

CAPÍTULO 19

FÍSICA APLICADA À LOGÍSTICA: PROPOSTA DE ENSINO DE ARMAZENAMENTO DE CARGAS

Alex Vieira dos Santos

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma proposta de abordagem contextual para o ensino de Física no curso técnico de Logística a partir de uma experiência ocorrida no CEEPLT Luiz Pinto de Carvalho entre os anos de 2016 e 2019. Desse modo, é apresentada no presente texto a proposta original para fins de ajustes e possível replicação. O foco é a busca da contextualização dos tópicos da Física com as áreas de aplicação específicas de atuação do futuro profissional de logística, em especial, na área de administração de materiais. Assim, a experiência de ensino foi construída priorizando uma concatenação entre a introdução ao estudo de Física (Mecânica Clássica) e as situações que os educandos podem vir a enfrentar em sua prática profissional no mundo do trabalho. Ao final, foi possível constatar na experiência original, a importância de uma abordagem onde a Física seja aplicada à Logística como forma de dar significado sobre o que está sendo ensinado aos estudantes e no contexto da escola a viabilidade de replicação por parte de outros docentes. Assim procedendo, acredita-se que novas perspectivas e estratégias, se planejadas e contextualizadas de forma gradual, podem possibilitar mudanças significativas no ensino e na aprendizagem, bem como na formação do aluno cidadão.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Física. Ensino de Ciências. Logística e Armazenamento.

1. O CONTEXTO DA ESCOLA, DO CURSO, DO PÚBLICO E DA DISCIPLINA

O Centro Estadual de Educação Profissional em Logística e Transportes Luiz Pinto de Carvalho é uma escola situada em São Caetano, bairro da periferia de Salvador. Atualmente a escola oferece a modalidade de educação profissional integrada ao médio para os cursos de Logística, Administração, Eletrotécnica, Edificações e Eletromecânica²⁰. O curso de logística se estrutura mesclando disciplinas da base comum do currículo com as disciplinas do eixo tecnológico durante os três anos de duração do curso. Espera-se que ao final o estudante tenha uma formação técnico científica aliada à sua posição como cidadão no contexto da sociedade em que está inserido. No rol das disciplinas do eixo comum, está a disciplina Física que o aluno deverá cursar desde o primeiro ano com uma carga horária de duas horas-aula por semana e no último ano com a carga de uma hora-aula por semana. O perfil dos educandos se caracteriza por estudantes que residem nos arredores da escola, recém-saídos da nona série e, em muitos casos, desconhecedores do que venha a ser o campo de estudo da Logística e suas atividades

²⁰ O relato original foi realizado no XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física em 2017 (SP), à época a escola oferecia matrícula nos cursos de Logística, Administração, Eletrotécnica e Manutenção Automotiva. A formação técnica até então era realizada em 04 anos e a disciplina Física estava prevista somente no penúltimo ano de sua trajetória com uma carga horária de duas horas-aula por semana.

correlatas²¹. É nesse contexto que a disciplina Física é ofertada e no rol das atuais transformações decorrentes da BNCC e das mudanças na matriz dos cursos profissionalizantes, faz-se necessária uma abordagem que contemple tópicos do currículo da Física que vislumbrem uma aplicabilidade no campo de atuação do futuro técnico em logística, bem como seu contexto social e econômico (MOREIRA, 2000).

Tendo como base a divisão clássica dos livros didáticos nas quatro grandes áreas de atuação da Física na educação básica, a saber, Mecânica Clássica, Termologia, Eletricidade e Física Moderna e levando em consideração as competências e habilidades que se esperam dos educandos em relação a sua formação técnica, optou-se pela adoção de uma abordagem contextual no ensino de Física o que possibilitou, dentre outros aspectos, a correlação entre a prática do técnico em logística e os tópicos de estudo que são apresentados nos livros didáticos. Assim procedendo, mesmo que uma unidade escolar ainda não tenha aderido à BNCC, não inviabiliza uma replicação da experiência.

2. O ARMAZENAMENTO DE CARGAS E SUA CORRELAÇÃO COM A FÍSICA

O conceito de logística envolve a ideia de uma operação integrada para possibilitar o suprimento e a distribuição de produtos de forma racionalizada. Desse modo, os termos mais comuns desse contexto é planejar, coordenar e executar um processo, visando à redução de custos e o aumento da competitividade da instituição. Para Christopher (2009) a Logística é definida como:

o processo de gerenciamento estratégico da compra, do transporte e da armazenagem de matérias-primas, partes e produtos acabados (além dos fluxos de informação relacionados) por parte da organização e de seus canais de marketing, de tal modo que a lucratividade atual e futura seja maximizada mediante a entrega de encomendas com o menor custo associado CHRISTOPHER (2009, p. 3).

