



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Educação

MARTHA VAN DER VEEN COTRIM

MAPEAMENTO DE HABILIDADES EM FÍSICA: UMA PESQUISA A
PARTIR DE PROBLEMAS ABERTOS

Campinas

2023

MARTHA VAN DER VEEN COTRIM

MAPEAMENTO DE HABILIDADES EM FÍSICA: UMA PESQUISA A
PARTIR DE PROBLEMAS ABERTOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestra em Educação, na área de Educação.

Orientador: Professor Dr. Dirceu da Silva.

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA
DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA
MARTHA VAN DER VEEN COTRIM, E ORIENTADA PELO
PROF DR DIRCEU DA SILVA.

Campinas

2023

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Educação
Gustavo Lebre de Marco - CRB 8/7977

Cotrim, Martha Van Der Veen, 1962-
C826m Mapeamento de habilidades em Física : uma pesquisa a partir de
problemas abertos / Martha Van Der Veen Cotrim. – Campinas, SP : [s.n.],
2023.

Orientador: Dirceu da Silva.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade
de Educação.

1. Habilidades. 2. Análise de conteúdo (Comunicação). 3. Física - Estudo e
ensino. 4. Física - Problemas, exercícios, etc.. I. Silva, Dirceu da. II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. III. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: Skills mapping in Physics : a study based on ill-structured
problems

Palavras-chave em inglês:

Skills

Content analysis (Communication)

Physics - Study and teaching

Physics - Problems, exercises, etc.

Área de concentração: Educação

Titulação: Mestra em Educação

Banca examinadora:

Dirceu da Silva [Orientador]

Estefano Vizconde Veraszto

Marcelo Augusto dos Reis

Data de defesa: 19-12-2023

Programa de Pós-Graduação: Educação

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0003-0436-1201>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/8778673324029981>

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Educação

DISSERTAÇÃO

MAPEAMENTO DE HABILIDADES EM FÍSICA: UMA PESQUISA A
PARTIR DE PROBLEMAS ABERTOS

MARTHA VAN DER VEEN COTRIM

COMISSÃO JULGADORA:

Professor Dr. Dirceu da Silva

Professor Dr. Estefano Vizconde Veraszto

Professor Dr. Marcelo Augusto dos Reis

A ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de
Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da unidade.

2023

*Dedico esta dissertação, com todo carinho,
ao meu esposo, José Antônio, aos meus
filhos, João e Anna, e aos meus pais, Rubem
e Elsa. Meus cinco amores enviados por
Deus!*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo seu infinito amor e por ter me concedido a graça de permitir que eu chegasse até aqui.

Agradeço aos meus mais antigos colegas de trabalho pelo apoio e a camaradagem para a realização de parte da pesquisa, especialmente em um momento tão difícil da nossa trajetória profissional, a pandemia do COVID 19. Sem a solidariedade de vocês, não teria sido possível transformar as dificuldades e as enfermidades em um novo dia. Obrigada, José A. P. Passos, Carlos E. G. Belchior, Felipe Quirino André, Letícia B. Sicchieri e Igor S. Caulyt.

Também agradeço aos meus novos colegas de trabalho pelo apoio direto e indireto para a realização de outra parte da pesquisa no pós-pandemia. A empolgação e o dinamismo de vocês trouxeram novas ideias para o trabalho. Obrigada, Yuri Santana de Macedo, Victor R. C. M. Roque, Rogério L. M. Oliveira, Marcelo A. Reis e Paulo S. L. O. Júnior.

Meus sinceros agradecimentos aos professores, participantes da banca examinadora, Estefano Vizconde Veraszto e Marcelo Augusto dos Reis, pelas valiosas contribuições no momento da qualificação da pesquisa.

Em especial, agradeço ao meu orientador por compartilhar sua sabedoria, por sua paciência, por sempre incentivar o meu trabalho e, principalmente, por sua inestimável amizade. Minhas palavras são pobres para expressar a minha eterna gratidão, por isso, tomo emprestado as palavras do poeta Ralph Waldo Emerson: “A glória da amizade não é a mão estendida, nem o sorriso carinhoso, nem mesmo a delícia da companhia. É a inspiração espiritual que vem quando você descobre que alguém acredita e confia em você.” Muito obrigada, Professor Doutor Dirceu Silva!

Por fim, agradeço a todos os meus alunos que, aos longos dos meus anos de docência, se transformaram em anônimos “filhos do coração” e foram a razão e a inspiração para a realização desse trabalho.

“A educação é um processo social, é desenvolvimento. Não é a preparação para a vida, é a própria vida.”
– John Dewey

RESUMO

No ensino superior, em cursos que adotam a metodologia do ensino por competências, a identificação destas e as orientações para o seu desenvolvimento, com a finalidade de atender às necessidades e expectativas dos estudantes em suas futuras atividades profissionais, constituem um grande desafio. Escolheu-se o Curso de Formação e Graduação de Oficiais de Carreira da Linha de Ensino Militar Bélico do Exército Brasileiro, que utiliza a metodologia do ensino por competências, para realizar uma pesquisa qualitativa e exploratória com o objetivo de identificar as principais habilidades que devem ser desenvolvidas na disciplina de Física I, particularmente, no conteúdo de dinâmica, e que são importantes para o exercício profissional do oficial combatente. Com a finalidade de mapear as habilidades, foram utilizados, como instrumento de medida, quatro problemas abertos contextualizados em atividades da profissão militar e diretamente relacionados ao conteúdo de dinâmica. A construção dos problemas abertos teve como base os trabalhos sobre problemas investigativos de Daniel Gil Perez e Juan Ignacio Pozo. Os problemas foram enviados a nove especialistas que propuseram vinte soluções. Como as soluções dos problemas abertos conjugavam diversos tipos de conhecimentos, conceitos e estratégias cognitivas, as habilidades foram identificadas com o auxílio de um processo de categorização, fundamentada em Lawrence Bardin, ao se fazer a análise de conteúdo das soluções. Na pesquisa, foram identificadas e descritas oito habilidades que atendem à teoria das competências de Philippe Perrenoud. Elas envolvem a análise e o dimensionamento de forças em sistemas de polias com pontos de ancoramento no solo; e o dimensionamento e a montagem de sistemas de forças em estruturas em equilíbrio de translação e de rotação. O mapeamento das habilidades, na disciplina de Física I, auxilia a construção de um currículo de Física I que oportuniza uma aprendizagem significativa na preparação dos alunos, para um futuro desempenho profissional de natureza militar.

Palavras-chave: Habilidades. Análise de Conteúdo. Ensino de Física. Problemas Abertos.

ABSTRACT

In higher education, in courses that adopt the competence-based teaching methodology, the identification of these competencies and guidance for their development, with the purpose of meeting the students' needs and expectations in their future professional activities, are a major challenge. The Combatant Officers Training Course of the Military Warfare Education Line of the Brazilian Army, which uses the methodology of competency-based teaching, was chosen to conduct a qualitative and exploratory research with the aim of identifying the main skills that should be developed in Physics I, particularly in the dynamics content, and that are important for the professional practice of the combatant officer. In order to map the skills, four ill-structured problems contextualized in activities of the military profession and directly related to the dynamics content were used as a measurement instrument. The construction of the ill-structured problems was based on the works about investigative problems by Daniel Gil Perez and Juan Ignacio Pozo. The problems were sent to nine experts who proposed twenty solutions. Since the solutions to the ill-structured problems combined different types of knowledge, concepts, and cognitive strategies, the skills were identified with the help of a categorization process, based on Lawrence Bardin, when the content analysis of the solutions was performed. In the research, eight skills that meet Philippe Perrenoud's theory of competencies were identified and described. They involve the analysis and dimensioning of forces in pulley systems with anchor points in the ground; and the design and assembly of force systems in structures in translation and rotation balance. The mapping of the skills, in the discipline of Physics I, helps the construction of a Physics I curriculum that provides an opportunity for meaningful learning during the students' preparation in the course for a future professional performance of a military nature.

