



**INSTITUTO
FEDERAL**
Rio de Janeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Campus Nilópolis

Programa de Pós-Graduação *Stricto
Sensu* em Ensino de Ciências

Rafael Tomé de Moura

UM EPISÓDIO DA HISTÓRIA A PARTIR
DE UMA PERSPECTIVA DECOLONIAL: o
ensino da força de atrito em um curso a
distância de graduação

Nilópolis,
RJ 2024

RAFAEL TOMÉ DE MOURA

UM EPISÓDIO DA HISTÓRIA A PARTIR DE UMA PERSPECTIVA
DECOLONIAL: o ensino da força de atrito em um curso a distância de
graduação

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino
de Ciências do Instituto Federal do Rio de
Janeiro como parte dos requisitos parciais
para obtenção do título de Mestre em
Ensino de Ciências.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Cristina do Amaral Moreira

Nilópolis – RJ

2024

CIP - Catalogação na Publicação

M929e Moura, Rafael Tomé de
Um episódio da história a partir de uma perspectiva decolonial :
o ensino da força de atrito em um curso a distância de graduação /
Rafael Tomé de Moura - Nilópolis, 2024.
63 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: Maria Cristina do Amaral Moreira.
Dissertação - (mestrado), Mestrado Profissional em Ensino de
Ciências, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Rio de Janeiro, Campus Nilópolis, 2024.

1. Física - mecânica. 2. Ensino de física. 3. Ensino à distância -
graduação em engenharia de produção - CEDERJ. 4. Episódio
histórico - decolonidade. 5. Sequência didática - ensino superior. I.
Moreira, Maria Cristina do Amaral, **orient.** II. Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. III. Título


RAFAEL TOMÉ DE MOURA

**UM EPISÓDIO DA HISTÓRIA A PARTIR DE UMA PERSPECTIVA
DECOLONIAL: o ensino da força de atrito em um curso a distância de
graduação**


Dissertação apresentada ao Instituto Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Aprovada em: 01/10/2024


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **MARIA CRISTINA DO AMARAL MOREIRA**
Data: 01/10/2024 21:28:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Dr^ª. Maria Cristina do Amaral Moreira (Orientadora)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Documento assinado digitalmente
 **MARCUS VINICIUS DA SILVA PEREIRA**
Data: 01/10/2024 21:38:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcus Vinicius Pereira – Membro Interno
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Documento assinado digitalmente
 **CLAUDIO MAIA PORTO**
Data: 03/10/2024 15:33:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Claudio Maia Porto – Membro Externo
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

AGRADECIMENTOS

Não foi fácil chegar até aqui.

Agradeço à minha amada esposa, pelo apoio e incentivos a continuar caminhando, principalmente em momentos em que a vida deixava de ter sentido.

Ao meu filho, Jorge, que, com apenas um ano, me fez enxergar que a vida é colorida e boa de viver.

À minha querida orientadora, Maria Cristina, pela imensa compreensão e incentivo durante todos esses anos e por ser uma pessoa maravilhosa que nunca desiste de um aluno.

RESUMO

A partir do momento que entramos na escola, somos conduzidos a aprender e entender a ciência direcionada às produções e conceitos científicos ocidentais. Sendo assim, têm-se a impressão de que toda criação intelectual importante para a humanidade se iniciou nessa parte geográfica e a ela se reduz. Com isso, uma possível abordagem para trabalhar a ciência sob uma perspectiva decolonial pode estar na utilização da história, por meio de episódios históricos como estratégia de ensino de física. A presente dissertação tem como objetivo o ensino de edificações para engenheiros, de forma a associar elementos das construções de povos antigos e o ensino do conceito de força de atrito na disciplina de mecânica geral, em curso de engenharia. Aqui entra o papel do professor pesquisador, que não apenas observa, mas se prontifica a produzir conhecimentos acerca de sua própria realidade, de seus próprios problemas, buscando sempre impulsionar a prática. O trabalho foi desenvolvido com alunos da educação a distância (EaD) do curso de graduação em engenharia de produção do Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro (CEDERJ). Trata-se de uma pesquisa qualitativa na qual foi apresentada uma situação problema do período histórico estudado aos alunos, e por meio de um questionário de perguntas abertas, estabelecer relações visando o conhecimento contemporâneo. Os resultados são apresentados em duas partes, a primeira fazendo uma discussão da percentagem das respostas dos discentes, e a segunda, por meio da análise de livre interpretação, as mensagens das respostas discursivas, que demonstram que os alunos, majoritariamente, compreendem o problema apresentado, mas apresentam incerteza quanto à explicação do fenômeno físico. Por meio das análises das respostas, desenvolveu-se uma sequência didática intitulada - Saberes Milenares para o ensino da física contemporânea - sobre o carregamento dos blocos de pedra para a construção das pirâmides egípcias para professores de engenharia a distância, produto educacional dessa dissertação.

Palavras-chave: Episódio histórico. Decolonial. Educação a distância. Força de atrito. Ensino de Física.

ABSTRACT

From the moment we enter school, we are led to learn and understand science directed to Western scientific productions and concepts. Therefore, one has the impression that all important intellectual creation for humanity has passed and is reduced to this geographical part. Therefore, a possible approach to working on science from a decolonial perspective can be inserted in the use of History, through historical episodes as a physics teaching strategy. The objective of this dissertation is to teach buildings to engineers, to associate elements of the constructions of ancient people and to teach the concept of friction force in the discipline of general mechanics in the engineering course. Here the role of the research teacher comes into play, who not only observes, but is ready to produce knowledge about their own reality, their own problems, always seeking to improve practice. The work was developed with distance education students from the undergraduate course in production engineering at the Center for Higher Distance Education of the State of Rio de Janeiro. This is qualitative research in which an open-ended questionnaire was applied to students in search of relationships between contemporary knowledge and a problem situation from the historical period studied. The results are presented in two parts, the first discussing the percentage of student responses, and the second through free interpretation analysis of the discursive response messages, which demonstrate that students, for the most part, understand the problem presented, but presents uncertainty regarding the explanation of the physical appearance. Through analysis of the responses, a didactic sequence, titled "Saberes Milenares para o ensino da física contemporânea" was developed on loading stone blocks for the construction of Egyptian pyramids for distance engineering teachers, an educational product of this dissertation.

Keywords: Historical episode. Decolonial. Distance education. Friction force. Physics education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagens apresentadas no início do questionário	40
Figura 2 - Dados da primeira seleção do questionário	43
Figura 3 - Dados da segunda seleção do questionário	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação de artigos encontrados na CBEF e RBEF sobre o ensino de física e a força de atrito.	21
Quadro 2 - Relação de artigos encontrados na CBEF e RBEF sobre o ensino de física e episódios históricos.	22
Quadro 3 - Respostas dos alunos à seleção das imagens do questionário.	45
Quadro 4 - Respostas dos alunos à segunda pergunta do questionário.	47
Quadro 5 - Respostas dos alunos à terceira pergunta do questionário.	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALI	Análise de Livre Interpretação
AVA	Ambiente virtual de aprendizagem
CBEF	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
CECIERJ	Centro de Ciências e Educação Superior à Distância do Estado do Rio de Janeiro
CEDERJ	Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro
CEFET-RJ	Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
EaD	Educação a Distância
EGEP-RJ	Escola de Gestão Pública do Estado do Rio de Janeiro
DEGASE	Departamento Geral de Ações Socioeducativas
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FSC	Fundação Santa Cabrini
IFHT	Instituto Multidisciplinar de Formação Humana com Tecnologias
MEC	Ministério da Educação
MD	Material didático
RBEF	Revista brasileira de ensino de física
SEPLAG	Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFF	Universidade Federal Fluminense

SUMÁRIO

2	INTRODUÇÃO	15
3	REVISÃO DE LITERATURA	20
4	REFERENCIAL TEÓRICO	25
4.1	A EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA E O CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DO CEDERJ	26
4.2	O ENSINO DE FÍSICA NA ENGENHARIA DO CEDERJ	29
4.3	A FORÇA DE ATRITO NA DIDÁTICA DA FÍSICA	31
4.4	EPISÓDIOS HISTÓRICOS COMO CONHECIMENTO PARA O ENSINO DE FÍSICA COM ASPECTOS DECOLONIAIS.....	33
5	METODOLOGIA	36
5.1	O CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DO CEDERJ E OS PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	37
5.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	39
5.2.1	Questionário	39
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
7	PRODUTO EDUCACIONAL	50
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
	REFERÊNCIAS	56
	ANEXO	61
	APÊNDICE	62

1 APRESENTAÇÃO

Sou formado em Engenharia Civil desde 2016 pela Universidade Veiga de Almeida e trabalhei como engenheiro civil por aproximadamente 7 anos. Desde o começo da graduação demonstrava interesse em ensinar em um curso de engenharia as disciplinas consideradas “complexas”, como, por exemplo, as de cálculo e as de física.

Atuei como professor particular de física, engenharia e arquitetura e como professor voluntário ministrando aulas de física em pré-vestibular preparatório para concursos públicos e para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) desde meados de 2017 até o final do ano de 2022. Esta opção, de atuar como professor, me dava prazer e complementava o trabalho que exercia como engenheiro. Neste curso preparatório existia espaço para o “diferente”, caracterizado por aquele ensino que poderia ser desenvolvido para além do conteúdo e da memorização. Na época, organizei diversas aulas em espaço não-formal, a saber no Museu de Astronomia e Ciências Afins, em parceria com professores de História e Filosofia.

De junho de 2021 a julho de 2022 exerci a função de pesquisador na área da educação a distância e logo depois fui promovido a coordenador de educação a distância na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), função exercida até maio de 2023, atuando diretamente com a EaD, nos projetos do Observatório Social da Operação Segurança Presente e no Laboratório de Estudos Socioeducativos. Uma das funções do ensino que possuía, como coordenador, era o de elaborar o planejamento, implementação e gestão da EaD, que podem ser exemplificadas nas atribuições de gestão de recursos humanos, controle de produções e gravações de aulas, produção dos materiais didáticos digitais e de aprofundamento, gerenciamento da plataforma digital, acompanhamento dos alunos e construção de questões avaliativas. Dentre as aulas e materiais que produzi para os cursos EaD, destaco as gravações e apostilas digitais sobre comunicação não-violenta, identidade do socioeducador, noções sobre a educação a distância e a plataforma digital e gerenciamento de tempo e riscos.

Tais projetos visavam à capacitação de extensionistas universitários do programa Segurança Presente e do Departamento Geral de Ações Socioeducativas (DEGASE) – e não somente isso – em cidadania, mediação social, direitos humanos, socioeducação, entre outros. As aulas eram exclusivamente ofertadas na modalidade EaD, por intermédio de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA), onde os alunos participam do curso no seu tempo e local, não tendo a obrigatoriedade de estarem em uma sala de aula ao mesmo tempo que o professor.

A partir de maio de 2023, exerci a função de analista de projetos no Instituto Multidisciplinar de Formação Humana com Tecnologias (IFHT) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro no programa Mudar de Vida: perspectivas além do horizonte, em parceria com a Fundação Santa Cabrini (FSC), responsável por realizar capacitações técnicas de jovens e adultos egressos do sistema prisional do Estado do Rio de Janeiro, como também na reinserção desses indivíduos no mercado de trabalho formal. Alocado no setor de qualificação e capacitação da FSC, atentei-me, principalmente, ao planejamento, à elaboração e ao controle de planos de trabalho entre a FSC e outras instituições parceiras que visavam oferecer cursos de capacitação para os egressos, tais como: barbeiro, confecção de tranças, design de sobancelhas, empreendedorismo, gestão financeira e outros. Além disso, me responsabilizei por ministrar palestras e aulas no intuito de capacitar egressos no âmbito de disciplinas como gestão financeira e micro empreendedorismo individual e suas obrigações.

Hoje, atuo como assessor de educação a distância na Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão (SEPLAG) do Estado do Rio de Janeiro, na recém criada Escola de Gestão Pública do Estado do Rio de Janeiro (EGEP-RJ), com os desafios de planejar, implementar e gerenciar uma EaD com o objetivo de capacitar os gestores públicos estaduais nos temas de planejamento e gestão pública.

Ressalto que concomitante às experiências anteriores, me dediquei a função de tutor presencial para o ensino de física em um curso do Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro para futuros engenheiros, de janeiro de 2020 até dezembro de 2023, com foco nas disciplinas de mecânica geral e resistência dos materiais. Em conjunto com essa experiência, o mestrado tem oportunizado pesquisar o ensino de física na prática docente, assim como

demonstrado e ensinado a relevância de realizar pesquisa na própria prática por meio de fundamentação em referenciais teóricos e metodológicos. Portanto, pensei em reunir a prática de dar aula de física para engenheiros com conceitos de física sobre o atrito, a história e a tecnologia das construções.

Parto do entendimento de que, a física é uma ciência presente e ao mesmo tempo ausente na vida das pessoas: presente porque é o entendimento do que é natural, mas ausente porque o seu ensinamento nem sempre contribui para se compreender e movimentar a rotina cotidiana do ser humano. Além disso, ela se articula com a engenharia e com diversas outras áreas de conhecimento, como, por exemplo, a medicina, as tecnologias de informação e comunicação, a construção, a geografia, a história etc. Pensando no ensino que não vem oportunizando o gosto pela física, e nos voltando para o que, tem sido considerado como conteúdo curricular pelos documentos oficiais das secretarias de educação, podemos concordar que além de serem explorados da maneira tradicional, ou seja, focado no professor como detentor do saber, não apresentam relação entre eles (MOREIRA, 2018, p. 2).

Nesse sentido, o estudo desenvolvido por essa dissertação procura trazer uma visão do ensino de ciências para a engenharia, tanto no que se refere a sua influência (inclusive nos conteúdos) como na capacidade de levar as possibilidades de diálogos com outras perspectivas das humanidades.

2 INTRODUÇÃO

O ensino de ciências engloba as ciências naturais, mas também faz articulações com a história da ciência, a cultura, a tecnologia e muitas outras dimensões. No entanto, hegemonicamente, o ensino de ciências, trabalhado por meio do currículo da escola básica, tem mostrado uma ciência, a partir de produções e conceitos científicos ocidentais, majoritariamente influenciado pelo referencial geográfico do continente europeu (MONTEIRO *et al*, 2019).