Assim, conceitos relativos à ocupação física, ligados a armazenagem dos materiais, velocidade dos processos e movimento de cargas, assumem grande importância na Logística. Os modernos conceitos no campo de estudos da Logística preconizam a integração dos elos entre fornecedores, organização e consumidores e é nesse contexto que conceitos físicos são de importante relevância para os futuros profissionais que irão atuar no ramo técnico da Logística. Espaço, altura, peso, tempo, massa, são alguns dos conceitos que são diariamente discutidos nas salas de aula e nas práticas em Logística. Adequação de espaços, otimização do espaço,

²¹ Foi realizada uma sondagem com os estudantes no início do ano letivo de 2023 e ao serem questionados através de formulário de pesquisa sobre a escolha do curso e o que seria a área de sua escolha profissional, 74,5% dos estudantes do 1º ano disseram desconhecer o que seria a Logística e 84,3% relataram que o curso não foi escolha deles e sim dos pais em um conjunto de 130 estudantes.

limite de carga a ser empilhada ou mesmo o tempo de armazenamento são variáveis que, se aplicadas coerentemente, podem maximizar os processos logísticos e minimizar perdas e prejuízos financeiros.

Desse modo, entender as variáveis físicas e suas correlações com o contexto de armazenamento na Logística, levam a soluções para os problemas de estocagem de materiais que por sua vez possibilita uma melhor integração entre as cadeias de suprimento, produção e distribuição. O que pode proporcionar ainda: (a) Melhoria na organização e controle de armazenagem e (b) Melhoria nas condições de segurança de operação do depósito (CHING, 2001; HARA, 2010; MARTINS, 2000).

Levando-se em consideração que os conceitos da Logística são tratados em disciplina específica e que as aplicações relativas a armazenamento e transporte estão inseridas no plano de curso desta, torna-se necessário que exista à priori uma coordenação que realize a mediação entre o docente da área específica e o docente de Física a fim de negociar em que momento (Séria/Unidade) viessem a poder trabalhar de maneira colaborativa tais conceitos²². De outro modo, a inexistência da coordenação não inviabiliza a replicação, mas demanda um esforço adicional ao docente da disciplina Física envolvido, tomando as devidas precauções sobre os conhecimentos prévios dos estudantes sobre armazenagem.

Mas para que essa confluência entre os objetivos de ensino da Física se mesquem com os da Logística como em uma simbiose frutífera é necessário que principalmente o docente de Física esteja aberto a abrir mão de um currículo engessado que está posto e vislumbre a possibilidade de realizar mudanças em seu itinerário que se repete anos a fio sem nenhuma possibilidade de novos caminhos e quebras temporais no que é comumente chamado “assunto a ser dado”, sendo este visto como uma concatenação seriada de tópicos. Essa característica de tratar os conteúdos como imutáveis levam invariavelmente os docentes a se distanciarem de um ensino de Física que esteja vinculado ao contexto da educação profissional.

Para além da questão de rumos a serem tomados pelas escolhas particulares dos docentes no que tange o currículo, ainda se apresenta a questão de BNCC que muitos ainda se sentem desconfortáveis em associar os papéis das disciplinas no contexto do Novo Ensino Médio e passando para a Educação Profissional esse desconforto se agrava na medida em que ainda não

²² Excetuando-se nos casos em que o docente tenha conhecimento da área de Logística como ocorreu na experiência de ensino entre 2016-2019.

existe, até o presente momento, uma orientação específica por parte da Superintendência de Educação Profissional da Bahia para a inserção da BNCC no âmbito da Educação Profissional integrada ao Ensino médio.