Keywords: Skills. Content Analysis. Physics Teaching. Ill-Structured Problems.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Identificação dos elementos dos núcleos de sentido no conteúdo de dinâmica.....	30
Quadro 2 – Relação entre o Manual Militar ou Caderno de Instrução, o conteúdo de dinâmica nele abordado, o contexto militar em que utiliza o conteúdo e o problema aberto proposto.....	36
Quadro 3 – Problema aberto proposto, sua respectiva descrição e código.....	43
Quadro 4 – Associação entre os especialistas e os respectivos problemas abertos propostos.....	43
Quadro 5 – Relação das unidades de registro/codificação, na solução do problema aberto P1, por especialista.....	46
Quadro 6 – Relação das unidades de registro/codificação, na solução do problema aberto P2, por especialista.....	49
Quadro 7 – Relação das unidades de registro/codificação, na solução do problema aberto P3, por especialista.....	51
Quadro 8 – Relação das unidades de registro/codificação, na solução do problema aberto P4, por especialista.....	53
Quadro 9 – Associação entre a descrição da unidade de contexto e o seu respectivo código.....	55
Quadro 10 – Relação entre a unidade de registro e respectiva unidade de contexto...	57
Quadro 11 – Relação dos temas primários, sua respectiva descrição e codificação.....	60
Quadro 12 – Relação entre as unidades de registro em seu contexto e seu respectivo tema primário.....	61
Quadro 13 – Unidades de registro que não foram agrupadas e são consideradas residuais.....	63
Quadro 14 – Relação das categorias, sua respectiva descrição e codificação.....	63
Quadro 15 – Relação entre os temas primários e sua respectiva categoria.....	65
Quadro 16 – Categoria C1: identificação dos temas primários T1 e T2 por especialista.....	67
Quadro 17 – Categoria C2: identificação dos temas primários T4 e T5 por especialista.....	68
Quadro 18 – Categoria C3: identificação dos temas primários T3.T6 e T7 por especialista.....	69
Quadro 19 – Categoria C4: identificação do tema primário T8 por especialista.....	69
Quadro 20 – Missão Institucional dos Órgãos Normativos e Escolas de Formação do CFO LEMB no organograma de subordinação.....	95

LISTA DE ABREVIATURAS E DE SIGLAS

AMAN	Academia Militar das Agulhas Negras
BNCC	Base Nacional Comum Curricular da Educação Básica
CFO LEMB	Curso de Formação e Graduação de Oficiais de Carreira da Linha de Ensino Militar Bélico
CP	Competência Principal
DECEx	Departamento de Ensino e Cultura do Exército
DESMil	Diretoria de Ensino Superior Militar
EC	Elemento de competência
EME	Estado Maior do Exército
EB	Exército Brasileiro
EsPCEx	Escola Preparatória de Cadetes do Exército
F Ter	Força Terrestre
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
MD	Ministério da Defesa
PLADIS	Plano de Disciplina
UC	Unidade de competência

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2 AS COMPETÊNCIAS, AS HABILIDADES E ALGUNS ASPECTOS RELEVANTES	21
2.1 O CONCEITO DE COMPETÊNCIA E DE HABILIDADE	21
2.2 O PROFESSOR COMO FACILITADOR NA CONSTRUÇÃO DE ESQUEMAS	22
2.3 A COMPETÊNCIA ATUANDO	24
2.4 O QUE SE ESPERA DA FORMAÇÃO POR COMPETÊNCIAS	25
3. OS PROBLEMAS ABERTOS	27
3.1 O CONCEITO DE PROBLEMA ABERTO	27
3.2 ASPECTOS IMPORTANTES DOS PROBLEMAS ABERTOS	28
4. A DINÂMICA CLÁSSICA E SEUS NÚCLEOS DE SENTIDO	30
5. METODOLOGIA	34
5.1 DELIMITAÇÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA	35
5.2 A AMOSTRA	35
5.2.1 O CONCEITO DE ESPECIALISTA	36
5.2.2 A ESCOLHA DOS ESPECIALISTAS	37
5.3 A CONSTRUÇÃO DOS PROBLEMAS ABERTOS	37
5.4 A ANÁLISE DE CONTEÚDO	40
6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS	44
6.1 A CODIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS E DOS ESPECIALISTAS	45
6.2 A IDENTIFICAÇÃO E A CODIFICAÇÃO DAS UNIDADES DE REGISTRO	46
6.3 CODIFICAÇÃO DAS UNIDADES DE CONTEXTO E CORRESPONDÊNCIA COM AS UNIDADES DE REGISTRO	57
6.4 IDENTIFICAÇÃO DOS TEMAS PRIMÁRIOS E SUA CODIFICAÇÃO	61
6.5 IDENTIFICAÇÃO DAS CATEGORIAS E SUA CODIFICAÇÃO	65
6.6 O CONCEITO DE SATURAÇÃO	67

6.6.1 A VERIFICAÇÃO DA SATURAÇÃO DAS CATEGORIAS.....	68
6.7 A DESCRIÇÃO OPERACIONAL DAS HABILIDADES	72
6.8 AS HABILIDADES MAPEADAS	74
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
REFERÊNCIAS.....	87
APÊNDICES.....	94
ANEXOS	121

1. INTRODUÇÃO

A formação profissional do indivíduo, em um curso de graduação, precisa prepará-lo para enfrentar os desafios de uma sociedade tecnológica com cenários incertos, exigindo, portanto, um grande desafio em termos metodológicos (Silva, 2020; Cavalcante, 2007). Nesse contexto, a metodologia por competências tem sido adotada em alguns cursos do Ensino Superior, principalmente por possibilitar a formação de indivíduos com a capacidade de enfrentar e interceder, com sucesso, nas situações reais e complexas pertinentes a sua área de atuação profissional (Brandão, 2020).

Porém, como o conceito de competência é plural, para o seu estudo é mister defini-lo ou alinhá-lo com alguma concepção. Segundo Fleury (2001), dois debates relacionados ao conceito de competência vêm se desenvolvendo nas últimas décadas, um sob a perspectiva americana e o outro sob a perspectiva francesa. Moreira (2020) destaca que, na perspectiva americana, a competência está ligada à capacidade e ao desempenho do indivíduo para executar uma atividade ou agir em uma determinada situação; e, na perspectiva francesa, para que ocorra efetivamente uma ação competente, é preciso que o indivíduo tenha o conhecimento sobre aquilo que se irá realizar, saber o que fazer e ter a motivação para realizar a ação. Nesta concepção, a competência tem três dimensões: a do conhecimento, a da habilidade e a da atitude. No presente estudo, foi adotada a perspectiva francesa e o entendimento do conceito de competência segundo Perrenoud (1999): a competência como sendo a capacidade de mobilizar diversos recursos cognitivos para enfrentar um tipo de situação; e a habilidade como um esquema mental associado a saber fazer algo.

O Curso de Formação e Graduação de Oficiais Combatentes da Linha de Ensino Militar Bélico do Exército Brasileiro (CFO LEMB) utiliza a metodologia do ensino por competências (BRASIL, 2013). A presente pesquisa teve como objetivo identificar as principais habilidades que devem ser desenvolvidas no conteúdo de dinâmica, na disciplina de Física I do CFO LEMB, e que são importantes para o desempenho profissional do oficial militar combatente do Exército Brasileiro. Essas habilidades auxiliam a construção de um currículo, instrumento regulador de conteúdos e de práticas do processo ensino e aprendizagem, conforme afirma

Sacristán (2013), que oportuniza ações para a formação dos alunos no contexto militar.

A pesquisa foi qualitativa e exploratória, pois mapeou as habilidades a partir da análise das soluções dadas a problemas abertos relacionados ao conteúdo de dinâmica e contextualizados nas práticas profissionais militares.

Os problemas abertos foram construídos e utilizados como um instrumento de medida. Conforme preconizam Echeverría (1998) e Lamarque (2010), problemas abertos são construídos de modo a exigirem, para a sua solução, a ativação de diversos tipos de conhecimento, atitudes, motivações e conceitos. A construção dos problemas abertos foi baseado nos trabalhos sobre problemas investigativos de Gil (1992), Pozo (1998) e Terrazzan (2010) e os contextos propostos nos problemas foram retirados de Manuais e Cadernos de Instrução Militares (Brasil, 1980, 1999).