Sendo assim, pode-se ter a impressão de que toda criação intelectual importante para a humanidade iniciou e se reduz àquela desenvolvida nessa parte geográfica específica do planeta Terra, como se o comprometimento com a intelectualidade estivesse presente somente em algumas culturas. Dessa forma, é fundamental que, sempre que esbarramos no pensamento sobre a ciência, possamos nos remeter também aos outros conhecimentos, alcançados por outras civilizações e povos.

No que diz respeito ao entendimento de ensino, ancoramo-nos em Freire, (2019, p.17) para quem “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”, e em Moreira (2018, p.2), quando o autor cita que “aprender Física pode levar ao desenvolvimento de processos cognitivos, de uma consciência epistemológica e crítica”.

Voltando para a área da engenharia e, especificamente a civil, aquela que se utiliza de muitos conceitos da física como suporte teórico, interessa-nos aprofundar modelos diferenciados dos que hegemonicamente vêm sendo usados para discutir projetos e técnicas de edificações. A partir de construções de povos de mais de 7000 anos atrás, muitas delas existindo até hoje como marcos da criação da humanidade, tais como as pirâmides dos povos egípcios e dos maias, os túmulos de reis dos Kush, o Zigurate dos Sumérios e muitas outras dentro de uma lista imensa de edificações humanas; propomo-nos a realizar uma atividade articulando entre as construções, o ensino de engenharia e de física. Dessa forma, é possível ensinar diversos aspectos no quesito de edificações, no estudo das ideias, perspectivas, materiais, planos de montagem das construções humanas, em diálogo com a ciência da engenharia.

A presente dissertação de mestrado se volta sobretudo para o ensino de física, e especificamente, interessa-nos mostrar que o ensino de física, para o curso de engenharia, pode e deve estar mais articulado com diferentes áreas de conhecimento, tais como, a biologia, a história, as tecnologias de informação e comunicação, a geografia etc. A pergunta principal do estudo é a seguinte: Com base na seleção de um determinado conhecimento técnico e/ou prático produzido por civilizações antigas, que aspectos contribuem para ensinar física em turmas de engenharia de produção, do CECIERJ, tendo como alvo pedagógico o conceito de força de atrito?

Por isso, por meio de um episódio de cunho histórico, envolvendo edificações e saberes delas advindos, tal qual o da construção das pirâmides e suas técnicas, incluímos problemas enfrentados e resolvidos parcialmente ou totalmente, de forma a contribuir para o ensino de engenharia e na compreensão do conceito de força de atrito por parte dos discentes. Trata-se de usar ideias passadas para entender edificação, não como resolução das questões da engenharia atual, mas como outra possibilidade de entendimento científico e cultural.

O uso de episódio histórico não é uma estratégia recente para o ensino. Entre os autores que incentivam esse formato de pesquisa e ensino, temos Silva e Moura (2007, p. 8), que enfatizam o uso de questões históricas pelo que essas proporcionam em termos de “subsídios para a discussão de aspectos da natureza da ciência em sala de aula, uma vez que oferece uma visão mais profunda e detalhada do processo de construção do conhecimento científico”. Um episódio histórico promove falar sobre a ciência, considerando suas características sociais, culturais e políticas, de forma aprofundada, compreendendo a ciência como construção histórica humana. Silva (2020) compreende que o episódio histórico proporciona o metac conhecimento acerca da ciência. Sendo assim, a abordagem para tratar da ciência e sobre a ciência pode estar em articulação com a História da Ciência, como estratégia didática de ensino (SANTOS; JUSTI, 2017), por meio de episódios históricos, como, por exemplo, a abordagem das técnicas de edificação usadas outrora, na relação com a cultura de povos antigos, podemos incluir no ensino da engenharia a perspectiva de entender a natureza da ciência.

Porém, como trazido por Santos e Justi (2017), reforçamos a necessidade de contextualizar as ideias do passado e não exatamente utilizarmos a uma aproximação

que julgue a ciência e a tecnologia do passado por intermédio de critérios criados no presente. Estudos alertam também que o alicerce não pode ser a observação pontual e minuciosa do episódio histórico, mas, levar em conta “as variantes regionais e circunstanciais que os envolveram e particularizam dentro do contexto mais geral ao qual pertenciam” (ALFONSO-GOLDFARB *et al*, 2006, p. 109). Sendo assim, esses autores afirmam que, por meio de estudos como estes, conhecimentos do passado, esquecidos, escondidos e deturpados no decorrer dos anos, passaram a ter relevância na contemporaneidade para os saberes sobre a natureza.

Esta pesquisa foi desenvolvida com turmas do CEDERJ e teve como objetivo geral, como já dito, o ensino de edificações para engenheiros, de forma a associar elementos das construções destes povos e o ensino do conceito de força de atrito, na disciplina de mecânica geral em curso de engenharia. A disciplina e as aplicações do questionário (Apêndice I) foram desenvolvidas nos anos de 2020 (primeiro e segundo semestre) e 2022 (primeiro semestre), contando com a participação de alunos que estavam cursando o terceiro período do curso, que tem como pré-requisitos disciplinas de física.

Todos os cursos de graduação oferecidos pelo CEDERJ possuem a característica de serem realizados na modalidade de EaD, no modelo semipresencial, em que os alunos dispõem de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA), em que os materiais didáticos, aulas e interações são realizados, e um polo (local físico) para utilização de tutorias e aplicações de provas e tutores presenciais e a distância para acompanhamento pedagógico e acadêmico. Essa modalidade de educação utilizada pelo CEDERJ se caracteriza pela separação física e temporal de professores e alunos e pela utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação para a interação entre os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem (BRASIL, 2023). Porém, ressalta-se que durante o período de realização das atividades que compõem essa pesquisa, havia a orientação para o distanciamento social devido a pandemia de COVID-19 (Anexo I). Sendo assim, todas as atividades foram desenvolvidas de forma online, por intermédio das tecnologias de informação e comunicação.

Os objetivos específicos da pesquisa foram: (i) fazer uma atividade contextualizada a partir do episódio histórico de civilizações antigas; (ii) usar exemplos das atividades de construção dos egípcios como aprendizagem de engenharia de

produção; (iii) montar uma sequência didática sobre atrito a partir de modelos e atividades sobre força de atrito.; (iv) produzir uma série de quatro podcasts sobre a sociedade egípcia e suas construções milenares, a física e o carregamento dos blocos de pedras das pirâmides egípcias, a utilização de episódios históricos na educação a distância, e, por fim, os resultados obtidos nessa dissertação.

Entendemos que essa forma de abordagem pedagógica amplia exemplos tradicionalmente utilizados para o ensino do conceito de força de atrito, e que tira da invisibilidade outros conhecimentos e tecnologias humanas. Essa estratégia didática de ensino possibilita a relação prática e teórica por meio da realização de atividades sobre força de atrito. Além disso, ao incluir aspectos decoloniais, tanto por ensinar as edificações não presentes no currículo oficial de engenharia, diversifica o que é usualmente trazido nos cursos desta área. Sendo assim, a partir da seleção de um determinado conhecimento técnico e/ou prático produzido por civilizações que antecederam à grega, propõe-se um material/produto que articule esses conhecimentos no ensino, tendo como ponto de partida um caso histórico, na tentativa de escapar do ensino hegemônico baseado na matematização, abstração tão afastado da concretude necessária à engenharia.

A partir da introdução, no desenvolvimento desta pesquisa, a dissertação está organizada em capítulos como descritos a seguir. No capítulo 2, procuramos, por meio de uma revisão de literatura de artigos selecionados, dialogar com outros pesquisadores da área do ensino (de física e de ciências) que abordam o ensino de atrito na física e/ou o uso de episódios históricos.

O capítulo três está subdividido em quatro itens: no primeiro item (i), apresenta-se a educação a distância, especificamente os modelos de EaD e o curso de engenharia de produção do CEDERJ. O item (ii) refere-se ao ensino de física na engenharia de produção do CEDERJ. Nele, abordaremos a inserção do ensino da física no contexto da engenharia de produção a distância, ressaltando a importância dos conhecimentos sobre a física para a atuação profissional cotidiana do engenheiro. No item (iii) será apresentada a força de atrito, conteúdo principal da física, e foco conceitual para a elaboração do produto educacional. Neste item, também introduziremos a teoria contemporânea do que é a força de atrito e as definições fundamentais que os principais livros didáticos de física dispõem sobre o conceito. Por

fim, o último item (iv) do capítulo três apresentará o uso de episódios históricos como conhecimento para o ensino de física e, a proposição de que a estratégia de se usarem esses episódios pode promover um ensino em direção às dimensões decoloniais. Serão apresentados os autores que abordam a questão da decolonialidade do saber científico na sociedade contemporânea e como a utilização de episódios históricos pode complementar um ensino de física pela inclusão de aspectos decoloniais, retirando do apagamento conhecimentos historicamente produzidos por civilizações milenares.

No quarto capítulo descreve-se a parte metodológica da pesquisa, incluindo o tipo de pesquisa e seus referenciais, local de aplicação e público-alvo, e os procedimentos metodológicos para coleta e tratamento de dados, assim como o referencial de análise do material produzido.

O quinto capítulo apresenta os resultados e discussões dessa dissertação separados em duas partes. Inicialmente, analisam-se as respostas a partir da percentagem das respostas obtidas nas questões de múltipla escolha e, posteriormente, a análise do conteúdo das mensagens das respostas discursivas do questionário.

No capítulo seis é descrito o desenvolvimento da sequência didática, produto educacional dessa dissertação, composto pelas atividades com utilização de uma série de quatro podcasts e um material didático com propostas avaliativas para a modalidade de EaD. Por fim, o capítulo sete apresenta as considerações finais.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Foi realizada uma revisão de literatura na qual procuramos por artigos científicos na Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e no Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) que relacionassem o Ensino de Física com a força de atrito e/ou episódios históricos no período de janeiro de 2001 até janeiro de 2021. A preferência por revisar esses dois periódicos se justifica, principalmente, por dois motivos: possuem o foco na disseminação do conhecimento acerca do ensino e aprendizagem de física e são classificadas como Qualis A1 pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), classificação de maior impacto e mais elevada que um periódico pode alcançar. E o marco temporal foi escolhido pelo fato de procurarmos entender se nos últimos vinte anos (estudos mais recentes) há alguma relação entre o ensino de atrito e episódios históricos. Além disso, como a presente dissertação aborda, de forma constante, a EaD como a principal modalidade de educação para o desenvolvimento da pesquisa, existe também o interesse de verificar quantas dessas produções acadêmicas possuem relação direta com a EaD, considerando o recorte temporal e local previamente determinado.

Os dois periódicos analisados possuem sítio eletrônico próprio¹, de acesso público, onde foram realizadas as buscas pelos artigos. Neles, é possível acessar na íntegra todas as edições e publicações em arquivos de texto. Dessa forma, como resultado, não foram encontradas produções, no intervalo de tempo estabelecido, tanto na RBEF como nos CBEF, que relacionassem diretamente a força de atrito com episódios históricos. No entanto, foram encontrados e selecionados dezesseis artigos que abordam o ensino de física e a força de atrito (sem distinção entre tipos de força de atrito), conforme o Quadro 1 a seguir.

¹ Site da RBEF - <https://www.sbfisica.org.br/rbef/>; Site da CBEF - <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica>

Quadro 1 - Relação de artigos encontrados na CBEF e RBEF sobre o ensino de física e a força de atrito.

Título do artigo	Autores	Revista	Ano
E se a superfície for áspera? Um estudo sobre a influência da força de atrito em colisões inelásticas através de videoanálise	Franco, R.S.; Miranda, V.S.; Dutra, R.S.; Ribeiro, L.C.	RBEF	2021
Uma metodologia de custo zero para medida de atrito de rolamento em VANTs	Pellegrini, V.R.	RBEF	2020
Pêndulo físico amortecido por atrito seco	Santos, G. B.; Santos, D. A.; Coghi, T. O.; Oliveira Jr., J. M.; Aranha, N.; Bonventi Jr., W.	RBEF	2020
Qual é a expressão correta para o trabalho realizado pela força de atrito cinético?	Peixoto, P.	RBEF	2020
Conservação da velocidade do CM de duas partículas sob a ação de forças de atrito em movimento unidimensional ($D = 1$)	Souza, C. E. R.; Thomaz, M. T. C. S.; Souza, D. M.	CBEF	2019
A força de atrito estático não é conservativa	Silva, D. R.; Peixoto, P.	RBEF	2018
Análise teórica e proposta para determinação experimental do coeficiente de atrito de rolamento em um plano inclinado	Andrade-Neto, A.V.; Leyva-Cruz, J.A.	RBEF	2015
Vídeo-análise de um experimento de baixo custo sobre atrito cinético e atrito de rolamento	Jesus, V.L.B.; Sasaki, D.G.G.	RBEF	2014
Abordagem experimental da força de atrito em aulas de Física do Ensino Médio	Monteiro, M. A. A.; Monteiro, I. C. C.; Gaspar, A.	CBEF	2012
Um interessante e educativo problema de cinemática elementar aplicada ao trânsito de veículos automotores – a diferença entre 60 km/h e 65 km/h	Silveira, F. L.	CBEF	2011
Deslocamento da força normal à superfície de apoio a um corpo em equilíbrio na presença da força de atrito	Costa, E. V.; Faria Leite, C.A.	RBEF	2010
Importancia do calculo da propagação de erros em um experimanto de atrito estático	Matuo, C. Y.; Marinelli, J. R.	CBEF	2008
Portas corrediças	De Luca, R.	RBEF	2008
Esfera em plano inclinado: conservação da energia mecânica e força de atrito	Silva, W. P. <i>et al.</i>	RBEF	2003
Sliding Block on a Semicircular Track with Friction	Mania, A. J.; Mol, A. W.; Brandão, C. S. S.	RBEF	2002
Determinação dos Coeficientes de Atrito Estático e Cinético Utilizando-se a Aquisição Automática de Dados	Mossmann, V. L. F.; Catelli, K. B. M. F.; Libardi, H.; Damo, I. S.	RBEF	2002

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023

Para o ensino de física associado à força de atrito, seis trabalhos (PEIXOTO, 2020; FRANCO, 2021; SOUZA, 2019; COSTA, 2010; SILVA, 2003, MANIA, 2002) discutem a força de atrito cinética, outros três (PELLEGRINI, 2020; ANDRADE-NETO, 2015, DE LUCA, 2008) abordam o atrito de rolamento, um trata sobre o atrito seco (SANTOS, 2020), três sobre atrito estático e cinético juntos (MONTEIRO, 2012; SILVEIRA, 2011; MOSSMANN, 2002) e dois sobre atrito estático (SILVA, 2017; MATUO, 2008) e rolamento ao mesmo tempo (JESUS, 2014).