Para a etapa do Ensino Médio as Diretrizes Curriculares Nacionais buscam explicitar a necessidade de recriação da escola e o reconhecimento das rápidas transformações sociais que se processam na dinâmica social. Nesse sentido, a BNCC traz a possibilidade de mobilização de competências e habilidades de diferentes áreas que se traduz os itinerários integrados, nos termos das DCNEM/2018, e no que tange a área das ciências da natureza e suas tecnologias diz que é necessário o:

aprofundamento de conhecimentos estruturantes para aplicação de diferentes conceitos em **contextos sociais e de trabalho**, organizando arranjos curriculares que permitam estudos em astronomia, metrologia, **física** geral, **clássica**, molecular, quântica e **mecânica**, instrumentação, ótica, acústica, química dos produtos naturais, análise de fenômenos físicos e químicos, meteorologia e climatologia, microbiologia, imunologia e parasitologia, ecologia, nutrição, zoologia, dentre outros, **considerando o contexto local** e as possibilidades de oferta pelos sistemas de ensino; (DCNEM/2018, p. 7, grifos do autor).

Assim, tais itinerários postos à realidade de cada escola e das possibilidades físicas e de corpo docente, devem garantir que se traduza uma realidade que favoreça o protagonismo juvenil em um contexto de metodologias que estimulem a investigação científica, os processos criativos a intervenção sociocultural e o empreendedorismo. Nesse sentido a organização curricular, como já acentuado anteriormente, deve estar flexível para que se possa fazer dialogar as questões da disciplina Física com os conhecimentos Técnicos do armazenamento de cargas na Logística, buscando desse modo não incorrer em visões deformadas da Física, que sempre dificultam a compreensão dos conceitos, fatos e leis e, de forma recorrente, reforçam uma tradicional versão bancária da memorização de fórmulas e regras.

Ademais, faz-se ainda a necessidade de ressaltar junto ao estudante que a disciplina Física está relacionada às suas necessidades básicas, sua alimentação, sua moradia, sua saúde, seu transporte e que estará intrinsecamente ligada ao seu futuro trabalho. Tendo como ponto de partida esse cenário, optou-se por centrar as atividades dentro de tópicos ligados à Logística e desse modo, correlacionar esses tópicos com a Física.

Partindo das premissas expostas, segue o relato de como se deu a experiência de ensino do tema Armazenamento de Cargas em Logística e suas ligações com a Mecânica Clássica em

uma atividade desenvolvida durante uma unidade letiva em turmas regulares do curso Técnico em Logística entre 2016 e 2019 com estudantes do curso de Logística.

3. A ATIVIDADE EM SEUS DETALHES: OS CAMINHOS QUE FORAM NEGOCIADOS NA EXPERIÊNCIA ENTRE OS ANOS DE 2016 E 2019

A disciplina Física, em especial, a Mecânica Clássica, foi trabalhada no curso técnico em Logística considerando duas das etapas no que tange a função da logística em uma empresa, a saber: o armazenamento e a movimentação de cargas. Assim, foi considerado o armazenamento e sua correlação com a Física no contexto das atividades desenvolvidas por um técnico em logística. Inicialmente, dentro da disciplina Física, foi apresentada uma revisão de tópicos que tratavam sobre as unidades de medidas e suas transformações, já que os alunos utilizam as grandezas ligadas a massa, tempo e dimensões dos produtos que são armazenados nos pallets²³.

Os conceitos de massa e peso, foram o foco inicial da atividade, sendo utilizado como base de referência teórica o Livro Didático de Física Volume 1²⁴ (2009) e o Guia Prático de Operações Logísticas (2009). Após uma introdução sobre a importância das ciências da natureza e uma revisão conceitual das unidades de medidas, os alunos foram provocados a assumirem o papel de futuros técnicos de logística em um galpão de armazenamento (Centro de Distribuição) e para tal foram adotados alguns produtos do uso cotidiano, por escolha dos estudantes, para serem seus objetos de pesquisa, tais como sabão em pó, margarina, leite em pó, mistura para bolo etc. A utilização dos produtos e de suas respectivas caixas em seu tamanho real proporcionou que eles tivessem um contato com as dimensões, massa e ideia de volume dos produtos.

Assim as equipes de estudantes foram convidadas a levar para a sala de aula caixas de papelão de seus respectivos produtos para simular o armazenamento²⁵, o que proporcionou o conhecimento das variáveis necessárias para a armazenagem, a saber: (a) dimensões da caixa; (b) número de unidades de produtos por caixa; (c) massa dos produtos e (d) empilhamento máximo das caixas. Tais variáveis são de fundamental importância para o correto armazenamento e ajuste dos produtos nos pallets, que possuem uma dimensão própria, a

²³ pallet é um estrado de madeira, metal ou plástico que é utilizado para movimentação de caixas de peixes, ou compras em mercado.