Para que fique evidente o que se apurou no presente estudo, a partir de uma investigação da realidade em que se inseriu as indagações da pesquisa, é relevante a descrição dos elementos essenciais que a caracterizaram. A pesquisa teve como objeto de estudo as principais habilidades que devem ser desenvolvidas pelos alunos, particularmente, no conteúdo de dinâmica, ministrado na disciplina de Física I, durante o primeiro ano do Curso de Formação de Oficiais de Carreira da Linha de Ensino Militar Bélico do Exército Brasileiro (CFO LEMB). Logo, o objetivo principal da presente pesquisa foi a identificação dessas habilidades pois são importantes para o exercício profissional na área em questão.

Ainda, com relação às habilidades que foram identificadas e mapeadas no conteúdo de dinâmica, com a finalidade de compreender mais profundamente suas implicações no contexto do ensino por competências do CFO LEMB, foram colocados os seguintes objetivos complementares:

- Mapear as diferentes estratégias cognitivas demonstradas, nas soluções dadas pelos especialistas, para os problemas abertos contextualizados em uma situação de atuação profissional retirada de manuais ou cadernos de instrução militares.
- Compreender a maneira como as habilidades identificadas nas soluções dos problemas abertos contextualizados contribuem na solução de outros problemas ou situações em contextos semelhantes.
- Compreender a maneira como as habilidades identificadas no conteúdo de dinâmica podem agregar vantagens ao enfrentamento de situações em contextos variados.

A pesquisa foi construída de modo a permitir, a cada etapa, uma progressiva aproximação da obtenção da resposta ao seguinte problema de pesquisa:

- Quais são as principais habilidades que devem ser desenvolvidas, no conteúdo de dinâmica, que auxiliarão o Oficial Combatente do Exército Brasileiro no exercício profissional da sua carreira?

Como hipótese de pesquisa, considerou-se a possibilidade de identificar habilidades a serem desenvolvidas, no conteúdo de dinâmica, que são relevantes para a práxis militar a partir da análise das respostas dadas por especialistas a problemas abertos relacionados a esse conteúdo e contextualizados nas práticas militares.

Os participantes da pesquisa foram profissionais que cursaram a disciplina de Física I em seu curso de graduação e com experiência profissional em suas respectivas áreas de formação relacionadas ao objeto em questão. Portanto, eles utilizam as habilidades que foram desenvolvidas no conteúdo de dinâmica durante o seu curso de graduação no exercício de sua profissão e são considerados especialistas (Lamarque, 2010).

Os problemas abertos foram apresentados a eles, e o material analisado na pesquisa foi composto pelas soluções propostas para esses problemas. Essas soluções possibilitaram identificar as principais habilidades mobilizadas pelos especialistas em situações desafiadoras da profissão militar.

O processo de categorização de análise de conteúdo, com fundamento em Bardin (2016), foi a técnica de análise aplicada às soluções propostas. A dinâmica clássica foi a teoria que guiou o processo de categorização e possibilitou a identificação das categorias para mapear as habilidades procuradas.

Foi adotado o procedimento de constatação de saturação de categoria proposto por Fontanella (2011) e verificou-se que o número de participantes, isto é, o tamanho da amostra foi satisfatório conforme prevê Creswell (2021).

Com o apoio da teoria das competências de Philippe Perrenoud (1999) e das categorias identificadas com a análise de conteúdo, ao final, foram mapeadas e descritas oito habilidades. Elas envolvem a análise e o dimensionamento de forças em sistemas de polias com pontos de ancoramento no solo; e o dimensionamento e

a montagem de sistemas de forças em estruturas em equilíbrio de translação e de rotação.

Portanto, verificou-se que foi possível identificar habilidades a serem desenvolvidas, no conteúdo de dinâmica, que são relevantes para a práxis militar a partir da análise das respostas dadas por especialistas a problemas abertos relacionados com o conteúdo de dinâmica e contextualizados nas práticas militares.

A pesquisa tem relevância por se observar que, no início do século XXI, o Estado Maior do Exército identificou a urgência em preparar a Força Terrestre para os cenários de incertezas e os desafios vindouros. Dentre os desafios que ainda perduram, está o de formar e preparar o oficial combatente para compreender a complexidade dos modelos de funcionamento dos novos armamentos que abarcam conceitos de Física, Química, Matemática e Informática, e, ainda, torná-lo capaz de mobilizar suas estratégias cognitivas para atuar nas situações reais da atividade militar (Pereira, 2018). As inovações tecnológicas trouxeram mudanças significativas na doutrina militar, novos contextos de confrontos bélicos precisaram ser considerados. “O desenvolvimento estratégico das tecnologias da informática e comunicação terá, então, reverberações por toda a estrutura social das sociedades capitalistas avançadas” (Santaella, 2003, p. 23).

A adoção de uma abordagem por competências no ensino militar, ao invés da mera transmissão de conteúdo, passou a atender a formação do oficial combatente (BRASIL, 2013) pois, conforme preconiza Perrenoud (1999), uma competência está sempre vinculada à existência de conhecimentos, de técnicas, de *savoir-faire*, de esquemas etc. que serão mobilizados na realização de uma ação eficaz em uma determinada situação complexa.

O Exército Brasileiro (EB), como observador de confrontos bélicos internacionais e participante de Missões de Paz das Nações Unidas, promove, periodicamente, a revisão de suas orientações doutrinárias para atender às necessidades da Força Terrestre (BRASIL, 2022) em um cenário real de confronto atual (Oliveira, 2023). Consequentemente, os documentos do ensino militar, emanados do Ministério da Defesa ou do Estado Maior do Exército Brasileiro, são alterados para que sejam formados oficiais combatentes com um perfil profissional que atenda um novo cenário. Também, o Departamento de Educação e Cultura do Exército Brasileiro (DECEX) ou a Diretoria de Educação Superior Militar (DESMil) podem alterar os documentos de ensino sob sua responsabilidade ou determinar que

as Escolas de Formação, sob a sua subordinação, alterem seus documentos para ajustar disciplinas, conteúdos e competências que consideram mais relevantes em face a demandas mais prementes. No ano de 2020, o DECEEx determinou que a Escola Preparatória de Cadetes do Exército (EsPCEEx) e a Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) alterassem os seus currículos de modo a ter um número maior de disciplinas das áreas de Ciências Exatas e de Ciências da Natureza em detrimento a disciplinas da área de Humanas conforme se observa nos atuais Planos das Disciplinas (PLADIS) (Brasil, 2022). Pois, a partir das observações da atuação do EB em Operações da Garantia da Lei e da Ordem (GLO), houve a orientação para a formação de oficiais combatentes que efetivamente operassem em ambientes imprevisíveis e complexos e que fossem capaz de utilizar armamentos com variados graus de complexidade e de tecnologia (Oliveira, 2023). O DECEEx determinou que as disciplinas de Física, Química, Cálculo e Estatística tivessem suas cargas horárias aumentadas para desenvolver as competências necessárias do oficial combatente almejado (Brasil, 2022).

Atendendo à determinação emanada, a EsPCEEx, em 2021, introduz a disciplina de Física I que abarca os conteúdos de cinemática, dinâmica, trabalho e energia cinética, quantidade de movimento, conceitos de oscilações e ondas mecânicas, e introdução à termodinâmica. Foi necessário que os professores da disciplina construíssem o PLADIS de Física I em que constasse, nas orientações metodológicas do documento, os padrões de desempenho detalhados em termos das habilidades a serem desenvolvidas em um determinado conteúdo.

O mapeamento das principais habilidades que devem ser desenvolvidas na disciplina de Física I, no conteúdo de dinâmica, durante o primeiro ano do CFO LEMB, é relevantes para compor o PLADIS e para o futuro exercício profissional dos militares na área em questão. A pesquisa contribui para uma proposta de desenvolvimento dessas habilidades, dos padrões de desempenho, e para o planejamento de atividades que, na disciplina, estejam em consonância com as necessidades do desempenho profissional de um oficial combatente do Exército Brasileiro. Além disso, a transferência do conhecimento teórico, ministrado em aula, para a prática profissional fará com que o aluno, de imediato, ressignifique a percepção da importância da disciplina para o preparo da sua atuação em um trabalho futuro, tornando-o mais motivado para a aprendizagem.