Dentre os aspectos do conceito de atrito observados nestes artigos, para essa pesquisa nos interessa desenvolver e discutir o atrito cinético, por ser o que mais se evidencia no deslocamento de blocos, aspecto que tem relevância na atividade do episódio histórico estudado. Nos artigos pesquisados, percebeu-se que o atrito cinético é analisado e estudado de diferentes formas, seja através da análise de como um corpo sofre a ação do atrito cinético, como em Peixoto e Silva (2018), ou por meio de propostas de ensino sobre o atrito pela utilização de atividades experimentais e laboratoriais, como em Monteiro *et al.* (2012) e Jesus e Sasaki (2014). Outro aspecto a destacar pelo estudo dos artigos foram as propostas de experimentos utilizando materiais do cotidiano e de baixo custo, que pode ser um fator importante para viabilizar a reprodução da atividade e também o estudo e o conhecimento prático da força de atrito, independentemente do tipo de atrito.

Também foram encontrados na CBEF e RBEF 19 artigos que relacionam o ensino de física com episódios históricos, todos apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Relação de artigos encontrados na CBEF e RBEF sobre o ensino de física e episódios históricos.

Título do artigo	Autores	Revista	Ano
Processo de desenvolvimento de simulações virtuais de experimentos históricos para o Ensino de Física	Costa, M.; Camargo, M.; Pereira, Y.; Ortiz, E.; Batista, I.; Brancher, J.	RBEF	2021
Uma abordagem histórica da reflexão e da refração da luz	Ortega, D.; Moura, B. A.	RBEF	2020
Enfoque histórico en la enseñanza del campo electromagnético	Tobaja, L. M.; Gil, J.	RBEF	2018
Práticas científicas e difusão do conhecimento sobre eletricidade no século XVIII e início do XIX: possibilidades para uma abordagem histórica da pilha de volta na educação básica	Jardim, W. T.; Guerra, A.	RBEF	2018

Niels Bohr, espectroscopia e alguns modelos atômicos no começo do século XX: um episódio histórico para a formação de professores	Vasconcelos, S. S.; Forato T. C. M.	CBEF	2018
Elementos histórico-culturais para o ensino dos instrumentos ópticos	Alcantara, M. C.; Braga, M.	CBEF	2017
Laboratório desafiador e história da ciência: um relato de experiência com o experimento de Oersted	Pinto, J. F. A.; Silva, A. P. B.; Ferreira, E. J. B.	CBEF	2017
Newton versus Huygens: como (não) ocorreu a disputa entre suas teorias para a luz	Moura, B. A.	CBEF	2016
Os conceitos de espaço e de tempo como protagonistas no ensino de Física: um relato sobre uma sequência didática com abordagem histórico-filosófica	Reis, U. V.; REIS, J. C.	CBEF	2016
Uma concisa abordagem histórica e conceitual da luz e de algumas de suas aplicações: Apresentação de artigos convidados na edição comemorativa do Ano Internacional da Luz	Studart, N.	RBEF	2015
As pesquisas de Newton sobre a luz: Uma visão histórica	Martins, R. A.; Silva, C. C.	RBEF	2015
Titanic, Jack, Rose e o Princípio de Arquimedes	Oliveira, L. D.	CBEF	2012
Simulação de experimentos históricos no ensino de física: uma abordagem computacional das dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula	Ribeiro Junior, L. A.; Cunha, M. F.; Laranjeiras, C. C.	RBEF	2012
A física de Aristóteles: uma construção ingênua?	Porto, C.M.	RBEF	2009
Três episódios de descoberta científica: da caricatura empirista a uma outra história	Silveira, F. L.; Peduzzi, L. O. Q.	CBEF	2008
A natureza da ciência por meio do estudo de episódios históricos: o caso da popularização da óptica newtoniana	Silva, Cibelle Celestino; Moura, Breno Arsioli	RBEF	2008
A história e a física do fantasma de Pepper	Medeiros, A.	CBEF	2006
Uma Proposta para Ensinar os Conceitos de Campo Elétrico e Magnético: uma Aplicação da História da Física	Magalhães, M. F.; Santos, W. M. S.; Dias, Penha M. C.	RBEF	2002
A (im) pertinência da história ao aprendizado da física (um estudo de caso)	Dias, P. M. C.	RBEF	2001

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023

Os trabalhos analisados que relacionam o ensino de física e episódios históricos ou história da física, dividem-se em: 11 artigos sobre fenômenos do eletromagnetismo (COSTA, 2021; ORTEGA, 2020; TOBAJA, 2018; VASCONCELOS,

2018; PINTO, 2017; REIS, 2016; STUDART, 2015; MARTINS, 2015, MOURA, 2016; SILVA, 2008, MAGALHÃES, 2002), dois de óptica (ALCANTARA, 2017; MEDEIROS, 2006), um sobre hidrostática (OLIVEIRA, 2012), um de eletricidade (JARDIM, 2018), um de cinemática (PORTO, 2009), um sobre três episódios históricos juntos - física de Galileu, teoria da relatividade restrita e modelo atômico de Bohr (SILVEIRA, 2008), um sobre termodinâmica (DIAS, 2001) e outro acerca da gravitação (RIBEIRO, 2012).

Percebeu-se que a maioria das produções acadêmicas relacionadas ao uso da história e do ensino da física trata sobre os importantes estudos de cientistas ocidentais acerca dos fenômenos eletromagnéticos e que, a maioria, se limita até, no máximo, o período histórico do século XVII. Somente um artigo analisado dentro das condições pré-delimitadas por este trabalho descreve a utilização do ensino de física pautado por conhecimentos produzidos anteriormente ao século XVII, porém, nenhum deles refere-se à força de atrito associada com episódios históricos.

A utilização de ferramentas digitais para o auxílio e realização dos trabalhos selecionados nesta revisão de literatura é outro elemento a ser destacado. Encontramos a presença de um programa computacional para a produção de resultados e discussões, seja por vídeo-análises e simulações virtuais, em sete das 35 produções acadêmicas analisadas. Esse é um aspecto a ser evidenciado, pois, quando tratamos de ensino que é realizado na modalidade de EaD, em que se utilizam as ferramentas e tecnologias digitais como principal meio de comunicação entre professores e alunos, a maioria dos materiais disponibilizados dessas produções pode, também, permitir a inclusão deste grupo de profissionais e alunos na reprodução e discussão dos resultados e experimentos físicos apresentados nos artigos.

Por fim, percebe-se a ausência de produções voltadas a EaD nesse recorte, e por isso pouco diálogo no recorte selecionado para a composição do referencial teórico, o qual foi direcionado especificamente para a modalidade de educação a distância. Por outro lado, foi possível verificar que o que estamos pesquisando é sim fundamental para o nicho do ensino em engenharia e de cursos em EaD.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo está organizado em quatro partes: (i) a educação a distância e o curso de engenharia de produção do CEDERJ, (ii) o ensino de física na engenharia de produção do CEDERJ, (iii) a força de atrito na didática da física e (iv) estudo de episódios históricos como conhecimento para o ensino de física com aspectos decoloniais.

Na primeira parte abordaremos o conceito de educação a distância e suas características a partir de Moran (2002), como também documentos do Ministério da Educação. Nessa abordagem apresentaremos os modelos pedagógicos e organizacionais, os ambientes virtuais de aprendizagem, a produção de material didático no contexto da EaD e como o ensino de física, com foco na força de atrito, está presente na EaD na engenharia de produção do CEDERJ. Esses aspectos foram abordados a partir de questões legais que orientam o ensino de engenharia para a EaD, em diálogo com Moreira (2018).

No segundo tópico deste capítulo, trataremos especificamente em como o ensino de física é estruturado no curso de engenharia de produção do CEDERJ, além de trazer reflexões em conjunto com Moreira (2021), trazer reflexões acerca da formação do futuro engenheiro que está cursando EaD.

A terceira parte apresenta e desenvolve o conceito contemporâneo de força de atrito, com foco na força de atrito cinético, por intermédio de autores de livros didáticos como Halliday Resnick e Jearl (2012), Tipler e Mosca (2017) e Nussenzveig (2013). Também buscamos desenvolver a influência do ensino de física para a formação profissional e acadêmica do estudante de engenharia.

Por fim, aprofundamos a utilização de episódios históricos para o ensino de física com aspectos decoloniais a partir de exemplos de atividades que buscam características não hegemônicas de ensino, dialogando com: Quijano (2005), Santos e Meneses (2009) e Justi (2017). Procuramos, dessa forma, na montagem da estratégia didática, levar os futuros engenheiros a um conhecimento produzido historicamente por meio das aulas de física a distância.

4.1 A educação a distância e o curso de engenharia de produção do CEDERJ

A educação a distância, ou simplesmente EaD, é uma modalidade educacional prevista na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394 de 1996 - LDB). Além da LDB, a EaD possui diversos outros documentos legais importantes que estabelecem, por exemplo, normas, instrumentos de avaliação, parâmetros de qualidade e diretrizes operacionais que formam uma base sólida para essa modalidade de educação, como, por exemplo, os referenciais de qualidade para a EaD, do Ministério da Educação (MEC).

Formalizando o conceito de educação a distância, o MEC (2023), apresenta a EaD como uma:

[...] modalidade educacional na qual alunos e professores estão separados, física ou temporalmente e, por isso, faz-se necessária a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação. Essa modalidade é regulada por uma legislação específica e pode ser implantada na educação básica (educação de jovens e adultos, educação profissional técnica de nível médio) e na educação superior.

Sendo assim, a distância física entre os sujeitos envolvidos durante todo o processo educacional, que pode ser compreendida como uma separação espacial entre professores, alunos, coordenadores, tutores e quaisquer outros profissionais nela inseridos, é uma das principais características desta modalidade de educação, além da utilização das tecnologias digitais de informação e comunicação como mediadora do processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, para participar do processo de ensino e aprendizagem da EaD, os indivíduos precisam, necessariamente, apenas de um dispositivo com acesso à internet.

É importante ressaltar que mesmo na EaD existe a possibilidade de interação pessoal por intermédio de atividades síncronas – que são aquelas que acontecem em tempo real, onde todos possuem a possibilidade de participar simultaneamente – como por exemplo: webconferências e chats. Porém, é predominante que o processo educacional aconteça de forma assíncrona, e tanto alunos como professores acessem os materiais, atividades e outros recursos didáticos em instantes diferentes.

Portanto, um dos principais atributos esperados do estudante inserido na EaD é a capacidade de planejar, antecipar problemas e se organizar para realizar o

acompanhamento de todas as atividades e avaliações propostas pelos desenvolvedores do curso. Dessa forma, o aluno deve praticar e desenvolver sua própria autonomia para acompanhar o cronograma do curso, além de dominar as ferramentas digitais dispostas para a EaD.

Na EaD, o aluno não fica solitário com suas dúvidas e dificuldades. Para isso, existe um ator diferenciado, o tutor, que atua diretamente no acompanhamento do desenvolvimento pedagógico e execução de atividades e tarefas do estudante. Faz parte das atribuições desse ator colaborar e participar ativamente durante todo o processo de ensino e aprendizagem, estabelecendo uma relação de mediação entre os conteúdos oferecidos e a aprendizagem do estudante. Existem dois tipos de tutores, os presenciais, que atuam diretamente em contato pessoal com os alunos, sejam para acompanhamento pedagógico ou realização de atividades nos polos, e os tutores a distância, que também fornecem acompanhamento pedagógico e auxílio aos alunos, funções realizadas por intermédio do ambiente virtual de aprendizagem e por telefone.

No contexto da educação a distância, existem diferentes modelos de ensino que buscam atender às necessidades pedagógicas e organizacionais específicas, seja colaborativo ou autoinstrucional (MORAN, 2002).

Os modelos autoinstrucionais são elaborados através da concepção do aprendizado autônomo do aluno. Nesses cursos, não existe a figura do professor ou do tutor para auxiliar o aluno, e todo o conteúdo se encontra pedagogicamente estruturado. Existe um percurso pedagógico bem definido e, normalmente, fixo, pouco variável, e o participante acessa os materiais de acordo com o seu ritmo de aprendizagem e a sua disponibilidade tempo e recurso.

No modelo de tele aula os alunos se reúnem em salas (em um polo da instituição de ensino) uma ou duas vezes na semana para videoaulas síncronas com o professor. Existe a entrega de material didático e atividades impressas ou em formato digital, e a interação entre professor da disciplina e alunos acontece por intermédio de perguntas e respostas durante as videoaulas. Além disso, os participantes possuem acompanhamento de professores tutores presenciais e a distância para acompanhamento pedagógico e realização das atividades.

O modelo Web é focado na disponibilização dos materiais didáticos pela internet, CD ou DVD (podendo também estar disponível em formato impresso). Ambientes virtuais de aprendizagem (como Moodle, BlackBoard e outros) realizam a mediação entre os atores e atrizes do ensino e aprendizagem, sendo utilizada a webconferência para interação e orientação. Esse modelo pode ser separado em duas vertentes: virtual e semipresencial. Na virtual, os alunos recebem orientações a distância pela internet ou por telefone. Não existem polos para o apoio presencial, os alunos se reportam diretamente ao professor ou tutor e os encontros presenciais são apenas para realização de avaliações. Na vertente semipresencial existe um polo presencial com laboratórios de informática próximos a residência do aluno, assim como tutores a distância e presencial (no polo) para dúvidas e orientações. As avaliações normalmente são realizadas presencialmente.