²⁴ Na atual BNCC o livro didático que pode ser usado é o de Ciências da Natureza como o Multiversos: Movimentos e Equilíbrios na Natureza de Godoy, Dell' Agnolo e Melo da editora FTD, 2020.

²⁵ As caixas foram coletadas em supermercados no bairro.

depende do modelo, bem como, um limite máximo de carga que pode ser analisado no contexto da disciplina tanto em Kg (massa) ou em Newtons (peso)²⁶.

Como a escola não dispunha de pallets à época, foi simulado no chão, com o auxílio de uma fita adesiva, uma área de armazenamento que iria delimitar o espaço ocupado pelos pallets. Desse modo os estudantes puderam medir, com auxílio de uma trena, as dimensões dessa área para proceder os cálculos de determinação de quantidade de caixas possíveis a serem armazenadas e posteriormente a massa máxima dessas caixas a partir das informações que constavam em cada produto, bem como o limite de carga a partir do modelo de pallet adotado e o empilhamento máximo de cada produto (vide figura 01).

Figura 01: Estudantes realizando as medições em sala de aula.



Fonte: Autoria própria (2017).

O conceito de gravidade e a correlação do Peso e Massa das cargas foram discutidos, partindo dos conceitos trazidos pelos estudantes em suas vivências no curso técnico e em seu contexto social (AIKENHEAD, 1996; COBERN, 1994). Buscou-se então salientar que a atividade armazenagem dos produtos não estava somente ligada as dimensões dos produtos, mas também a carga que um pallet poderia suportar e a relação dessa carga (kg ou Newtons) com o quantitativo real que poderia ser estocado por unidade de pallet. Assim, foi trabalhado em sala o conceito da ação e reação inseridos no contexto das Leis de Newton partindo dos

²⁶ É de fundamental importância que as caixas sejam as mesmas dos produtos que cada equipe escolheu, pois, as variáveis de cálculo estão impressas nas respectivas caixas.

dados reais trazidos pelos alunos em suas pesquisas de campo, a saber: massa do produto, massa do pallet, dimensões dos produtos e dos pallets.

As informações contidas nas caixas proporcionaram ainda a estimativa de empilhamento máximo das caixas e quais as condições de armazenamento e acondicionamento dos produtos, que também se inseriam no contexto dos tópicos discutidos na Mecânica Clássica. Assim procedendo, em sala de aula, foram realizadas as medições e a orientação para os cálculos que viriam determinar como se procederia o armazenamento das caixas obedecendo os critérios de cada empresa fabricante dos produtos escolhidos pelos estudantes (vide figura 02).

Figura 02: Estudantes realizando os cálculos para determinação do quantitativo e massa (kg e Newtons) da carga.



Fonte: Autoria própria (2017).

Foi ainda orientado que cada equipe tivesse um diário de bordo e que neste constassem os respectivos dados dos produtos, as tomadas de decisões das equipes e o fluxo de informações obtidos desde o início da atividade até a sua finalização, fazendo uma alusão a outra disciplina técnica do currículo do curso de Logística, a saber: Sistemas de Informações Gerenciais (vide figura 03).

Figura 03: Diários de bordo de cada equipe, com seus respectivos produtos.



Fonte: Autoria própria (2017).

Esse diário de bordo foi um dos itens avaliados ao final da unidade letiva, tendo como rubrica de avaliação: (a) Pesquisa bibliográfica, (b) Realização dos exercícios em sala, (c) Registro das etapas de trabalho e (d) Organização do diário de bordo. A prática de armazenamento foi realizada após a finalização dos cálculos tendo uma aula para a apresentação de cada equipe quando era apresentado o produto as características de armazenamento e os cálculos realizados, bem como os conceitos físicos que foram aplicados durante a determinação dos parâmetros de armazenagem (vide figura 04).

Figura 04: Estudantes realizando a estocagem após os cálculos.



Fonte: Autoria própria (2017).

Ao final da unidade foi realizada uma verificação escrita individual como parte integrante da avaliação do processo, contendo 5 questões objetivas que versavam sobre as atividades desenvolvidas no contexto da unidade.