A motivação para a feitura desta pesquisa é a importância que as competências e as habilidades desenvolvidas pela disciplina têm na futura atuação profissional dos alunos e que contribui para a formação de um oficial combatente que atenda ao perfil exigido pela Força Terrestre. A pesquisadora, como professora e chefe da disciplina de Física I, na EsPCEEx, tem a responsabilidade pelo planejamento, construção e execução do que é previsto no PLADIS. Padrões de desempenho com habilidades bem construídas atendem o desenvolvimento das habilidades e competências propostas na disciplina.

No apêndice A, para uma maior compreensão do sistema de ensino militar no Exército Brasileiro, foi desenvolvido uma explanação em termos de sua legislação, de sua estrutura e de sua organização, o que também contribui para a compreensão da relevância da presente pesquisa.

Embora a pesquisa tenha tido o objetivo de mapear as principais habilidades que devem ser desenvolvidas em um determinado conteúdo, a dinâmica, ela aponta um caminho para que as habilidades, nos demais assuntos da disciplina de Física I, sejam identificadas em futuros estudos.

A dissertação está estruturada ao longo de sete capítulos. Este capítulo inicial apresenta uma introdução ressaltando de forma concatenada os aspectos teóricos mais relevantes que nortearam o desenvolvimento da pesquisa; também explicita os elementos essenciais que caracterizaram a pesquisa - o objeto de estudo e os objetivos da pesquisa, o problema de pesquisa e a hipótese proposta para respondê-la; e, por final, discorre sobre a relevância e a motivação da pesquisa para o ensino militar. O segundo, terceiro e quarto capítulos referem-se, respectivamente, aos fundamentos teóricos que embasaram a pesquisa: o conceito de competência e de habilidade, o conceito e as características dos problemas abertos e a dinâmica clássica com seus respectivos núcleos de sentido que foram considerados no mapeamento das habilidades. O quinto capítulo detalha a metodologia: a escolha dos participantes da pesquisa, a elaboração dos problemas abertos, a utilização da análise do conteúdo fundamentado em Bardin (2016) como técnica para o tratamento das soluções propostas aos problemas abertos. O sexto capítulo explicita os dados e a sua análise a partir do processo de categorização de análise de conteúdo, a verificação da saturação das categorias identificadas, a identificação e descrição

operacional das habilidades. O sétimo capítulo expõem as considerações finais da pesquisa realizada.

2. AS COMPETÊNCIAS, AS HABILIDADES E ALGUNS ASPECTOS RELEVANTES

Os conceitos de competência e de habilidades são diversos na literatura. Inclusive Perrenoud (2000) argumenta que são conceitos compartilhados pelo mundo do trabalho, pela formação profissional e pela escola, portanto, têm suas definições dadas de acordo com as representações de seus referenciais.

2.1 O CONCEITO DE COMPETÊNCIA E DE HABILIDADE

Nessa pesquisa, foi adotado a perspectiva francesa para o conceito de competência que preconiza a necessidade de que o indivíduo competente tenha o conhecimento sobre aquilo que irá realizar, saber o que fazer e ter a motivação para realizar a ação, ou seja, a competência tem três dimensões: a do conhecimento, a da habilidade e a da atitude. Neste contexto, também serão adotados os conceitos preconizados por Perrenoud que estabelece competência como a “capacidade de mobilizar diversos recursos cognitivos para enfrentar um tipo de situação” (Perrenoud, 2000, p.15) e afirma que as habilidades são esquemas mentais formados de “modos operatórios, de analogias, de intuições, de induções, de deduções, de transposições dominadas, de funcionamentos heurísticos rotinizados que se tornaram esquemas mentais de alto nível [...]” (Perrenoud, 1999, p.30). Ainda, em consonância com o conceito de habilidade de Perrenoud, uma conceituação mais explícita é dada ao se afirmar que o termo habilidade estará sempre associado a:

[...] “saber fazer” algo específico. Isso significa que ele estará sempre associado a uma ação, física ou mental, indicadora de uma capacidade adquirida. Assim, “identificar”, “relacionar”, “correlacionar”, “aplicar”, “analisar”, “avaliar”, “manipular com destreza” são verbos que podem indicar a habilidade do sujeito em campos específicos (Moretto, 2014, p.23).

As habilidades indicam o que aprendemos a fazer e estão associadas a verbos de ação e as competências mobilizam as habilidades para a resolução de problemas complexos. Moretto (2014) ainda argumenta que, para resolver problemas complexos, o aluno precisa ter conhecimentos específicos sobre o conteúdo a ele relacionado e o conteúdo precisa ser relevante no contexto do problema. Para a pesquisa proposta, as habilidades a serem identificadas, o “saber fazer” está relacionado ao conteúdo de dinâmica.

Ainda, dentro da perspectiva francesa, será considerada a definição dada por Carbone (2009 apud BRANDÃO, 2020) para competência no trabalho que seria uma combinação sinérgica de conhecimentos, habilidades e atitudes, evidenciada pelo desempenho do indivíduo em seu contexto profissional, que agrega valor tanto à pessoa quanto à organização que ela atua. Observa-se que o conceito de competência de Perrenoud e a definição dada por Carbone para competência no trabalho não se opõem, mas ressaltam aspectos diferentes da competência. Vale ressaltar que, na presente pesquisa, as habilidades que foram mapeadas pertencem a um contexto militar de atividade laboral.

Perrenoud (2000) destaca que uma competência maior mobiliza outras competências de alcance mais limitado. A mobilização só é pertinente para uma determinada situação singular e as competências profissionais constroem-se durante a formação do aluno. Logo, no Ensino Superior, o professor deve oportunizar várias situações singulares, semelhantes às futuras práticas profissionais, para que o aluno construa as diversas competências de alcance mais limitado que irão compor as competências maiores. Estas, geralmente, se constituem nas competências profissionais associadas ao curso de formação específico e espera-se que, ao se graduar, os alunos as tenham desenvolvido para o desempenho de sua profissão.

Em um curso de graduação, as habilidades desenvolvidas por uma disciplina são importantes, necessárias e devem contribuir para o futuro desempenho profissional de seus estudantes. O conhecimento teórico construído em aula e transposto para a prática profissional, faz o aluno ressignificar a percepção da importância da disciplina para o preparo da sua atuação no trabalho. Essa transposição não é tranquila, pois a prática traz problemas reais e imprevisíveis, porém, segundo Perrenoud (1999, p. 57), as competências de alto nível são construídas somente quando os estudantes “confrontam-se, regular e intensamente, com problemas numerosos, complexos e realistas, que mobilizem diversos tipos de recursos cognitivos”.

2.2 O PROFESSOR COMO FACILITADOR NA CONSTRUÇÃO DE ESQUEMAS

No ensino para o desenvolvimento de competências, como facilitador da transferência do conhecimento teórico para a prática profissional, o professor tem um papel fundamental. Perrenoud (2000) enfatiza que ensinar é reforçar a decisão de

aprender e estimular o desejo de saber, portanto, não se pode desprezar a motivação para aprender e considerar o conteúdo a ser abordado, por si só, como um incentivo. O professor precisa fazer com que os alunos se envolvam na construção do conhecimento, queiram superar as dificuldades e, no caso do Ensino Superior, a motivação surge quando o conhecimento é conectado com práticas profissionais futuras.

No contexto da metodologia por competências, a ação docente de organizar e dirigir situações de aprendizagem mais complexas, conforme Perrenoud (2000) afirma, contribui para distanciar os alunos de exercícios tradicionais que, para sua resolução, necessitam apenas da aplicação de procedimentos conhecidos; ele ainda acrescenta que, nas situações abertas de aprendizagem, os alunos são envolvidos em atividades desafiadoras, de contextos reais, que lhes são apresentadas como um verdadeiro enigma a ser resolvido. O aluno aprende quando enfrenta situações em que precisa alcançar metas, solucionar problemas e tomar decisões:

No campo dos aprendizados gerais, um estudante será levado a construir competências de alto nível somente confrontando-se, regular e intensamente, com problemas numerosos, complexos e realistas, que mobilizem diversos tipos de recursos cognitivos (Perrenoud, 1999, p. 57).