O último modelo citado por Moran (2002) é o de videoaula, em que o foco se destina à produção e reprodução de materiais audiovisuais assíncronos e impressos. Esse modelo se separa em dois tipos: tele salas, em que os alunos comparecem a um polo uma ou várias vezes por semana, para a realização de atividades da disciplina e exibição de vídeos, sob a supervisão de um tutor; e as videoaulas, nas quais os alunos acessam as videoaulas pela internet, CD ou DVD, em casa ou no trabalho, e entregam as atividades e trabalhos pelo ambiente virtual de aprendizagem. O polo serve apenas como um local para realização de provas.

O curso de engenharia de produção a distância do CEDERJ se enquadra no modelo Web, na vertente semipresencial, em que os alunos possuem um polo físico para a realização das provas, tutorias presenciais, recebimento de materiais, aulas de experimentos de física e acompanhamento pedagógico e acadêmico. Porém, no momento do desenvolvimento da presente dissertação de mestrado, devido a pandemia da COVID-19, todas as atividades presenciais foram canceladas todas as atividades presenciais e migradas para o virtual. Dessa forma, o modelo adotado para a EaD para esse período foi o Web, em sua vertente virtual sem as realizações presenciais de provas, que foram também realizadas de forma virtual.

Os cursos de engenharia, e, conseqüentemente o curso de engenharia de produção, encontram-se regulamentados pela Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996 que estabeleceu as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB).

Além da LDB, o Conselho Nacional de Educação (CNE) e o Ministério da Educação instituíram as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia por intermédio da Resolução CNE/CES nº 2/2019 e pelo Parecer CNE/CES nº 948/2019 com o auxílio e influências de instituições de ensino superior privadas e públicas.

De forma geral, a formação dos engenheiros se baseia numa formação tecnológica e humanística que também é ressaltada pela LDB em seu capítulo IV, que dispõe oito diferentes finalidades para a educação superior brasileira quando cita que, por exemplo, essa educação deve estimular a criação cultural, participação no desenvolvimento da sociedade brasileira, desenvolvimento da ciência e da tecnologia e da criação e difusão da cultura, divulgação de conhecimentos culturais, científicos e técnicos e assim por diante. (BRASIL, 1996).

4.2 O ensino de física na engenharia do CEDERJ

Os cursos de engenharia, e conseqüentemente o curso de engenharia de produção, encontram-se regulamentados pela Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996 que estabeleceu as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Além da LDB, o Conselho Nacional de Educação (CNE) e o Ministério da Educação (MEC) instituíram as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia por intermédio da Resolução CNE/CES nº 2/2019 e pelo Parecer CNE/CES nº 948/2019 com o auxílio e influências de instituições de ensino superior privadas e públicas.

Por isso, o ensino de engenharia, assim como o ensino de física, deve ser pautado tanto sob uma perspectiva humanística como tecnológica, visando à formação do futuro engenheiro, direcionada às necessidades e anseios do mercado de trabalho, sem perder o foco na formação cidadã. Neste estudo, entende-se que uma forma de potencializar e complementar a formação tecnológica e humanística do profissional de engenharia pode estar relacionada com a utilização de uma estratégia de ensino que utilize episódios da história durante o processo educacional. Nesse sentido, as pirâmides milenares egípcias, principal edificação de interesse para a elaboração deste trabalho, manifesta-se como objeto de estudo para apresentar

diferentes interpretações de fenômenos físicos com a intenção de fomentar a crítica e reflexão acerca de um determinado problema envolvendo engenharia. Por intermédio da utilização das construções das pirâmides egípcias é possível apresentar aos futuros engenheiros um problema real de engenharia que foi enfrentado e solucionado por uma sociedade milenar, utilizando técnicas daquele determinado tempo histórico que podem ser explicadas através do olhar da física contemporânea. Nessa perspectiva, nos aproximamos das palavras de Moreira (2021), que apresenta como erro o início do ensino de física com níveis de abstrações e complexidade acima das capacidades cognitivas estudantis. O autor destaca que no ensino superior, especificamente nos cursos de engenharia, o mesmo fenômeno pode ser observado.

Isso ocorre também no ensino superior nas disciplinas de Física Geral. Nas Engenharias, por exemplo, a Física é ensinada sem usar situações da Engenharia. Um erro didático que leva os estudantes, futuros engenheiros, a estudarem Física apenas para “passar”, para verem-se livres das disciplinas de Física Geral. Um verdadeiro absurdo. (MOREIRA, 2021, p.2)

A engenharia é alicerçada nos conceitos da Física, e, como requisito para conclusão, os estudantes dessa formação de nível superior cursam uma série de disciplinas que podem abranger desde a mecânica newtoniana até a física moderna. É a partir dos conceitos introduzidos nessas matérias iniciais de Física Geral que, por exemplo, é constituída uma base teórica para frequentar e interpretar disciplinas como mecânica geral, resistência dos materiais, mecânica dos solos, estruturas de concreto armado, aço e madeira, estruturas protendidas, entre outros.

No curso de engenharia de produção do CEDERJ, planejado e organizado pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET) e pela Universidade Federal Fluminense (UFF), não é diferente. O aluno que deseja cursar as disciplinas de mecânica geral e resistência dos materiais precisa, obrigatoriamente, realizar ou solicitar aproveitamento de estudos² para as disciplinas de Física Geral, que possuam como ementa curricular tópicos de física como, por exemplo, cinemática, dinâmica da partícula, energia e transferência de energia, gravitação, hidrostática e eletromagnetismo. Diante disso, a física não está apenas inserida em um ou dois períodos do curso de engenharia de produção, mas permeia o currículo

² Casos em que o aluno pede dispensa da disciplina por ter concluído matéria com a ementa semelhante em outro curso de nível superior

da engenharia do CEDERJ constantemente ao longo de todo o processo de formação, tornando-a uma ciência imprescindível para a capacitação, qualificação profissional e cidadã do engenheiro.

A aproximação entre essas áreas sempre foi apreciada pela área de física, onde o aprendizado de física serve tanto para as métricas da engenharia assim como constituindo-se como um direito a todo e qualquer cidadão. Faz parte do nosso trabalho como professores de física e/ou engenharia promover uma pedagogia libertadora que possui o dever de resgatar as pessoas do senso comum, das interpretações ingênuas e do conformismo acrítico (MOREIRA, 2018)

4.3 A força de atrito na didática da física

A força de atrito é um conceito que é ensinado, normalmente, no primeiro ano do ensino médio nas escolas de ensino básico e está amplamente presente em nossa realidade, desde exemplos de nosso cotidiano, como escrever em um papel com um lápis ou até mesmo no lançamento de foguetes ao espaço. Nas engenharias podemos citar exemplos na área civil quando projetamos e calculamos fundações profundas como as estacas, em que o atrito lateral entre a estrutura e o solo é a base da sustentação de uma edificação. Na engenharia de produção o conceito pode ser aplicado para calcular o trabalho da força de atrito no transporte de cargas em movimento, e na engenharia mecânica para a projeção de automóveis e motores entre outras várias aplicações distintas.

Segundo Halliday, Resnick e Jearl (2012, p. 123) “a força de atrito é, na verdade, a soma vetorial de muitas forças que agem entre os átomos da superfície de um corpo e os átomos da superfície do outro corpo”. Tipler e Mosca (2017, p.126) citam que “o atrito é um fenômeno complexo, não totalmente compreendido, que surge da atração entre as moléculas de duas superfícies de contato”. Sendo assim, sempre que há contato entre duas superfícies, independentemente dos estados físicos da matéria, existirá a força de atrito entre elas. O módulo da força de atrito pode ser calculado através do produto entre a força normal de contato e o coeficiente de atrito, sendo esse último classificado como estático ou cinético. Tipler e Mosca (2017, p. 127) diferenciam o atrito estático e cinético: “o atrito estático é a força de atrito que atua quando não existe deslizamento entre as duas superfícies de contato” enquanto

o atrito cinético é aquele que atua sobre uma superfície em movimento em relação a outra.

Há também o caso do atrito de rolamento como um dos tópicos importantes abordados sobre o tema, sendo este relacionado a objetos que rolam sem deslizamento. Porém, como este atrito é pouco citado nos materiais e cursos de engenharias nacionais, nosso foco estará direcionado ao atrito cinético sem rolamento. (TIPLER e MOSCA, 2017)

Para Nussenzveig (2013, p. 117), “as forças responsáveis pelo atrito são as forças interatômicas atuando nas regiões em que as duas superfícies estão em contato.” Além disso, o autor realiza uma comparação entre as áreas de contato entre dois materiais distintos, segundo a qual:

Nas áreas de contato, formam-se pequenas “soldas” em que os dois materiais aderem um ao outro mais ou menos fortemente, dependendo da presença de impurezas, devido às forças interatômicas. O atrito resulta da necessidade de quebrar estas “soldas”. É essencial notar que o processo de ruptura de uma “solda” gera excitações locais, sob forma de vibrações que se propagam nos materiais como ondas sonoras. Este processo dissipa energia mecânica, gerando calor, ou seja, há um aquecimento local. É bem conhecido que o atrito produz um aquecimento das superfícies em contato.

Com isso, as forças de atrito, em geral, possuem caráter dissipativo, ou seja, a energia mecânica de um movimento é convertida em calor, aquecendo as superfícies que estão em contato. No exemplo abordado nesta dissertação, não consideramos a dissipação de energia mecânica que resulta na geração de calor pela 'quebra das soldas' entre as superfícies dos materiais. Esta decisão se fundamenta no fato de que os conceitos físicos relacionados à dissipação de energia mecânica ou calor não são o foco conceitual deste trabalho. No entanto, esses aspectos podem ser explorados em pesquisas futuras.

Tratando, especificamente sobre o atrito cinético, do nosso exemplo dos carregamentos dos blocos, especificamente sobre o atrito cinético, que consiste no deslocamento contínuo de um objeto por uma superfície, o contato entre os blocos de pedra e a areia não acontece, necessariamente, diretamente entre superfícies secas, mas também entre superfícies com uma camada de fluido entre elas, que, nesse caso, é a água. Sendo assim, a situação se torna muito diferente, conforme cita Nussenzveig

(2013, p. 118), e não podemos deixar de considerar o que o autor chama de “atrito interno”. Nele, para baixas velocidades, no caso dos carregamentos dos blocos de pedra, a resistência ao deslocamento, depende da viscosidade do fluido, sendo proporcional à velocidade e oposta ao movimento através do fluido. Para altas velocidades, caso em que o carregamento dos blocos de pedra não está inserido, deve-se considerar a turbulência no fluido. Entretanto, o “atrito interno” não foi explorado nas disciplinas de mecânica ou resistência de materiais do curso de engenharia de produção do CEDERJ nos anos de 2020 a 2022 (anos de aplicação do questionário citado nesta dissertação) e, dessa forma, também será desconsiderado para a realização da atividade desta dissertação. (NUSSENZVEIG, 2013).

4.4 Episódios históricos como conhecimento para o ensino de física com aspectos decoloniais

O episódio histórico e conhecimentos produzidos ao longo da antiga civilização egípcia podem servir de objetos de análises para produção de conhecimentos científicos, conforme demonstra o trabalho de Fall *et al* (2014), que disserta sobre a variação das intensidades dos coeficientes de atrito em diferentes tipos de areias (granulometria, formato dos grãos e locais de disposição) secas e molhadas para o carregamento de blocos para construção das pirâmides do Egito. Esses pesquisadores, por intermédio de experimentos laboratoriais, coleta e análise de dados e investigações, buscaram reproduzir condições semelhantes às encontradas durante o período da civilização egípcia antiga em laboratórios contemporâneos, com o intuito de encontrar explicações científicas para a utilização de determinadas práticas e técnicas milenares nas construções das pirâmides, tendo como alicerce teórico a ciência contemporânea.

Sendo assim, a partir da seleção de um determinado conhecimento técnico e/ou prático produzido por estas civilizações antigas, estamos propondo um material/produto que articula esses conhecimentos no ensino de ciências e física tendo como ponto de partida episódios históricos, na tentativa de escapar do ensino baseado na matematização, abstração tão afastado da concretude necessária à engenharia.

Analisando o episódio Dispositivos Secretos do programa Alienígenas do Passado, uma série norte americana produzida pela emissora *History Channel* – Gonçalves (2019) destaca diversos questionamentos dos narradores do programa sobre a capacidade de criação de conhecimentos ou saberes próprios de civilizações antigas, majoritariamente africanas, relacionando-as com seres de outros planetas. Essa forma de apresentar, pelo programa americano, leva a uma desqualificação dos saberes das antigas civilizações. Quijano (2005) chama atenção para questões como essa indicando que se trata de fenômeno explicado pelo conceito de “colonialidade de poder”. Para o pesquisador, esse conceito é uma possível explicação para a estrutura de dominação e repressão que submeteu a América Latina, a África e a Ásia, imposta pelo colonizador, ou seja, a Europa. Castro-Gómez (2005, p. 83) cita que para Quijano:

(...) a espoliação colonial é legitimada por um imaginário que estabelece diferenças incomensuráveis entre o colonizador e o colonizado. As noções de “raça” e de “cultura” operam aqui como um dispositivo taxonômico que gera identidades opostas. O colonizado aparece assim como o “outro da razão”, o que justifica o exercício de um poder disciplinar por parte do colonizador. A maldade, a barbárie e a incontinência são marcas “identitárias” do colonizado, enquanto a bondade, a civilização e a racionalidade são próprias do colonizador. Ambas as identidades se encontram em relação de exterioridade e se excluem mutuamente. A comunicação entre elas não pode dar-se no âmbito da cultura -pois seus códigos são impenetráveis- mas no âmbito da Realpolitik ditada pelo poder colonial. Uma política “justa” será aquela que, mediante a implementação de mecanismos jurídicos e disciplinares, tente civilizar o colonizado através de sua completa ocidentalização.

A “colonialidade de poder” trata de um conceito segundo o qual o colonizador invade, impõe e reafirma o seu próprio imaginário pelo detrimento e destruição do imaginário do outro, reprimindo suas produções de conhecimento, saberes, cultura, história e epistemologias. Com isso, conforme destaca Oliveira (2016, p. 8) acontece a “naturalização do imaginário do invasor europeu, a subalternização epistêmica do outro não europeu e a própria negação e esquecimento de processos históricos não europeus”. O autor afirma que o eurocentrismo não é uma perspectiva cognitiva somente da Europa, como também de todos aqueles educados na ótica de sua hegemonia.