4. OS RESULTADOS TRADUZIDOS EM OUTROS RESULTADOS: CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A PROPOSTA

A perspectiva inicial da abordagem era que ao final da unidade letiva os estudantes da educação profissional pudessem verificar na prática a correlação entre a Mecânica Clássica, em especial, as Leis de Newton, e a sua futura prática profissional como técnico de logística no setor de operações logísticas, o que foi cumprido com relativo sucesso. Mas o principal ganho da atividade foi a realização de uma simulação de armazenamento em sala de aula e a verificação dos parâmetros físicos necessários para tal. Foi nesse momento que o estudante pode experimentar na prática a Física aplicada a Logística. De outro modo, ainda no contexto das atividades desenvolvidas em sala de aula, os educandos realizaram a produção textual do diário de bordo de sua equipe, o que se apresentou, de outro modo, como um exercício para potencializar a escrita e a leitura.

No decorrer das 4 semanas de atividade, percebeu-se que além de uma visão estereotipada que os estudantes possuem sobre a Física como uma disciplina dissociada de seu cotidiano, foi possível reforçar a necessidade de dar significado ao que se ensina no contexto da educação profissional, em especial, no que tange as disciplinas do eixo comum, aqui em especial, na Física, Química, Biologia e Matemática. Mesmo com as diversas discussões realizadas no âmbito da escola, os docentes do eixo comum, ainda não realizam as devidas correlações entre os conteúdos de suas disciplinas com a formação técnica dos educandos e, desse modo, selecionam e lecionam conteúdos como se estivessem lecionando para o ensino médio. Tal posicionamento ainda é corroborado em muitos casos pela falta de uma coordenação pedagógica tanto para as disciplinas do núcleo comum, quanto para as disciplinas do eixo técnico.

Importante ressaltar que o presente texto, mesmo tendo sido realizado antes da completa aprovação da atual BNCC, ainda se apresenta, com seus devidos ajustes, como um caminho alternativo de abordagem para o ensino de Física na educação técnica integrada ao ensino médio. Ademais, os relativos ganhos trazidos pelo contexto da aprendizagem dependem, e muito, do posicionamento adotado pelo docente em sua práxis e a flexibilidade de ajustes curriculares por parte da gestão da escola. O caminho metodológico de partir dos tópicos da

Logística, para os conceitos científicos da Física (conteúdos curriculares), se demonstra um caminho fértil para a ressignificação do que se estuda em sala de aula, bem como uma outra via de abordagem metodológica e curricular que pode ser replicada por docentes da área das ciências da natureza com tópicos que estejam ligados as respectivas disciplinas.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S. Science education: border crossing into the subculture of science. **Studies in Science Education**, v.27, p.1-52, 1996. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03057269608560077>. Acessado em: Dez. 2022.

ALVARENGA, B.; MÁXIMO, A. **Física**. São Paulo, Scipione. Volume 1, 2009.

BALLOU, R. H. **Administração de Logística Empresarial**. São Paulo: Editora Atlas, 1993.

CASTIGLIONE, J. A. M. **Logística Operacional: Guia Prático**. 2. Ed. - São Paulo: Érica, 2009.

COBERN, W. W. World view, culture, and science education. **Science Education International**, vol. 5, p. 5 - 8, 1994. Disponível em: https://scholarworks.wmich.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1011&context=science_slcsp. Acessado em: Dez. 2022.

CHING, H. Y. **Gestão de Estoques na Cadeia de Logística Integrada**. 2a edição. São Paulo: Atlas, 2001.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: criando redes que agregam valor**. Trad. Mauro de Campos Silva. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

GODOY, L. P; DELLÀGNOLLO, R. M.; MELO, W. C. **Multiversos: ciências da natureza: movimentos e equilíbrios na natureza: ensino médio**. 1. ed. – São Paulo: Editora FTD, 2020.

HARA, C. M. **Logística - Armazenagem, Distribuição e Trade Marketing**. 3. ed. São Paulo: Alínea, 2010.

MARTINS, P. G. **Administração de Materiais e recursos Patrimoniais**. São Paulo: Saraiva 2000.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 1, p. 94-99, mar. 2000. Disponível em: http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivo/projetos/artigos/MOREIRA_2000.pdf. Acessado em: Jan. 2023.

SANTOS, A. V. dos. Armazenamento de cargas na Logística: Relato de experiência da introdução ao ensino de Física em um curso técnico integrado ao médio. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA**, 2017, São Carlos. Anais do XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2017, Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/~snef/xxii/>. Acessado em: Dez. 2018.