O professor observa que a competência está construída e consolidada quando os conhecimentos, as habilidades e as atitudes mobilizadas, pelo aluno, são pertinentes à situação complexa e ele aciona, assertivamente, seus esquemas constituídos.

Perrenoud (1999) pontua que um esquema é uma estrutura invariante de uma operação ou de uma ação, mas que, por meio de pequenas acomodações, permite ao aluno utilizá-lo em outras situações com estruturas semelhantes. Ele também afirma que “Esses esquemas permitem-nos mobilizar conhecimentos, métodos, informações e regras para enfrentar uma situação, pois tal mobilização exige uma série de operações de alto nível” (Perrenoud, 1999, p.24).

O professor, ao favorecer a construção de uma competência, faz com que o aluno organize e implemente um conjunto de esquemas que, no enfrentamento de uma situação complexa, são mobilizados e podem sofrer ajustes. Destaca-se que a competência não é simplesmente uma soma de esquemas mobilizáveis, intrínsecos a ele, pois ela própria enriquece todo o conjunto quando atua eficazmente em uma situação complexa.

2.3 A COMPETÊNCIA ATUANDO

Quando um indivíduo se depara com uma situação complexa que exige uma intervenção eficaz para resolvê-la, ele irá seguir etapas que culminarão com uma ação concreta e competente. Arnau (2020, p.9) descreve como são as etapas de uma intervenção eficaz:

Para isso, será necessário analisar essa situação em toda a sua complexidade e, uma vez que seu alcance seja compreendido, selecionar o esquema de atuação mais adequado entre os disponíveis. O próximo passo será aplicar o esquema de atuação selecionado, composto por um conjunto integrado de conhecimentos, habilidades e atitudes. Essa aplicação sempre será feita de forma flexível e estratégica, pois cada situação é diferente e tem características próprias.

Em uma das etapas fica evidente a escolha da competência, ela é descrita como o esquema de atuação selecionado, composto por um conjunto integrado de conhecimentos, habilidades e atitudes.

A competência atuando irá mobilizar três componentes que precisam ser adequados ao contexto da situação. O primeiro são os conhecimentos que podem ser conteúdos factuais pois têm natureza descritiva e concreta, como fórmulas e símbolos; ou conteúdos conceituais que são de natureza abstrata, como conceitos e princípios. O segundo são os conteúdos procedimentais que resultam em um conjunto de ações ordenadas e direcionadas para a consecução de um objetivo. A terceira são os conteúdos atitudinais que são princípios, condutas e padrões de comportamento (Arnau, 2020). Na atuação da competência, ou de uma determinada habilidade, os componentes se imbricam de modo a se sustentarem e se complementarem para compor um esquema. A situação colocada em seu contexto também pode exigir que a competência mobilize somente dois tipos de componente ou, até mesmo, apenas um.

Os componentes precisam ser construídos em um contexto de aprendizagem significativa, que é uma aprendizagem profunda que estabelece relações substanciais e se relaciona com outras aprendizagens. Assim, o indivíduo irá atuar de maneira competente sobre uma situação complexa.

2.4 O QUE SE ESPERA DA FORMAÇÃO POR COMPETÊNCIAS

Um aluno, ao final da sua graduação, possui expectativas de que a sua formação lhe dê condições para desempenhar, com eficiência, as ações esperadas em seu campo de atuação profissional e, em um aspecto mais geral, ele espera estar preparado, no contexto profissional, para uma vida em sociedade. De maneira recíproca, a sociedade conta com uma atuação adequada e oportuna do profissional, porém, vai muito além de uma expectativa. A sociedade considera que a formação do indivíduo tenha sido plena. Portanto, em uma formação profissional que se apoia no ensino para o desenvolvimento de competências, deve-se contar que todos os alunos, ao final do curso, tenham construído as competências principais que são correspondentes a sua formação específica. Essas competências principais, relacionadas ao curso, são as competências profissionais que habitam o mundo do trabalho.

Brandão (2020) ainda afirma que, no meio acadêmico e no organizacional, estão consolidados alguns postulados associados à competência do indivíduo no trabalho:

- As competências constituem-se de conhecimentos, habilidades e atitudes.
- Os conhecimentos, as habilidades e as atitudes estão sempre associados a um determinado contexto.
- A competência socialmente é reconhecida como a capacidade do profissional.
- A competência revela-se no desempenho do indivíduo quando enfrenta uma situação profissional.
- A competência desenvolve-se por meio de processos e aprendizagem, sejam eles naturais ou induzidos, formais ou informais.
- A competência relaciona conhecimentos, habilidades e atitudes com a estratégia da organização em que o indivíduo trabalha.
- A competência agrega valores econômicos e sociais ao indivíduo e à organização para a qual trabalha.
- As competências individuais originam e sustentam as competências organizacionais.

- As competências individuais sofrem influência de variáveis ou processos ligados à organização em que o indivíduo trabalha.
- As competências individuais influenciam variáveis ou processos ligados à organização em que o indivíduo trabalha.

Do exposto acima, constata-se que um profissional precisa ser formado de maneira a construir competências individuais compostas por conhecimentos, habilidades e atitudes, para que ele consiga enfrentar eficientemente situações complexas dentro do contexto de sua profissão, e ainda agregue valores econômicos e sociais para ele e para a organização em que trabalha.

3. OS PROBLEMAS ABERTOS

Conceituar o que é considerado um problema é importante pois, em uma situação específica e para uma determinada pessoa, somente pode ser reconhecido como tal se o problema exigir reflexão, decisões embasadas em conceitos e ações que não traduzam um caminho simples para a sua solução. Caso contrário, não será um problema, pois terá uma resposta imediata sem se constituir verdadeiramente em um desafio.

3.1 O CONCEITO DE PROBLEMA ABERTO

Os problemas clássicos, conhecidos como problemas fechados, apresentam um enunciado que fornece todas as informações necessárias para que o aluno, a partir de uma sequência padronizada de procedimentos, encontre uma resposta correta. Não é necessário que o problema trate de algum contexto real e, na maioria das vezes, não exige uma reflexão mais profunda sobre todo processo de resolução, pois, o que importa é a resposta estar certa.

Em oposição aos problemas fechados, encontram-se os problemas abertos que têm conceituação e características bem diferentes dos anteriores. Os problemas abertos, segundo Oliveira (2017), são definidos como aqueles que não têm soluções pré-definidas, as informações iniciais são parcialmente conhecidas, se referem a contextos reais, suas soluções são consistentes com a realidade e, para resolvê-los, os alunos precisam fazer julgamentos e elaborar argumentações para defender as soluções que propõem.

Os problemas abertos pertencem ao campo das situações investigativas pois não indicam variáveis ou a magnitude de valores. Inserem-se em contextos motivadores e, como os indivíduos não identificam meios ou caminhos evidentes para a solução em seu enunciado, articulam hipóteses, mobilizam conceitos e avaliam estratégias de resolução (Gil,1992).

Echeverría (1998) ressalta que um problema só poderá ser concebido como tal quando não há um procedimento automático para solucioná-lo de forma imediata e exigir um processo de reflexão ou uma organização na sequência dos passos a serem seguidos para obter uma solução. Echeverría (1998) ainda caracteriza os problemas mal definidos, os problemas abertos, como aqueles no qual o ponto de partida ou as

normas que estipulam quais são os passos para resolver a tarefa são menos claros e específicos; é possível encontrar, por meio de métodos diferentes, soluções distintas e válidas para resolver os problemas.

Conclui-se que, no problema aberto, como os contextos são reais, as informações e variáveis não estão evidentes e nem disponíveis. Será necessário criar hipóteses, fazer suposições, estimativas e pesquisas para partir de algum modelo que seja adequado à situação imposta. Não existe o caminho certo para resolver o problema, os procedimentos metodológicos devem ser ordenados, testados e avaliados para verificar a sua viabilidade. As possíveis soluções precisam ser confrontadas para verificar a sua consistência e adequação com o que foi proposto dentro de um contexto real. Os esquemas cognitivos do aluno são mobilizados, suas competências mobilizam os conhecimentos, as habilidades e as atitudes para encontrar possíveis soluções através de um caminho que exige muitas reflexões.