Contra esse pensamento epistêmico hegemônico colonialista, Santos e Meneses (2009) propõem uma alternativa, chamada por Epistemologias do Sul,

formulações epistemológicas que têm por objetivo denunciar a supressão dos saberes pela epistemologia dominante e hegemônica, de forma que se valorizem os saberes e as reflexões produzidas ao longo dos séculos e promover condições de diálogos horizontais entre conhecimentos.

O eurocentrismo invade a escola pelo ensino, e o ensino de ciências não escapa a esse fenômeno, minimizando conhecimentos, comportamentos e valores produzidos fora da Europa. Assim sendo, consideramos o ensino como atividade fundamental para o processo de decolonização de uma sociedade que vive sob intensa colonialidade. A implementação de práticas educacionais, nesse contexto, tem por objetivo fomentar a reflexão pelo aluno acerca de outras realidades, tais como o das civilizações antigas e suas produções de conhecimento, assim como reduzir a repressão epistêmica hegemônica.

5 METODOLOGIA

A presente pesquisa é considerada qualitativa pois “trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis” (MINAYO, 2001, p. 14).

Portanto, ao investigar a minha prática docente, o papel exercido é o de professor e pesquisador, onde o que se observa não é realizado como um usuário de conhecimento produzido por inúmeros outros pesquisadores, mas a produção de conhecimentos acerca da própria realidade, de problemas próprios, buscando sempre a ampliação no aspecto do ensino. Mantendo-me aberto às novas ideias e estratégias, a diferença entre o professor e o pesquisador é justamente o compromisso em refletir a própria prática, sempre com o intuito de desenvolver aspectos críticos para a superação das deficiências percebidas (BERTONI-RICARDO, 2008)

Para a análise das respostas do questionário utilizamos a análise de livre interpretação (ALI) a partir de Anjos, Rôças e Pereira (2019), mais especificamente a análise de respostas a questões abertas do questionário após a realização das atividades. A análise foi feita em diferentes fases, sendo elas a leitura e a exploração do material, o tratamento dos dados, a inferência e a interpretação dos resultados.

Para isso, organizou-se a análise do conteúdo dos questionários, conforme metodologia da ALI. Por meio da ALI, estabeleceu-se quatro polos cronológicos: uma primeira análise para a exploração do material e posteriormente o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação das respostas.

A partir da leitura das respostas submetidas pelos alunos às perguntas discursivas do questionário procuramos conhecer e estabelecer contato com o que foi escrito. Com isso, percebeu-se que, por exemplo, o termo “compactação do solo” se repetia constantemente, assim como a utilização de experiências próprias como fonte de argumentação dos alunos para solucionar o problema exposto na atividade.

Em sequência, foram identificadas as possíveis relações entre o problema apresentado para os alunos (o do carregamento dos blocos de pedra para a

construção das pirâmides) e as relações com o conhecimento da Física contemporânea.

A partir dessas etapas, utilizou-se as repetições como fundamento para elaborar a categorização das respostas obtidas, para análise das temáticas. Dessa forma, as respostas dos alunos formaram um conjunto de três categorias, apresentadas no sexto capítulo, de resultado e discussão. Além disso, preparou-se a apresentação das categorias em três quadros padronizados (Quadros 3, 4 e 5) com todas as respostas obtidas do questionário aplicado aos alunos.

Com os dados organizados e explorados, iniciou-se a última etapa da análise, incluindo a etapa de tratamento e interpretação dos resultados a partir da categorização das respostas.

5.1 O curso de Engenharia de Produção do CEDERJ e os participantes da pesquisa

O curso de engenharia de produção do CEDERJ é ministrado pelas instituições CEFET e pela UFF (cada universidade produz uma parte das disciplinas do curso, sendo as disciplinas de mecânica geral e resistência dos materiais, na época de aplicação do questionário, responsabilidades do CEFET) e é idealizado e realizado na modalidade de educação a distância com a utilização prioritária do modelo Web, em sua vertente semipresencial. Os alunos possuem todos os materiais disponíveis (seja de texto ou audiovisual) em um ambiente virtual de aprendizagem (programa Moodle) estruturado em aulas semanais. Durante o período de aulas, é liberado semanalmente uma nova aula contendo o texto obrigatório da disciplina. O aluno conta com um polo (de preferência, o local da instituição de ensino mais próximo da residência do aluno), onde ele realiza as avaliações e as atividades de tutorias presenciais e possui tutorias a distância completamente virtuais. Normalmente, as avaliações são realizadas por intermédio de duas provas presenciais (uma no meio do período e outra ao final) e duas atividades avaliativas virtuais ao longo do semestre, também distribuídas em períodos de tempo semelhantes às avaliações.

O curso de engenharia de produção do CEDERJ foi conduzido seguindo essa estrutura até o quinto período (a engenharia de produção possui um total de dez

períodos) no recorte de tempo em que o questionário elaborado e utilizado nesta dissertação foi disponibilizado para os discentes do curso de graduação EaD.

A atividade didática assíncrona (questionário utilizado para captação das respostas analisadas nesta dissertação) foi disponibilizada para os alunos com matrícula ativa do curso de Engenharia de Produção a distância do CEDERJ. A seleção dos alunos para responder às atividades da sequência didática procurou considerar aqueles que estavam realizando alguma disciplina sobre física, como por exemplo, Física IA, Física IB, Mecânica Geral ou Resistência dos Materiais compreendendo do primeiro ao quarto período do curso. No entanto, apenas alunos que estavam cursando as disciplinas de Mecânica Geral ou Resistência dos Materiais responderam ao questionário proposto.

Com isso, o recorte de discentes que responderam ao questionário indicou que todos os participantes tinham idade superior a 20 anos e haviam cursado disciplinas de física em períodos anteriores, pois Mecânica Básica era pré-requisito para Resistência dos Materiais, assim como Física IA e Física IB eram pré-requisitos para Mecânica Básica.

A disciplina de Física IA teve como principal abordagem a lei da inércia, referenciais inerciais e não inerciais, a segunda lei de Newton, a lei de ação e reação, sistemas de referência e de coordenadas, a realização de medidas indiretas, trabalho de uma força, energia cinética, teorema trabalho energia cinética, forças conservativas e dissipativas, energia potencial e mecânica, momento linear, torque e momento angular, Leis de Kepler e lei da gravitação universal de Newton. Em Física IB, o aluno do curso de engenharia de produção estudava momento linear, angular e energia mecânica, leis de conservação, centro de massa, colisões e rotações em torno de eixos fixos, corpos rígidos, as condições para rolamento sem deslizamento e aplicações concretas de distribuições de probabilidade. Para a disciplina de Mecânica Geral, estavam programados os conteúdos sobre forças no espaço e no plano, estática dos corpos rígidos em duas dimensões e três dimensões, forças distribuídas, estruturas, vigas, cabos, atrito e momento de inércia. Por fim, a disciplina de Resistência dos Materiais continha assuntos semelhantes à disciplina de Mecânica Geral, porém com abordagens mais aprofundadas e complexas.

Então, todas as respostas obtidas por meio do questionário foram de alunos que tiveram contato com diversos conceitos físicos em períodos anteriores ou durante o período de aplicação da atividade. Para os alunos que estavam cursando a disciplina de Resistência dos Materiais e participaram da atividade, o conceito de atrito era um tópico exposto na ementa da disciplina de Mecânica Geral, pré-requisito para cursar a disciplina de Resistência dos Materiais, ou seja, o aluno teve aprovação em uma disciplina que tratava sobre o conceito de atrito.,

5.2 Procedimentos metodológicos

A atividade assíncrona foi planejada para os alunos com matrícula ativa do curso de graduação de Engenharia de Produção a distância do CEDERJ, em formato de questionário (link: <https://forms.gle/otTCwzh72ESQzhct9>) por intermédio do formulário do *Google*, chamado de *Google Forms*, e não possuía caráter obrigatório, ou seja, os alunos não eram obrigados a responder ao questionário. Em cada semestre os alunos participantes da disciplina tiveram o período letivo completo para responder (aproximadamente cinco meses), estando o questionário sempre disponível para resposta em qualquer dia e horário. Ao final de cada semestre as respostas obtidas eram guardadas em uma planilha de *Excel* para evitar perdas ou problemas técnicos com o formulário do *Google* e então, o questionário era aberto novamente no período seguinte para contribuições de novos alunos das mesmas disciplinas.

Com isso, foram acumuladas 12 respostas ao longo de 3 períodos letivos (2020.1, 2020.2 e 2022.1). Todas as respostas foram aglomeradas em quadros referentes às perguntas, ou seja, cada pergunta teve um quadro próprio, como apresentado nos Quadros 3, 4 e 5. A partir dos quadros, foi realizado a análise e interpretação das respostas.

5.2.1 Questionário

O questionário é composto por uma atividade cujo título era “O transporte de pedras para a construção das pirâmides do Egito” e que busca uma breve contextualização sobre uma situação fictícia relacionando-a a um possível problema encontrado na civilização egípcia no que tange às construções das pirâmides. Sendo assim, o texto inicial abordava:

Imagine que você voltou no tempo e está no Egito Antigo.

Sua missão é selecionar a melhor solução para reduzir o esforço de trabalho realizado durante o transporte de grandes blocos de pedra que chegam a pesar 2,5 toneladas pelas areias do Egito para as construções das pirâmides.

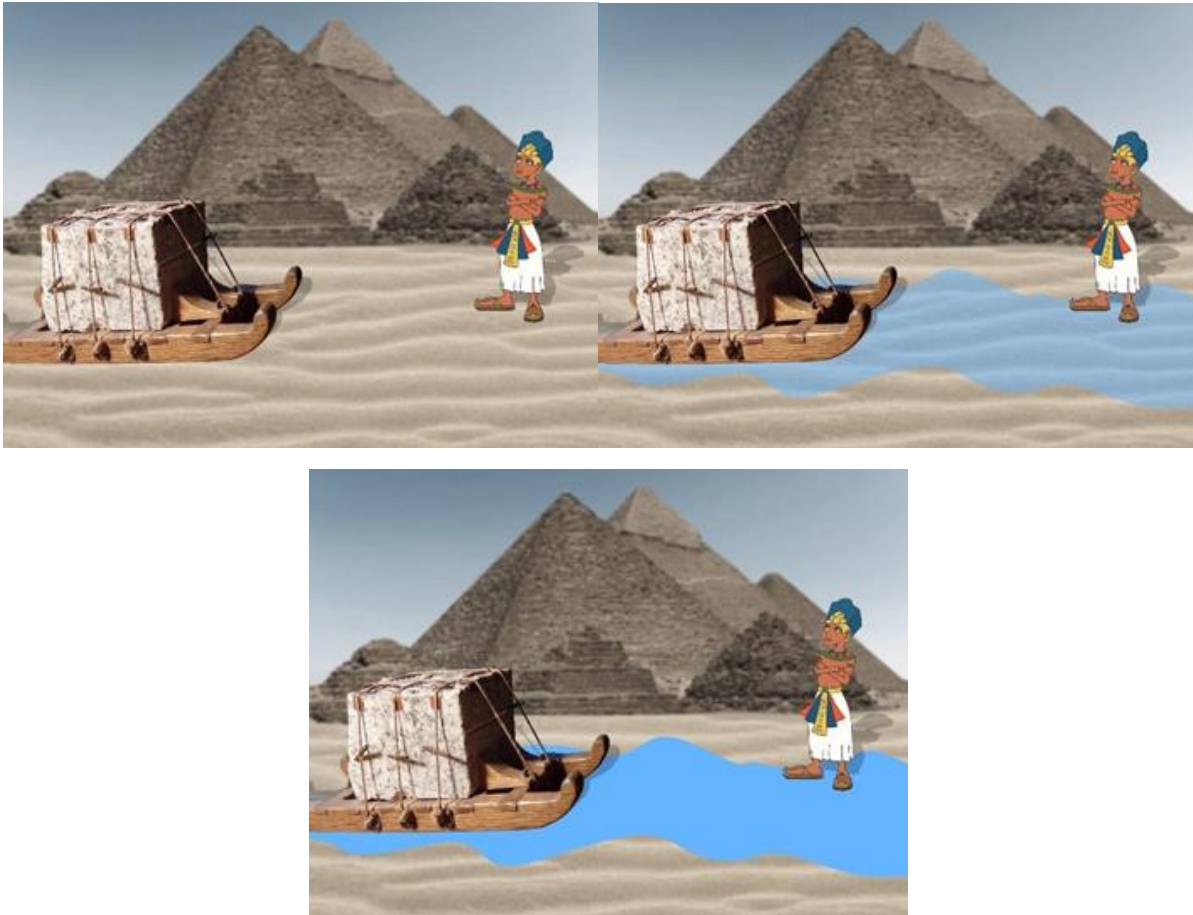
Três situações são apresentadas a seguir por intermédio das imagens 1, 2 e 3. Analise as e responda ao questionário. (Elaborado pelos autores, 2020)

Por meio de um episódio histórico, referente ao Egito Antigo e seus transportes de blocos de pedra para as construções das pirâmides, que, segundo Doberstein (2010) pesavam em média 2.000 kg (Figura 1), buscamos introduzir uma questão problema a partir de três imagens distintas.

Conforme o questionário, um conjunto de três imagens distintas (Figura 1) demonstram um faraó pensativo ao lado de um trenó de transporte de blocos de pedra para a construção das pirâmides. A única diferença entre as ilustrações está na quantidade de água despejada na areia em frente à trajetória de transporte dos blocos. A primeira imagem apresenta uma areia sem acréscimo de água, a segunda imagem demonstra pouca quantidade de água despejada na areia e a terceira imagem ilustra uma grande quantidade de água adicionada à areia (descrição das imagens foi acrescentada junto às imagens no questionário fornecido aos alunos). A partir das três imagens apresentadas no início do questionário é solicitado aos alunos a sua observação e, em sequência, a seleção e resposta de cinco perguntas sobre o transporte de blocos de pedra para a construção das pirâmides.

