nas pessoas de Adriane Tramontin e Francisco Ricardo Lins Vieira de Melo, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- BACICH, L.; MORAN, J. (orgs.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2017.
- BARBOSA, J. F.; PEREIRA, J. F. O.; FERNANDES, J. C. Projeto e construção de protótipo de cadeira de rodas com assento elevatório. **Anais...** Simpósio de Pesquisa e Práticas Pedagógicas do UGB, Rio de Janeiro, p. 1-5. Rio de Janeiro: UGB, 2022.
- BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014.
- BRASIL. **Lei nº 12.711, de 29 de agosto de 2012**. Dispõe sobre o ingresso nas universidades federais e nas instituições federais de ensino técnico de nível médio e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 30 ago. 2012.
- BRASIL. **Lei nº 13.409, de 28 de dezembro de 2016**. Altera a Lei nº 12.711, de 29 de agosto de 2012, para dispor sobre a reserva de vagas para pessoas com deficiência nos cursos técnicos de nível médio e superior das instituições federais de ensino. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 29 dez. 2016.
- BRASIL. **Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 26 abr. 2019.
- GENTIL, V. **Corrosão**. Rio de Janeiro: LTC, 2022.
- GIANESI, I. G. N.; MASSI, J. M.; MALLETT, D. **Formação de professores: no desenho de disciplinas e cursos**. Rio de Janeiro: Atlas, 2020.
- KIMINAMI, C. S.; OLIVEIRA, M. F.; CASTRO, W. B. **Introdução aos processos de fabricação de produtos metálicos**. São Paulo: Blucher, 2013.
- OLIVEIRA, V. F. **A engenharia e as novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros**. Rio de Janeiro: LTC, 2019.
- SILVA, L. H. P.; LIMA, C. E. A. Projeto e protótipo de uma cadeira de rodas automatizada de baixo custo utilizando tubos de PVC. **Ciatec**, v. 11, n. 2, p. 56-72, 2019.
- UFRN. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. **Resolução conjunta nº 002/2022-CONSEPE/CONSAD, de 10 de maio de 2022**. Atualiza a Política de Inclusão e Acessibilidade para as Pessoas com Necessidades Específicas na Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2022.
- UFRN. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. **Resolução CONSEPE nº 193/2010, de 21 de setembro de 2010**. Dispõe sobre o atendimento educacional a estudantes com necessidades educacionais especiais na Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2010.
- UFRN. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. **Resolução nº 026/2019-CONSUNI, de 11 de dezembro de 2019**. Institui a Política de Inclusão e Acessibilidade para as Pessoas com Necessidades Específicas na Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2019.



UFRN. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. **Resolução nº 027/2019-CONSUNI, de 11 de dezembro de 2019.** Regulamenta a Rede de Apoio à Política de Inclusão e Acessibilidade e à Comissão Permanente de Inclusão e Acessibilidade (CPIA) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2019.

UFRN. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. **Resolução nº 061/2019-CONSUNI, de 19 de junho de 2019.** Aprova a criação da Secretaria de Inclusão e Acessibilidade – SIA, vinculada à Reitoria da UFRN. Natal, 2019.