3.2 ASPECTOS IMPORTANTES DOS PROBLEMAS ABERTOS

Echeverría (1998) destaca que as habilidades e as estratégias de soluções dos problemas são específicas dos contextos e dificilmente são transferíveis de uma área para outra; e que as soluções requerem o treinamento de técnicas e o conhecimento estratégico para utilizá-los de modo deliberado no contexto de problemas abertos que admitem soluções diversas. Conforme discutido anteriormente, as competências profissionais estão associadas ao curso de formação específico e são desenvolvidas em contextos correspondentes a partir das situações abertas de aprendizagem que o profissional vivenciou em sua formação.

Ao solucionar problemas abertos, em Física, Clement (2012) afirma que ocorrerá a mobilização de conteúdos conceituais (conceitos, conteúdos e princípios), de conteúdos procedimentais (técnicas e estratégias de resolução adotadas; argumentação oral e escrita) e de conteúdos atitudinais (juízo, normas e valores); ativando o pensamento e a criatividade do respondente ao desenvolver a sua solução. Ocorre, ainda, o desenvolvimento de habilidades e de estratégias na execução de procedimentos eficazes para a sua resolução (Echeverría, 1998).

Lamarque (2010) afirma que problemas abertos auxiliam o aluno a compreender as situações e os fenômenos cotidianos, pois tratam de contextos reais e, assim, ele conseguirá atuar, no seu dia a dia, com eficiência. Também coloca que auxiliam o

desenvolvimento da autonomia do aluno e o favorecem a relacionar os conhecimentos escolares com os conhecimentos do seu cotidiano, levando em consideração aspectos da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade.

Segundo Echeverría (1998), a solução dos problemas abertos podem ser utilizados como comparação de rendimento de pessoas com diferentes níveis de perícia numa área, pois é possível identificar os processos psicológicos envolvidos na solução de um determinado problema. Nesta pesquisa, ao analisar as soluções propostas por especialistas aos problemas abertos contextualizados nas atividades militares, foi possível mapear as habilidades procuradas a partir dos esquemas cognitivos constantes nas soluções.

Pozo (2002) destaca que, ao transformar exercícios de aprendizagem rotineiros em problemas abertos, faz com que o aluno pare para pensar no que vai fazer e porque vai fazê-lo. Nesta reflexão, a motivação se torna crucial para que o aluno aceite o desafio de construir a competência necessária para encontrar uma possível solução adequada ao problema aberto. Por isso, na graduação, a motivação surge quando os alunos identificam que os problemas estão contextualizados nas práticas profissionais futuras. Um problema aberto, para motivar, precisa ser desafiador, deve estar contextualizado na realidade, não possuir uma única solução e as possíveis soluções devem conjugar diversos tipos de conhecimentos, conceitos, estratégias cognitivas, habilidades e ações.

Pozo (2002) ainda ressalta que, durante a solução dos problemas abertos, o professor tem um papel fundamental como mediador da aprendizagem, ele deve orientar, apoiar, incentivar a reflexão sobre o problema, a tomada de decisões e a autonomia crescente dos alunos. À medida que as competências vão se estabelecendo, os esquemas cognitivos construídos tornam-se acessíveis, e os conteúdos, as habilidades e as atitudes podem ser mobilizadas em situações específicas semelhantes, e o aluno vai se tornando cada vez mais seguro e autônomo.

No planejamento de problemas abertos, como sendo um recurso para uma situação de aprendizagem, deve haver a preocupação em inseri-los em contextos reais de interesse do aluno além de favorecer a construção de esquemas cognitivos variados ao longo das etapas do processo de resolução do problema.

4. A DINÂMICA CLÁSSICA E SEUS NÚCLEOS DE SENTIDO

Segundo o Dicionário Houaiss de Física, a definição de dinâmica é

Ramo da mecânica que investiga as mudanças no movimento de corpos ou partículas provocadas pela ação de forças. No limite de baixas velocidades, em que são válidas as leis do movimento de Newton, temos a dinâmica clássica; no limite de altas velocidades utiliza-se o termo dinâmica relativística (Houaiss, 2005, p.65).

No estudo em questão, todas as conjunturas presentes nos problemas abertos tratam de corpos rígidos em repouso ou em baixa velocidade, logo, eles enquadram-se no escopo da dinâmica clássica.

As variáveis, os conceitos e as relações da dinâmica clássica apontam o que se deve identificar, ou ainda, constituem-se nos temas a serem identificados nas soluções propostas pelos especialistas aos problemas abertos a fim de mapear as habilidades. O tema, segundo Bardin (2016), é uma unidade de significação que é identificada no material a partir de critérios relacionados à teoria que guia a análise que, no presente estudo, é a dinâmica clássica. Ele ainda afirma que respostas às questões abertas são analisadas tendo o tema por base. Franco (2021) pontua que, na análise de conteúdo, o tema explicitado é importante para a análise dos dados.

Como os problemas abertos se referem a um conteúdo da Física bem delimitado, a dinâmica, os temas estão diretamente relacionados a núcleos de sentido que tratam de variáveis, conceitos e relações envolvidos na dinâmica clássica. Para definir os núcleos de sentido e seus elementos constitutivos, fez-se uma pesquisa em livros que são indicados como referências para o estudo da disciplina de Física I em diversos cursos de graduação que têm esta disciplina em sua grade curricular. Nessas obras, buscou-se identificar as variáveis, as relações e os conceitos que estão explícitos ao longo do desenvolvimento teórico do conteúdo de dinâmica. Os autores dos quatro livros de Física I utilizados como referências para a pesquisa, foram, respectivamente, Freedman (2016), Halliday (2016), Mosca (2019) e Nussenzveig (2013).

Nos livros, os conceitos relevantes identificados, inicialmente, foram as leis fundamentais que regem a dinâmica: 1ª Lei de Newton, 2ª Lei de Newton, 3ª Lei de Newton e a 2ª Lei de Newton para Rotações; e as caracterizações dos tipos de força: peso, normal, força de atrito etc. Em seguida, o conceito associado ao tipo de corpo e

o contexto em que as leis são válidas foram discutidos pelos autores: ponto material ou corpo rígido e referencial inercial. Conceitos particularmente associados ao corpo rígido foram apresentados nos textos: centro de massa, momento de inércia e torque. Conceitos e critérios importantes para que ocorresse o equilíbrio de translação e de rotação de um corpo também foram desenvolvidos nas obras. Os conceitos de máquina simples e de vantagem mecânica, geralmente, foram apresentados com exemplos de alavancas, roldanas ou plano inclinado que destacavam a transmissão, a mudança da direção e a distribuição das forças.

As variáveis relacionadas à teoria da dinâmica foram introduzidas à medida que os conceitos, exemplos, exercícios e problemas foram sendo desenvolvidos nos textos. Neles, as variáveis são indicadas através de símbolos, como m simbolizando massa e F simbolizando a intensidade da força. As variáveis sempre indicavam a operacionalização dos conceitos nas resoluções dos exercícios e problemas dos livros.

As relações serviram para operacionalizar os conceitos através das variáveis e, nos capítulos de dinâmica dos livros de Física I, foram discutidos e fornecidos exemplos de como os modelos físicos são aplicados a situações idealizadas da realidade: os diagramas vetoriais reproduziam a soma de forças; na verificação das condições de equilíbrio de translação ou de rotação, foram decompostas as forças em um sistema de eixos cartesianos e, em seguida, as forças foram relacionadas através de equações; e foi preciso identificar quais forças eram internas ou externas para prever o comportamento de um sistema composto por vários corpos.

Pode-se concluir que, de uma maneira geral, seguindo uma sequência lógica, os livros de Física I dos autores Freedman (2016), Halliday (2016), Mosca (2019) e Nussenzveig (2013), nos capítulos que abordam a dinâmica clássica, apresentaram, inicialmente, os conceitos iniciais e as variáveis relevantes para o entendimento dos modelos físicos apresentados nas discussões. Eles sinalizaram exemplos e desenvolveram resoluções de problemas que operacionalizaram os conceitos com as variáveis através de relações embasadas na teoria que foi apresentada. Portanto, pode-se identificar, nos referidos livros de Física I, três núcleos de sentido: as variáveis, as relações e os conceitos da dinâmica clássica.