O questionário, então, prossegue com as duas perguntas iniciais, de múltipla escolha, em que o discente deve escolher, em seu entendimento, somente uma imagem que representa o menor esforço para transportar os blocos de pedra até o seu destino e se o acréscimo de água, em pouca quantidade (umedecer) ou em grande quantidade (encharcar), influência na redução do trabalho necessário para transportar os blocos em sua trajetória arenosa.

Figura 1 - Imagens apresentadas no início do questionário



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021

A partir do momento que o aluno seleciona as duas respostas às perguntas iniciais, solicita-se que ele responda uma sequência de três questões dissertativas sobre os motivos que o levaram a escolha da imagem e o porquê desta seleção, uma possível explicação para esse menor trabalho no transporte dos blocos pela imagem selecionada em comparação com as imagens que não foram selecionadas e, se existe uma relação entre o exemplo dos egípcios com seus transportes de blocos de pedra com o conhecimento científico contemporâneo.

A última pergunta discursiva citada anteriormente busca identificar se os discentes de um curso de engenharia de produção na modalidade EaD visualizam uma forma de relacionar o problema do carregamento dos blocos para a construção das pirâmides enfrentado por tal civilização milenar com um conhecimento científico contemporâneo, ou seja, um conhecimento aceito e validado pela comunidade científica e associado a um livro ou material didático distribuído pela instituição de ensino superior. Como o público-alvo para a aplicação do questionário são alunos que estão realizando uma disciplina do terceiro período, espera-se que relacionem o

problema com teorias da própria engenharia ou da Física, visto que essa área do conhecimento é o alicerce teórico para diversos problemas enfrentados por engenheiros.

Ao final do questionário, é solicitado ao aluno que respondesse às duas últimas perguntas curtas. A penúltima pergunta sobre o período que o discente estava cursando no momento de aplicação do questionário obteve como resposta 1 aluno para o primeiro período, 3 no segundo período, 3 no terceiro período, 3 no quarto período, 1 no quinto período e 1 no sétimo período de graduação. A última pergunta procurou identificar as disciplinas cursadas pelo discente que possuem relação direta com a Física, em que 6 alunos realizaram pelo menos uma disciplina sobre física e 6 alunos cursaram duas ou mais disciplinas sobre física.

Portanto, o objetivo pedagógico das atividades incluídas no questionário são as possíveis relações entre uma situação problema encontrada durante o período da construção das pirâmides e o carregamento dos blocos de pedra por trenós de madeira sobre a areia até o local de construção de forma a relacioná-los aos conhecimentos da Física.

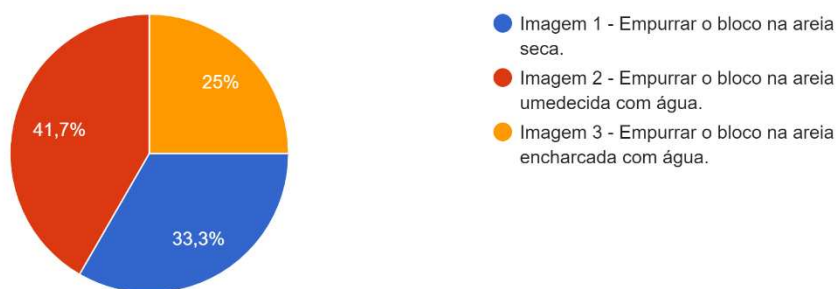
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstrados nesta dissertação são apresentados em duas partes, a primeira fazendo uma discussão da percentagem das respostas dos discentes em relação às respostas que demandam apenas assinalar opções sugeridas, e uma segunda parte por meio da análise do conteúdo das mensagens das respostas discursivas dadas.

Em relação às imagens, a maioria dos discentes (5 alunos) da engenharia de produção do CEDERJ que responderam ao questionário escolheram, para a primeira atividade, a segunda imagem da Figura 1 como a opção que melhor representa o menor esforço de trabalho para transportar as pedras para construção das pirâmides. 4 alunos responderam a primeira imagem (representação de empurrar o bloco na areia seca) e, por último, 3 alunos responderam a terceira imagem (transportar o bloco de pedra na areia encharcada) como a forma ideal de transportar os blocos. Na Figura 2 apresentamos o gráfico das respostas.

Figura 2 - Dados da primeira seleção do questionário

a) Para você, qual das imagens anteriores representa o menor esforço de trabalho para transportar as pedras?
12 respostas



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022

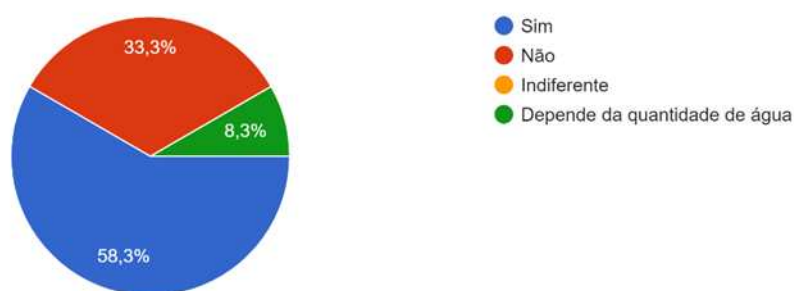
Para a segunda seleção do questionário (Figura 3), os alunos responderam, majoritariamente (7 alunos), que o acréscimo de água reduz o esforço de trabalho realizado para transportar as pedras. Essa resposta está em coerência com a seleção anterior, onde a maioria dos discentes selecionou que o transporte de pedras com acréscimo de água reduz o esforço de trabalho para essa atividade. 4 alunos selecionaram a opção negativa, afirmando que o acréscimo de água não reduz tal

esforço e apenas um aluno respondeu que depende da quantidade de água inserida na areia. As escolhas coadunam com o trabalho de Fall *et al* (2014) e Lienfferink *et al* (2020), que demonstram que o acréscimo de água em material granular como a areia reduz o coeficiente de atrito entre o trenó que carrega o bloco de pedra e a composição areia-água, porém essa inserção de água na areia em frente a trajetória do bloco não pode ser exagerada, como demonstram as mesmas pesquisas, pois, a partir de uma determinada quantidade de água, o aglomerado de materiais aumenta o coeficiente de atrito, elevando também a força de atrito para puxar o bloco e o esforço de trabalho dos envolvidos na atividade.

Figura 3 - Dados da segunda seleção do questionário

b) Para você, o acréscimo de água na areia reduz o esforço de trabalho realizado para transportar as pedras?

12 respostas



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022

Após as seleções, os alunos responderam de forma dissertativa às próximas três perguntas, e analisamos as respostas de forma a buscar evidências do porquê das escolhas anteriores, requisitando que cada discente explicasse os motivos que o conduziram às seleções.

Na primeira pergunta, dentre os que responderam há os que realmente não tinham noção de que o problema se relaciona ao atrito pelo fato de citarem o peso, a flutuação por causa do nível da água, a compactação do solo, e a densidade dos corpos. Poucos citaram o atrito.

A seguir apresentamos as respostas explicativas dos alunos (referenciados com a letra "A" seguido de um número nos quadros a seguir) nas quais relacionam os motivos que os conduziram a selecionar as imagens (1,2 ou 3). Organizamos as respostas de acordo com as seguintes categorias: (i) a redução da força de atrito pelo

acréscimo de água, (ii) a compactação do solo, (iii) outros conceitos físicos e, (iv) as relações que eles estabeleceram com sua rotina de vida.

Quadro 3 - Respostas dos alunos à seleção das imagens do questionário.

Qual ou quais motivos te levaram a selecionar a imagem anterior? Por quê?	
A1	Jogos de futebol de areia e vôlei de praia. Antes dos jogos, o pessoal do apoio umedece as quadras de areia para facilitar o jogo, além de diminuir o calor para os jogadores.
A2	Com a água facilita empurrar o peso, pois irá flutuar e ficará mais leve.
A3	Escolhi a areia seca, pois a areia molhada poderia causar o atolamento da bloco por não comportar o peso.
A4	por que, por experiência própria, arrastar objetos em areia olhada faz mais esforço.
A5	Pois, eu acredito que o coeficiente de atrito seja menor com ela seco do que molhada.
A6	Por que caminhar em areia molhada é mais fácil do quê em areia seca
A7	Devido que o bloco de pedra será transportado mais rápido em uma área umidecida do que uma seca.
A8	Diminui o atrito
A9	A areia umedecida tornará o solo mais compacto, diminuindo o contato do esqui com o solo, melhorando o deslizamento
A 10	Numa praia por exemplo ao caminhar ou correr é mais fácil na areia úmida, já q afundo menos, ficando mais compacta. Na areia seca faço mais esforço e me canso mais e na areia encharcada eu afundo.
A11	Na minha opinião, a areia seca vai facilitar o deslizamento dos blocos de pedra.
A12	Elevando o nível de água na areia, talvez vc consiga se locomover melhor.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023

Na categoria redução do atrito, observa-se que a palavra atrito aparece duas vezes, o que também não necessariamente demonstra um entendimento deste conceito, tal como é o caso da resposta A5 que de certa forma cita a redução do coeficiente de atrito na areia seca em relação com a areia molhada, como algo guardado na memória, seja por experiência própria ou ensinamentos em sala de aula.

Quanto à compactação do solo (A9), há uma relação direta entre o deslizamento e a compactação do solo e área de contato (“esqui”). A resposta tem uma explicação correta, mas não explicita o atrito. Como a areia é um material granular de diferentes dimensões, sem a presença de água, o ar preenche a maior parte dos vãos entre os grãos. A partir do momento que a água é inserida na areia, parte desses vãos, antes ocupado pelo ar, passa a ser preenchido por água que “cria pontes de capilaridade” que reduzem o coeficiente de atrito entre as superfícies, limitado a uma certa quantidade de água ideal (Tradução nossa. Fall *et al.*, 2014, p.

3). Dessa forma, o solo se torna mais compacto e coeso, facilitando o movimento dos blocos de pedra

Embora a maioria dos alunos tenham escolhido a imagem 2 onde a quantidade de água é mediana, as respostas que deram nem sempre nos levam a crer que entenderam o problema na sua totalidade. Por exemplo, a resposta A7 fala de rapidez na areia umedecida, mas não explica o porquê, não utiliza termos científicos e nem responde com ideias do cotidiano. A resposta A1 embora também não tenha respondido por meio de um conceito da ciência, tal qual o de atrito, ele mostra que compreende o fenômeno pelo fato de os jogadores de praia jogarem melhor com a areia umedecida. Mas também não esclarece o porquê o umedecido é melhor para deslizar a pedra. Há ainda os que respondem ao contrário do que ocorre na realidade tal qual o A11 que admite que o deslizamento aumenta com a areia seca.

Mostra-se nessa primeira pergunta que foi possível identificar que mesmo com as disciplinas de física geral que realizaram antes da disciplina de engenharia de produção, essas ainda foram insuficientes em subsídios cognitivos para que esses alunos respondessem claramente que se tratava de um problema de atrito. Esse fato é corroborado quando eles recorrem às suas próprias experiências cotidianas e tentam realizar uma correspondência delas com o fenômeno do atrito.

Portanto podemos perceber que mesmo que tenham escolhido mais a Imagem 2, isso não garante que tenham entendido de fato o fenômeno físico envolvido no transporte das pedras no antigo Egito.

Para a segunda pergunta, é solicitado que expliquem, a partir da imagem selecionada, porque o esforço de trabalho é menor em comparação às outras imagens não selecionadas. Novamente obtivemos respostas no sentido que a água reduziria o coeficiente de atrito entre os materiais (exemplo, relações entre areia fofa e molhada) e novamente experiências cotidianas dos alunos influenciaram nas respostas. As respostas podem ser visualizadas no Quadro 4.

Mais uma vez observamos que houve um quantitativo de respostas sem muita argumentação científica, mas há uma manutenção de coerência entre as respostas anteriores do Quadro 4. Por exemplo o A12, não fala em flutuação na resposta anterior (remete-se ao aumento do nível da água) mas nesta pergunta sobre esforço de

trabalho ele argumenta utilizando a ideia de que a flutuação é que faz pedra deslizar melhor, o que faz pensar que ele considera que a água misturada na areia leva o bloco de pedra deslizar melhor porque flutua. Esse não é um problema de flutuação, em que remete a ideia de que o trenó e o bloco de pedra estavam se locomovendo inteiramente submerso em um líquido, mas de redução do coeficiente de atrito entre as superfícies do trenó e o aglomerado areia-água por meio do acréscimo de água na areia. Ainda assim, a flutuação possui relação com a densidade, volume de líquido deslocado, entre outros conceitos que também não foram citados na resposta.

Quadro 4 - Respostas dos alunos à segunda pergunta do questionário.

Como você explicaria um menor esforço de trabalho no transporte dos blocos de pedra pela imagem selecionada em comparação com as outras imagens que não foram selecionadas?	
A1	Umedecida, a areia ficará mais compacta permitindo um deslizamento maior
A2	Sem muita água na areia dificulta empurrar o bloco, devido o seu peso.
A3	Pois a areia seca é menos densa do que a molhada, e por isso permite um melhor deslizamento.
A4	por que areia molhada cria mais atrito
A5	Eu acredito que com a areia molhada, não a ponto de fazer um rio, cria uma lama que impede o deslocamento do bloco.
A6	A areia seca é mais "fofa", logo o bloco tenderia a afundar devido ao seu peso. Na areia molhada o bloco não afundaria tanto
A7	A água faz a areia ficar fofa, e melhor para arrastar sobre ela, além de ser mais rápido, torna também para o homem que a puxar uma tarefa menos desgastante.
A8	só areia = maior atrito e encharcada com água = a água em excesso poderia atrapalhar
A9	No solo encharcado, o bloco afundaria, pois o chão ficaria mole demais. O peso do bloco seria maior do que a reação do solo sobre ele. Estando o solo úmido, facilitaria o deslocamento do esqui e a reação do solo equilibraria a força peso
A10	Com a presença de água a areia ficou mais compacta reduzindo o atrito.
A11	Na minha opinião, a areia seca vai facilitar o deslizamento dos blocos de pedra. Teria um atrito maior talvez. Penso que a areia molhada vai dificultar pois o bloco pode atolar numa espécie de lama.
A12	A água faria o bloco de pedra flutuar

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023

No caso da resposta A1 que anteriormente tinha se referido ao esporte na areia, a sua resposta à pergunta do Quadro 4 também deixa mais claro que o problema não está relacionado ao atrito e sim a compactação do solo.