O quadro 1 explicita quais são os elementos que compõem os núcleos de sentido que foram identificados.

Quadro 1 - Identificação dos elementos dos núcleos de sentido no conteúdo de dinâmica

Núcleo de sentido	Elemento
Variáveis (operacionalização dos conceitos)	Massa Vetor Força Força resultante Força gravitacional Força normal Força centrípeta Força elástica Força de atrito estático Força de atrito cinético Tração Torque Momento de inércia Vantagem mecânica
Relações	Soma de forças Diagrama vetorial Decomposição de forças em eixos cartesianos Equações relacionando forças Ângulos e suas projeções em eixos cartesianos Forças em equilíbrio Forças internas e forças externas
Conceitos	Referencial Inercial 1ª Lei de Newton 2ª Lei de Newton 3ª Lei de Newton 2ª Lei de Newton para Rotações

Núcleo de sentido	Elemento
Conceitos	Natureza das forças Partícula material Corpo rígido Centro de massa Torque Momento de inércia Equilíbrio de translação Equilíbrio de rotação Máquinas simples Vantagem mecânica

Fonte: a autora, 2022.

5. METODOLOGIA

A dissertação, até o presente, buscou apresentar os conceitos de competência e habilidade de Perrenoud (1999) por sua importância para a construção do PLADIS da disciplina de Física I do CFO LEMB. Também buscou explicitar as características dos problemas abertos, conforme destacado por Gil (1992), Echeverría (1998), Pozo (2002), Lamarque (2010) e Clement (2012). Os problemas foram usados, como instrumento de coleta de dados, por evidenciarem, em suas soluções propostas, determinados aspectos que proveram dados importantes para responder à questão de pesquisa. Ainda, procurou-se a identificação das variáveis, das relações e dos conceitos da dinâmica conforme são, comumente, abordados nos livros textos usualmente adotados, em diversos cursos de graduação, na disciplina de Física I, pois a pesquisa trata do mapeamento das habilidades a serem desenvolvidas no conteúdo da dinâmica.

Do exposto, a pesquisa pode ser considerada qualitativa pois segundo Minayo (1997), a abordagem qualitativa trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes e o pesquisador, ao longo do desenvolvimento do seu estudo, trabalha com a matéria-prima das vivências, das experiências, da cotidianidade e analisa as estruturas e as instituições, mas entendem-nas como ação humana objetivada. Também pode ser considerada uma pesquisa exploratória, pois segundo Sampieri (2013) estudos exploratórios tratam de problemas que foram pouco estudados, que temos dúvidas ou que não foram abordados anteriormente e tem por finalidade identificar conceitos ou variáveis promissoras para pesquisas futuras. Portanto, a presente pesquisa é qualitativa e exploratória.

Consolidado o painel teórico exposto, foram consultados manuais e cadernos de instrução militares para a construção de quatro problemas abertos relacionados a contextos militares e ao conteúdo de dinâmica.

Os problemas abertos foram apresentados a nove respondentes que cursaram a disciplina de Física I em sua graduação e são experientes em suas respectivas áreas de atuação, alinhadas com a área de interesse da pesquisa. Portanto, conforme Lamarque (2010), eles são considerados especialistas.

Os especialistas propuseram um total de vinte soluções para quatro problemas abertos. Todas as soluções foram submetidas à análise de conteúdo de

Bardin (2016) que, tendo como parâmetros as variáveis, as relações e os conceitos da dinâmica clássica, forneceu índices para identificar as unidades de registro e suas correspondentes unidades de contexto que, posteriormente, foram agrupados em oito temas primários. Por fim, os temas primários foram agrupados em quatro categorias segundo critérios não definidas *a priori* com base na dinâmica clássica.

Através da verificação da saturação proposta por Fontanella (2008), foi confirmado que o tamanho da amostra, com nove especialistas, era adequado para responder e aprofundar à questão da presente pesquisa.

O conceito de competências e habilidades de Perrenoud (1999), a proposta de descrição de competências proposta por Brandão (2020), as competências explícitas no PLADIS de Física I do CFO LEMB, os contextos militares em que os problemas abertos foram propostos e as quatro categorias identificadas auxiliaram a descrição operacional das habilidades. Ao final, foram mapeadas oito habilidades que devem ser desenvolvidas no conteúdo de dinâmica.

Uma descrição detalhada da metodologia da pesquisa e da análise dos resultados são feitas a seguir.

5.1 DELIMITAÇÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA

A pesquisa teve como matéria prima a práxis militar do oficial combatente em sua vivência profissional, e os processos cognitivos dos especialistas. A identificação das habilidades relacionadas ao conteúdo de dinâmica, possibilita que a abordagem desse conteúdo, na disciplina de Física I, esteja mais próximo da realidade profissional do oficial e a torne mais significativa para os alunos do CFO LEMB, o que poderá ser verificado através de pesquisas futuras.

5.2 A AMOSTRA

Uma população é constituída de todos os casos que atendem determinadas especificações e a amostra é um subgrupo dela. Os dados são coletados na amostra e ela deve ser delimitada de modo a representar a população (Sampieri, 2013).

Na presente pesquisa, a população foi composta por nove profissionais que cursaram a disciplina de Física I em seu curso de graduação, são experientes em suas respectivas áreas de atuação, sendo áreas alinhadas com o interesse da pesquisa, e,

por tanto, eles são considerados especialistas. A amostra não foi probabilística, pois os especialistas foram escolhidos de acordo com as características da pesquisa, ela foi composta por nove especialistas e o seu fechamento, isto é, a delimitação da quantidade representativa da população, para o presente estudo, foi feita por saturação.

A partir de uma investigação do perfil profissional e acadêmico de pessoas do conhecimento pessoal da pesquisadora, foi feita a escolha dos participantes. Profissionais ligados a determinadas áreas do conhecimento que necessitam de conceitos da Física, como profissionais graduados em Bacharelado ou Licenciatura em Física, Química, Matemática, Engenharia e Ciências Militares cursaram, na sua graduação, a disciplina de Física I.

O contato inicial entre a pesquisadora e nove especialistas foi feito pessoalmente. No contato inicial, ocorreu a confirmação de que o possível participante havia cursado a disciplina de Física I na sua formação e, então, foi convidado a participar da pesquisa. A partir do aceite do profissional, foi possível entregar, em mãos, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e os problemas abertos, e, posteriormente, receber as soluções propostas por ele. Quatro problemas abertos foram apresentados a eles de modo que, cada um, respondesse a, pelo menos, dois deles. O material analisado foi composto pelas soluções propostas aos problemas abertos pelos especialistas.

5.2.1 O CONCEITO DE ESPECIALISTA

Meuser e Nagel (1991, apud Weller, 2013) afirmam que o indivíduo será considerado especialista a partir do interesse ou objetivo particular do estudo em questão, portanto ele deve estar trabalhando no campo delimitado pela pesquisa para ser capaz de contribuir com dados pertinentes aos questionamentos colocados pelo pesquisador.

Os profissionais, chamados de especialistas, conforme colocado por Lamarque (2010), envolvem-se em um processo de reflexão mais profunda sobre uma situação ou um problema, em comparação com os não especialistas, e escolhem uma determinada sequência de passos ou etapas cognitivas em suas soluções. As etapas explicitadas, na solução, evidenciam as competências e as habilidades que os especialistas possuem na área e que foram mobilizadas por eles.

5.2.2 A ESCOLHA DOS ESPECIALISTAS

A pesquisa foi realizada com a participação de profissionais que cursaram a disciplina de Física I em seu curso de graduação e são experientes em suas respectivas áreas de atuação relacionadas com o objeto de pesquisa. Eles foram convidados a propor soluções para problemas abertos contextualizados nas práticas militares. Os participantes foram profissionais ligados a áreas da: Engenharia, Ciências Militares, Ciências Naturais e Exatas. Portanto, os indivíduos convidados a participar da pesquisa eram bacharéis ou licenciados nessas áreas. Eles atuam ou atuaram, efetivamente, em vários momentos, na preparação ou na execução de atividades profissionais que envolveram o conteúdo de dinâmica, o que, naturalmente, ocorre nas atividades profissionais desses indivíduos.