No caso do A8, que anteriormente tinha respondido apenas atrito, observa-se um crescimento do conteúdo na sua resposta, quando menciona o esforço de

trabalho, explicando o porquê da Imagem 2 pela eliminação das outras duas imagens dispostas no questionário.

O A4 não havia mencionado o atrito na resposta do Quadro 4 no qual ele começa com uma visão do cotidiano no qual a água aumenta a dificuldade de movimentação, e quando vai explicar o esforço necessário para realizar trabalho, incluir o conceito de atrito e o faz de forma equivocada, por considerar que água aumenta o atrito.

O A6 embora refira-se à explicação pelo peso, a resposta não explica o desafio científico enfrentado pelos egípcios. A força peso como uma expressão matemática da massa do objeto multiplicado pela aceleração da gravidade, possui o mesmo resultado numérico em todas as situações da figura 1, ou seja, não há alteração significativa na quantidade de massa dos objetos (trenó e bloco de pedra) e o local possui as mesmas características físicas. A explicação para a atividade reside unicamente na redução da força de atrito por intermédio da redução do coeficiente de atrito, a força peso permanece constante.

A terceira pergunta sobre o episódio da movimentação dos blocos tem como intenção uma resposta científica para o problema do transporte dos blocos de pedra. Nesse sentido, os alunos foram incentivados a responder como seria possível relacionar a atividade proposta com o conhecimento científico. O Quadro 5 demonstra as respostas de todos os alunos que participaram do questionário.

Obtivemos como resposta a gravidade, densidade, método científico, experiências com testes e o atrito entre as superfícies dos materiais.

Os dados demonstram que os alunos, majoritariamente, compreendem, seja por experiências próprias cotidianas ou por aprendizados teóricos escolares, que o acréscimo de água em um material granular facilita o transporte de outro material (pedra-bloco) em sua superfície. Porém, as respostas obtidas também demonstram incerteza quanto à explicação do fenômeno físico que permeia o problema encontrado pelos egípcios. Por exemplo, no Quadro 4, resposta A5 “Pois, eu acredito que o coeficiente de atrito seja menor com ela seco do que molhada.” e A12 “Elevando o nível de água na areia, talvez você consiga se locomover melhor”.

Quadro 5 - Respostas dos alunos à terceira pergunta do questionário.

Como você relaciona o exemplo do transporte dos blocos das pirâmides com o conhecimento científico?	
A1	Pesquisa, elaboração de hipóteses e testes.
A2	Se relaciona com a gravidade.
A3	Por conta da densidade
A4	por que possibilita uma forma de conhecimento coletivo passado p/ próx gerações
A5	Em relação a física estaríamos falando de inércia, aceleração, forças, massa e principalmente sobre o coeficiente de atrito do solo.
A6	Com o atrito. A areia molhada pode reduzir o atrito entre o bloco e a areia
A7	Como uma base de trabalho tanto teórico e prático da época.
A8	hipótese e experimento
A9	A observação/análise, elaboração de hipóteses e as conclusões do experimento são umas das bases do conhecimento científico.
A10	Neste caso acredito que a experiência pesou mais que o conhecimento científico
A11	Relações erro e acerto, testagem, método.
A12	Seria pq a água normalmente eleva faz boiar coisas alguns tipos de materiais, e ficaria mas fácil para deslizar

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023

Nota-se que as respostas à terceira pergunta relacionam experimentos e testes sobre o problema e contribuem para obter uma solução para a questão do deslocamento dos blocos. E esses problemas podem ter igualmente ocorrido, com os homens que construíram as pirâmides, considerando a época de sua construção, o conhecimento prático cotidiano associado à técnica na resposta encontrada para solucionar o problema específico. Como Fall *et al* (2014) apresentam uma análise dos carregamentos dos blocos de pedra em areia molhada, a partir de uma inquietação sobre uma imagem construída, em uma das paredes internas de uma das pirâmides egípcias, a experimentação e observação cotidiana de uma determinada atividade, por um determinado período, pode ter influenciado na solução para um problema de engenharia milenar.

7 PRODUTO EDUCACIONAL

Acreditamos que o ensino de ciências, por consequência o de física deve ser pautado na desalienação, decolonização, diversidade, equidade, antirracismo, emancipação, entre outros elementos. Sendo assim, para desenvolvimento do produto educacional intitulado “Saberes milenares para o ensino da física contemporânea”³, procuramos retirar da invisibilidade e da repressão os saberes e conhecimentos produzidos ao longo dos séculos, e, amparados pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), Lei nº 10.639/2003 (BRASIL, 2003) e Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana (BRASIL, 2004). No produto educacional, no formato de uma sequência didática, propomos um conjunto de materiais e atividades *on-line* para o Ensino de Física de alunos da graduação da Engenharia de Produção, que busca por relações diferenciadas entre os conhecimentos produzidos no Egito Antigo e os conhecimentos científicos contemporâneos.

Embora a proposta de atividade desenvolvida nesta dissertação tenha como público-alvo específico os docentes que ministram aulas de física sobre o conceito de força de atrito na modalidade EaD, esse produto educacional poderá também ser utilizado por professores de física de graduação ou ensino médio que trabalham com mecânica. A ideia de uma sequência didática online visou contribuir para as aulas do curso estudado por levar em conta que uma das principais características da EaD é a distância entre os sujeitos envolvidos durante todo o processo educacional, compreendida como uma separação geoespacial entre professores, alunos, coordenadores, tutores e quaisquer outros profissionais nela inseridos. Nos encontros por intermédio de atividades síncronas, que acontecem em tempo real, os alunos participam simultaneamente, por meio de videoconferências e chats. Entretanto, pela predominância do processo educacional de forma assíncrona, pensamos em materiais, atividades e outros recursos didáticos, realizados em instantes e dias diferentes que complementassem o ensino síncrono, tal como o uso de *podcast*.

³ Acesso ao produto no link: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/870657>

As construções de civilizações antigas podem contribuir para o ensino da física para os do curso de engenharias, tendo em vista que esses monumentos são marcos da história humana. Dessa forma, pensamos em usar atividades com base na construção das pirâmides voltadas ao ensino de forças e da força de atrito, conceitos importantes nas aulas engenharia e de física.

A atividade completa desenvolvida pode ser classificada como assíncrona, pois os alunos possuíram um determinado período para desenvolvê-la (um tempo de hora escolar), não havendo a necessidade de acontecer de forma simultânea para todos os envolvidos no processo. Observamos que, cada aluno respondeu em tempos próprios diferentes, visto que o questionário ficou disponível a partir da metade do semestre da disciplina.

A sequência didática desenvolvida é classificada como uma atividade assíncrona, pois os alunos recebem a atividade e têm um determinado período para respondê-la, não havendo a necessidade de acontecer de forma simultânea para todos os envolvidos no processo. Então, cada aluno realiza seus estudos por meio de tempos próprios (ZABALA, 1998).

Assim como Zabala (1998), acreditamos que a utilização da sequência didática é justificada pela consideração da importância das intenções educacionais na definição dos conteúdos de aprendizagem. Da mesma forma, esse autor explicita que é necessário introduzir atividades que busquem melhorar a nossa atuação docente durante as aulas. Para isso:

[...] a identificação das fases de uma sequência didática, as atividades que a conformam e as relações que se estabelecem devem nos servir para compreender o valor educacional que têm, as razões que as justificam e a necessidade de introduzir mudanças ou atividades novas que a melhorem. (ZABALA, 1998, P.55)

Sendo assim, o produto construído resulta em uma sequência didática pensada para professores de graduação em engenharia de produção a distância. O produto educacional está composto, inicialmente, de uma introdução textual sobre a elaboração da sequência didática e orientações para utilização. Nesta primeira parte também estão disponibilizados todos os links (em formato de QR Code) para o áudio dos episódios de podcasts. Na segunda parte do produto educacional está um material de texto, que conta com meta e objetivos a serem atingidos pelos alunos. São capítulos sobre a civilização egípcia milenar e reflexões acerca dos saberes

produzidos por essa civilização, indicações de leituras e propostas de atividade por parte do professor, como um fórum temático e um questionário avaliativo.

O material de texto inicial do produto educacional (a proposta de sequência didática) foi escrito de forma a orientar a utilização de um episódio histórico (o carregamento dos blocos construtivos das pirâmides do Egito) por professores de cursos de engenharia. Então, a introdução do produto educacional apresenta seis etapas de desenvolvimento da sequência didática, sendo a primeira etapa a aplicação de um questionário com o propósito de determinar os conhecimentos prévios dos alunos; na segunda etapa os alunos assistem o primeiro episódio do podcast, em que é apresentada, de forma resumida, como era a sociedade egípcia antiga; a terceira etapa consiste na disponibilização do material de aula indicado no produto educacional, para leitura e reflexões por parte do corpo discente. Na quarta etapa, os alunos são convidados a participarem de um fórum avaliativo (proposta indicada no produto educacional) sobre civilizações antigas e conhecimento científico sobre a física; na quinta etapa o professor insere o segundo episódio do podcast, com vista a introduzir e contextualizar a física e o carregamento dos blocos das pirâmides. Para finalizar, a sexta etapa é a aplicação de uma questão discursiva que busca identificar, descrever e aplicar os conceitos teóricos contemporâneos envolvidos em soluções encontradas por civilizações antigas (presente ao final do produto educacional).

Os episódios de podcasts produzidos para o desenvolvimento do produto educacional tratam sobre o assunto desta sequência didática: na primeira gravação foi abordado sobre a sociedade egípcia e suas construções milenares; na segunda, a física e o carregamento dos blocos de pedras das pirâmides egípcias; para a terceira, a utilização de episódios históricos na educação a distância, e, por fim, os resultados obtidos nessa dissertação. Para a produção dos podcasts, recorreremos a Dantas e Deccache-Maia (2022), que apresenta as etapas de produção de uma série de podcasts, como, por exemplo, a concepção da ideia, roteiros e gravação (roteiros dos podcasts encontram-se no produto educacional).

A proposta de sequência didática não considera os quatro podcasts para a utilização dos professores, visto que os episódios de números três e quatro são direcionados especificamente para os docentes. Dessa forma, somente o primeiro e segundo episódios são elementos constituintes da proposta didática, ficando, assim,

os episódios terceiro e quarto como materiais de aprofundamento sobre o tema de episódios históricos aplicados na EaD e a os resultados obtidos nesta dissertação.

Sendo assim, pode-se considerar que a sequência didática (produto educacional) está dividida em duas partes. A primeira é composta pelo texto contendo a proposta de desenvolvimento da sequência didática para utilização do professor e para aprofundamento teórico, com as etapas executivas e os podcasts. A segunda é o material de texto (material didático) para utilização e disponibilização para os alunos de um curso de engenharia, com propostas de elaboração de um fórum avaliativo do tipo de perguntas e respostas, além de uma questão discursiva final, também de caráter avaliativo.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dissertação desenvolvida teve o foco em apresentar problemas a serem discutidos a partir de episódios históricos para contribuir com o aprendizado de graduandos em engenharia. A ideia é que o episódio histórico, por incluir um viés do cotidiano, traz uma proximidade com problemas reais a serem enfrentados. Por essa proximidade, o estudante percebe a necessidade de comparar os elementos do seu próprio cotidiano, e dessa forma, empenhar-se em responder a esse tipo de questionamento.

Portanto, a ideia dessa atividade foi identificar as dificuldades de se entender o fenômeno de atrito por graduandos em engenharia, que terão que lidar, por exemplo, com problemas de edificação ou transporte, que incluem o entendimento desse conceito físico. E, a partir dessas (dificuldades), pensar uma maneira de, por meio de episódio histórico, planejar um problema do cotidiano da edificação ou transporte que tem solução, se incluirmos as respostas da ciência.

Para isso, produzimos uma sequência didática contextualizada com fatos históricos passados no Egito antigo, como o transporte de blocos de pedra para a construção das pirâmides como uma possibilidade de ensinar o conceito físico de força de atrito para futuros engenheiros, ao mesmo tempo que retira de invisibilidade esse conhecimento técnico ancestral utilizado pela civilização egípcia para a resolução de um problema de engenharia enfrentado no cotidiano.

Além disso, uma série de podcasts com quatro episódios de aproximadamente dez minutos cada foi realizada e incluída no início da sequência didática. Os episódios tratam sobre a sociedade egípcia e suas construções milenares, a física e o carregamento de blocos de pedras das pirâmides egípcias, episódios históricos e EaD, e, finalmente, os resultados obtidos nessa dissertação.

Dessa forma, por intermédio das respostas dos alunos obtidas por meio da aplicação do questionário descrito nesta dissertação, é possível verificar que existe a possibilidade de se utilizar os conhecimentos técnicos e/ou práticos produzidos por civilizações antigas, como foi o caso das construções das pirâmides, para contribuir no ensino do conceito de atrito para turmas de engenharia na modalidade de educação a distância.

Com as respostas obtidas, percebeu-se que existem, na maior parte das análises, incertezas sobre a qual conceito físico o problema da construção das pirâmides está relacionado, tendo como maioria das respostas a relação entre a compactação do solo e a experiência de vida. De certa forma, a relação entre a compactação do solo e a redução do coeficiente de atrito pela adição de água na areia pode ter influência direta na redução da quantidade de esforço de trabalho humano necessário para a locomoção de um objeto, desde que a quantidade de água não seja exagerada. Sendo assim, tais respostas não se desviam totalmente do problema enfrentado pelas pessoas que viveram no Egito Antigo e podem servir de ponto de partida para o desenvolvimento de outros trabalhos que busquem o ensino da força de atrito para futuros engenheiros.

Reforçamos a ideia de que o ensino de engenharia e de física deve ser pautado sob uma perspectiva humanística e decolonial, visando sempre a formação do engenheiro como cidadão e não somente sob uma ótica mercadológica, além de buscar conhecimentos apagados pela sociedade ocidental para nos reinventar como professores e alunos.

Por fim, consideramos que os objetivos, tanto o geral como os específicos foram cumpridos, dentro do espectro de produção esperado para esta dissertação. Porém, acreditamos que outras discussões tais como a que incluem as étnico-raciais e o ensino da física poderiam ter sido mais exploradas durante a fase de planejamento e desenvolvimento desta pesquisa, sendo um aspecto que precisa de maior atenção para a produção de trabalhos futuros, principalmente por explorar um episódio da história que tem origem africana.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, M.B.; RÔÇAS, G.; PEREIRA, M.V. **Análise de livre interpretação como uma possibilidade de caminho metodológico**. Ensino, Saúde e Ambiente – V12 (3), pp. 27-39, Dez. 2019
- ALCANTARA, M. C.; BRAGA, M. Elementos histórico-culturais para o ensino dos instrumentos ópticos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 109-130, 2017.
- ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M. H. M.; BELTRAN, M. H. **A historiografia contemporânea e as ciências da matéria**: uma longa rota cheia de percalços. Parte: <http://hdl.handle.net/10316.2/2561>, 2006.
- ANDRADE-NETO, A. V .; LEYVA-CRUZ, J. A. Análise teórica e proposta para determinação experimental do coeficiente de atrito de rolamento em um plano inclinado. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, p. 4303-1-4303-5, 2015.
- BERTONI-RICARD, M. S. **O professor pesquisador**: introdução à pesquisa qualitativa. São Paulo: Parábola Editorial, 2008.
- BRASIL. Decreto nº 5.622, de 19 de dezembro de 2005. **Regulamenta o art. 80 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Brasília, DF, p. 1-10, 2005.
- BRASIL. Ministério da Educação. Resolução CNE/CES nº 2, de abril de 2019 – **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. Brasília, DF, 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CES nº 948 de outubro de 2019**. Brasília, DF, 2019
- BRASIL. Ministério da Educação. **O que é educação a distância**. Acesso em: 28 de novembro de 2023.
- CASTRO-GÓMEZ, S. Ciências sociais, violência epistêmica e o problema da “invenção do outro”. In LANDER, Edgardo et al. (Ed.). **A colonialidade do saber: eurocentrismo e ciências sociais**: perspectivas latino-americanas. CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. Conselho Latino-americano de Ciências Sociais, 2005.

COSTA, M. et al. Processo de desenvolvimento de simulações virtuais de experimentos históricos para o Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021.

DANTAS, Luiz Felipe Santoro; DECCACHE-MAIA, Eline. **Por que ainda não fiz um podcast?** Um guia descomplicado. 1.ed. Rio de Janeiro: edição do autor. 2022.

DOBERSTEIN, A. W. **O Egito antigo**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2010.

FALL, A.; Weber, B.; PAKPOUR, M.; LENOIR, N.; SHAHIDZADEH, N.; FISCINA, J.; WAGNER, C.; BONN, D. **Sliding friction on wet and dry sand**. Amsterdam: Physical Review Letters, 2014.

FRANCO, R. S. et al. E se a superfície for áspera? Um estudo sobre a influência da força de atrito em colisões inelásticas através de videoanálise. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz & Terra, 2019.

GONÇALVES, M. S. **FORAM OS ALIENS: verdade, crença e comunicação de massa**. XXVIII Encontro Anual da Compós. Porto Alegre, 2019.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. 9 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, Volume 1, 2012.

JARDIM, W. T.; GUERRA, A. Práticas científicas e difusão do conhecimento sobre eletricidade no século XVIII e início do XIX: possibilidades para uma abordagem histórica da pilha de volta na educação básica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, 2018.

JESUS, V. L. B.; SASAKI, D. G. G. Vídeo-análise de um experimento de baixo custo sobre atrito cinético e atrito de rolamento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, p. 1-6, 2014.

LIEFFERINK, R. W.; ALIASGARI, M.; MALEKI-JIRSARAEI, N.; ROUHANI, S.; BONN, D. **Sliding on wet sand**. 2020. Acesso em: 09 de setembro de 2023

MARTINS, R. A. Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. Pp. 115-145, in: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.;

BELTRAN, M. H. R. (eds.). **Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: EDUC / Livraria de Física, 2005.

MARTINS, R. A.; SILVA, C. C. As pesquisas de Newton sobre a luz: Uma visão histórica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, p. 4202-1-4202-32, 2015.

MATUO, C. Y.; MARINELLI, J. R. Importância do cálculo da propagação de erros em um experimento de atrito estático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 132-139, 2007.

MEDEIROS, A. A história e a física do fantasma de Pepper. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 329-345, 2006.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2001.

MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, A.; MONTEIRO, M. A. A. Abordagem experimental da força de atrito em aulas de Física do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, p. 1121-1136, 2012.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino de Física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2017.

MOREIRA, M. A. **Uma análise crítica do ensino de Física**. Estudos avançados, v. 32, n. 94, p. 73-80, 2018.

MOURA, B. A. Newton versus Huygens: como (não) ocorreu a disputa entre suas teorias para a luz. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 111-141, 2016.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência. **Revista Brasileira de História da ciência**, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica 1: mecânica**. 5. ed. - São Paulo: Blucher, 2013.

OLIVEIRA, L. D. Titanic, Jack, Rose e o Princípio de Arquimedes. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 2012.

OLIVEIRA, L. F. **Penso, mas não existo: o que a ciência ocidental escondeu por muito tempo?** 2016.

ORTEGA, D.; MOURA, B. A. Uma abordagem histórica da reflexão e da refração da luz. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, 2019.

PEIXOTO, P. Qual é a expressão correta para o trabalho realizado pela força de atrito cinético? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, 2018.

PELLEGRINI, C. C.; ALVES, V. R. Uma metodologia de custo zero para medida de atrito de rolamento em VANTs. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, 2020.

PINTO, J. A. F.; SILVA, A. P. B.; FERREIRA, É. J. B. Laboratório desafiador e história da ciência: um relato de experiência com o experimento de Oersted. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 176-196, 2017.

QUIJANO, A. Colonialidade do poder, eurocentrismo e América Latina. In: A colonialidade do saber: eurocentrismo e ciências sociais. **Perspectivas latino-americanas. CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales**, 2005.

REIS, U. V.; REIS, J. C. Os conceitos de espaço e de tempo como protagonistas no ensino de Física: um relato sobre uma sequência didática com abordagem histórico-filosófica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 744-778, 2016.

RIBEIRO JUNIOR, L. A.; CUNHA, M. F.; LARANJEIRAS, C. C. Simulação de experimentos históricos no ensino de física: uma abordagem computacional das dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, 2012.

ROSA, C. A. P. **História da Ciência: da antiguidade ao renascimento científico**. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2012.

SANTOS, M. A. R.; JUSTI, R. Utilização de História da Ciência no ensino visando o aprendizado de Natureza da Ciência. Florianópolis: **XI ENPEC**, 2017.

SANTOS, B. S.; MENEZES, M. P. **Epistemologias do Sul**. Coimbra: CES, 2009.

SANTOS, G. B. et al. Pêndulo físico amortecido por atrito seco. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, 2020.

SILVA, B. V. C. Natureza da ciência, conteúdos metacientíficos e a sala de aula: implicações ao ensino de física. **Revista Ciências & Ideias** ISSN: 2176-1477, v. 11, n. 1, p. 234-248, 2020.

SILVA, C. C.; MOURA, B. A. A natureza da ciência por meio do estudo de episódios históricos: o caso da popularização da óptica newtoniana. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, 1602 (2008)

SILVA, D. R.; PEIXOTO, P. A força de atrito estático não é conservativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, 2017.

SILVEIRA, F. L.; PEDUZZI, L. O. Q. Três episódios de descoberta científica: da caricatura empirista a uma outra história. **Caderno Catarinense de ensino de Física**. Vol. 23, n. 1 (abr. 2006), p. 27-55, 2006.

SILVEIRA, F. L. Um interessante e educativo problema de cinemática elementar aplicada ao trânsito de veículos automotores—a diferença entre 60 km/he 65 km/h. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 468-475, 2011.

SOUZA, C. E. R.; THOMAZ, M. T. C. S.; SOUZA, D. M. Conservação da velocidade do CM de duas partículas sob a ação de forças de atrito em movimento unidimensional ($D= 1$). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 543-566, 2019.

STUDART, N. Uma concisa abordagem histórica e conceitual da luz e de algumas de suas aplicações: Apresentação de artigos convidados na edição comemorativa do Ano Internacional da Luz. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, p. 4201-1-4201-3, 2015.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, Volume 1, 2017.

TOBAJA, L. M.; GIL, J. Enfoque histórico en la enseñanza del campo electro magnético. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, 2018.

VASCONCELOS, S. S.; FORATO, T. C. M. Niels Bohr, espectroscopia e alguns modelos atômicos no começo do século XX: um episódio histórico para a formação de professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 851-887, 2018.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Penso Editora, 2015.

ANEXO I – Orientações para o distanciamento social - CECIERJ



Secretaria de
Ciência, Tecnologia
e Inovação



GOVERNO DO ESTADO
RIO DE JANEIRO

Procedimentos e orientações para realização de tutorias por mediadores presenciais na plataforma CEDERJ

Inicialmente, gostaríamos de agradecer a parceria de todos nesse momento ímpar que estamos vivendo em função do distanciamento social imposto pela pandemia da Covid-19. No intuito de auxiliar na organização das atividades de tutoria visando a continuidade do semestre letivo, elaboramos este documento, levando em consideração as atribuições dos mediadores presenciais e a distância, a carga horária alocada para cada um em suas disciplinas e as características do atendimento diferenciado ao aluno.]

No que diz respeito às atividades realizadas pela tutoria a distância, consideramos que as mesmas não sofram grandes alterações, exceto pela impossibilidade de atendimento ao aluno pelo 0800, que pode ser compensada pelo uso de ferramentas já conhecidas pelos mediadores. Nosso foco, passa a ser então a orientação sobre o trabalho dos mediadores presenciais.

O uso da plataforma pelos mediadores presenciais visa possibilitar a continuidade do trabalho por eles desenvolvido nos polos, oportunizando o contato entre eles e os estudantes por meio do uso de ferramentas tecnológicas de comunicação síncronas (como chats e videoconferência, por exemplo), preferencialmente. Assim, é importante que as ações destinadas a eles não se sobreponham com as ações assíncronas (como o atendimento na sala de tutoria) realizadas pelos mediadores a distância. É importante que as ações dos mediadores presenciais sejam dimensionadas para a carga horária alocada para cada um na disciplina e atendimento aos estudantes do polo ao qual estão vinculados.

Os atendimentos dos mediadores presenciais no formato on-line precisam acontecer nos **horários originalmente previstos para as tutorias nos polos**. Os horários já estão disponíveis na plataforma e os estudantes já estão habituados. Além disso, a grade de horários leva em consideração a não sobreposição de tutorias de disciplinas pertencentes ao mesmo período.

Embora nossa plataforma possua o recurso de videotutoria (BBB), em virtude do grande volume de acessos, essa ferramenta tem apresentado uma limitação técnica, não sendo uma boa alternativa no momento. Estamos trabalhando para um melhor uso desta ferramenta posteriormente.

Algumas ferramentas que podem ser, alternativamente, utilizadas:

- a. ferramentas como Zoom, Skype, Hangout etc., desde que permitam a gravação da sessão e disponibilização posterior na Plataforma.
- b. transmissão ao vivo restrita via Youtube com disponibilização de link posteriormente na plataforma. [Veja o tutorial.](#)
- c. chat na plataforma para comunicação em tempo real, por escrito, entre o mediador e os estudantes. Veja as orientações sobre uso da ferramenta a seguir.

Para qualquer alternativa que seja escolhida, é importante que haja registro detalhado e divulgação aos alunos de como funcionará a tutoria “presencial” on-line da disciplina na plataforma para que os alunos não se percam e possam aproveitar a oportunidade de contato com o mediador. **Indique, no quadro de avisos da disciplina, o polo, o dia e o horário que as tutorias vão ocorrer. Ao utilizar ferramenta externa, insira o link para acesso.**

Sugerimos que organize um espaço na sala da disciplina para concentrar as informações e materiais sobre as sessões on-line com mediadores presenciais para facilitar o acesso à informação. O DI (designer instrucional) e os MAPs

APÊNDICE I – Questionário proposto aos alunos pelo *Google Forms*

Título do questionário:

O transporte das pedras para a construção das Pirâmides do Egito

Texto introdutório:

Imagine que você voltou no tempo e está no Egito Antigo.

Sua missão é selecionar a melhor solução para reduzir o esforço realizado durante o transporte de grandes blocos de pedra que chegam a pesar 2,5 toneladas pelas areias do Egito para as construções das pirâmides.

Três situações são apresentadas a seguir por intermédio das imagens 1, 2 e 3. Analise-as e responda o questionário.

Imagem 1 – Empurrar o bloco em contato com a areia seca



Imagem 2 – Empurrar o bloco em contato com a areia umedecida com água



Imagem 3 – Empurrar ou puxar o bloco em contato com a areia encharcada com água



Pergunta 1) Para você, qual das imagens anteriores representa o menor esforço para transportar as pedras? (Marque apenas uma opção)



Imagem 1 - Empurrar o bloco na areia seca.



Imagem 2 - Empurrar o bloco na areia umedecida com água.



Imagem 3 - Empurrar o bloco na areia encharcada com água.

Pergunta 2) Para você, o acréscimo de água na areia reduz o esforço realizado para transportar as pedras?

- a) Sim; b) Não; c) Indiferente; d) Outro (justifique)

Pergunta 3) Qual ou quais motivos te levaram a selecionar a imagem anterior? Por quê?

Pergunta 4) Como você explicaria um menor esforço no transporte dos blocos de pedra pela imagem selecionada em comparação com as outras imagens que não foram selecionadas?

Pergunta 5) Como você relaciona o exemplo do transporte dos blocos das pirâmides com o conhecimento científico?

Pergunta 6) Em qual período você está?

Pergunta 7) Você já cursou alguma matéria de Física, Mecânica Geral ou Resistência dos Materiais? Qual(is)?