Como os especialistas se envolveram em um processo de reflexão mais profunda sobre os problemas abertos propostos, escolheram e explicitaram uma determinada sequência de etapas cognitivas em suas soluções, e, conseqüentemente, forneceram os dados necessários para realizar a identificação das categorias, através da análise de conteúdo de Bardin (2016), e, o posterior, mapeamento das habilidades.

5.3 A CONSTRUÇÃO DOS PROBLEMAS ABERTOS

A escolha de problemas abertos como ponto de partida para o mapeamento das habilidades se justifica pelo fato de serem úteis para conhecer os modelos interpretativos de onde os respondentes partem para solucioná-los, conhecer os caminhos cognitivos percorridos para a solução e a capacidade crítica de avaliá-los (Crespo, 1998). Para a elaboração dos problemas abertos, foram usados como referencial teórico os trabalhos sobre problemas investigativos de Gil (1992), Crespo (1998), Echeverría (1998) e Clement (2012).

Foram propostos aos especialistas, problemas abertos relacionados ao conteúdo de dinâmica e contextualizados nas atividades da profissão militar. Segundo Machado (2002, p.143), as competências e, conseqüentemente, as habilidades são caracterizadas no âmbito em que se exercem e estão vinculadas no contexto em que se manifestam. As habilidades relacionadas ao conteúdo de dinâmica estão presentes nas atividades militares que efetivamente envolvem os conceitos deste conteúdo.

Os manuais e cadernos de instrução militares forneceram os contextos das atividades da profissão militar porque, conforme preconizado pela Diretoria de Ensino e Cultura do Exército Brasileiro (DECEX, 2021), a Doutrina Militar Terrestre, que compreende o conjunto de valores, princípios, conceitos básicos, normas, métodos e processos que visa orientar a organização, o preparo e o emprego da Força Terrestre, é difundida por meio de manuais de campanha, manuais técnicos, cadernos de instrução, notas e instruções de coordenação doutrinária. Foram escolhidos, especificamente, os manuais e os cadernos de instrução militares que fazem parte do 1º e 2º anos do curso de formação do oficial, pois constituem um corpo de conhecimentos básicos, de natureza militar, e obrigatórios a todo oficial combatente. O quadro 2, indica a relação entre o Manual ou o Caderno de Instrução Militar, o conteúdo de dinâmica nele abordado, o contexto militar correspondente e o problema aberto proposto.

Quadro 2 - Relação entre o Manual Militar ou o Caderno de Instrução, o conteúdo de dinâmica nele abordado, o contexto militar correspondente e o problema aberto proposto.

Manual Militar/Caderno de Instrução	Conteúdo de dinâmica	Contexto Militar	Problema Aberto
C 5-34: Vade-Mécum de Engenharia (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2000)	-Vetores; - Força e Sistema de Forças; - Movimento de um Corpo Rígido.	Montagem de talhas simples ou compostas para o içamento de cargas.	Em uma operação, um blindado ficou atolado em um terreno arenoso. Como você faria para desatolá-lo, se ele oferece uma resistência ao movimento equivalente ao triplo do seu peso?
CI 17-10/6: Manobra de Força (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2002)	- Vetores; - Força e Sistema de Forças; - Movimento de um Corpo Rígido.	Executar, com segurança, manobras de força utilizando cordas, cabos ou correntes com a combinação com talhas e alavancas para movimentar ou içar cargas pesadas.	Em uma operação, um blindado ficou atolado em um terreno arenoso. Como você faria para desatolá-lo, se ele oferece uma resistência ao movimento equivalente ao triplo do seu peso?

Manual Militar/Caderno de Instrução	Conteúdo de dinâmica	Contexto Militar	Problema Aberto
C 8-35: Transporte de Doentes e Feridos (MINISTÉRIO DA DEFESA, 1991)	- Vetores; - Força e Sistema de Forças; - Movimento de um Corpo Rígido.	Transporte de feridos utilizando maca, cordas e roldanas em regiões de difícil acesso com aclive ou declive.	Ocorreu um acidente em um local de difícil acesso e você precisa transportar as vítimas. Como você faria para descer um ferido, com segurança, ao longo de um penhasco?
C 21-78: Transposição de Obstáculos (MINISTÉRIO DA DEFESA, 1980)	- Vetores; - Força e Sistema de Forças; - Movimento de um Corpo Rígido.	Executar, com segurança, ações para transpor obstáculos utilizando cordas, mosquetões, freios oito, poncho, pano de barraca e roldanas	Você precisa descer um declive moderado e utilizar a técnica de <i>rappel</i> rápido. Para manter o equilíbrio do seu corpo na posição quase horizontal durante a descida e não bater contra a encosta e/ou cair, o que você deve observar e fazer?
IP 21-80- Sobrevivência na Selva (MINISTÉRIO DA DEFESA, 1999)	- Vetores; - Força e Sistema de Forças; - Movimento de um Corpo Rígido	Executar técnicas, como montagem de abrigos, que possibilitem a sobrevivência do combatente, especificamente, na Selva Amazônica	Você precisa construir um abrigo semipermanente para sobreviver na selva e o fará utilizando material da própria selva. Qual montagem e quais procedimentos você faria para construir esse abrigo?

Fonte: a autora (2021)

Foram construídos quatro problemas abertos que foram propostos aos especialistas. Eles constam nos apêndices C, D, E e F.

Cabe ressaltar que, para atender as boas práticas em pesquisa, estudos que envolvam seres humanos devem passar pelo Comitê de Ética em Pesquisa antes da coleta de dados. O projeto da presente pesquisa, com o número é 5.272.011, foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Educação da UNICAMP e sendo o protocolo aprovado pelo CEP, conforme consta no anexo U. Somente após a aprovação pelo Comitê, os problemas abertos foram encaminhados aos especialistas. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que consta no apêndice B.

5.4 A ANÁLISE DE CONTEÚDO

A finalidade da análise do conteúdo, na presente pesquisa, foi possibilitar a identificação das categorias que auxiliaram o mapeamento das habilidades mobilizadas pelos especialistas na solução para os problemas abertos propostos.

Para a análise dos componentes das soluções dadas pelos especialistas foi utilizado o processo de categorização de análise de conteúdo de Lawrence Bardin (2016).

Bardin (2016, p.44) define a análise do conteúdo como “um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens” cuja finalidade é “a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou, eventualmente, de recepção), inferência esta que recorre a indicadores (quantitativos ou não)”.

Bardin (2016) ainda argumenta que respostas a questionários de inquéritos, testes, experiências etc. são documentos que se sujeitam à análise de conteúdo e, a partir dela, a inferência vai permitir determinar o que levou a um determinado enunciado da resposta e quais seriam os possíveis efeitos desse enunciado para o contexto. O processo de categorização desenvolvido na análise de conteúdo é definido por Bardin (2016, p.147) da seguinte maneira:

A categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos. As categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão das características comuns desses elementos.

Franco (2021) afirma que a criação de categorias de análise é um processo longo que implica idas e vindas da teoria ao material de análise e vice-versa. Franco (2021) também coloca que os resultados da análise de conteúdo devem atender aos objetivos da pesquisa com base no conteúdo manifesto, explícito e no conteúdo “oculto” na mensagem.

A análise de conteúdo é dividida em etapas: a pré-análise, a exploração do material, o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

Na pré-análise, ocorre a escolha dos documentos que irão compor o *corpus*, que, para Bardin (2016), é o conjunto de documentos que serão submetidos aos

procedimentos analíticos. Para que a constituição do *corpus* seja adequada aos objetivos da pesquisa, ele precisa atender às seguintes regras:

- exaustividade - todos os elementos do *corpus* devem ser considerados para a análise;
- representatividade - a amostra deve ser representativa do universo inicial dos elementos elegíveis para a pesquisa;
- homogeneidade - a escolha do *corpus* obedece a um critério e todos os seus elementos devem ser homogêneos em relação a esse critério;
- pertinência - o *corpus* deve ser adequado enquanto fonte de informação para a pesquisa.

O contato inicial com o *corpus*, em que o pesquisador deixa-se invadir por impressões e orientações, Bardin (2016) chama de leitura flutuante. Franco (2021) afirma que, na leitura flutuante, o pesquisador deve deixar-se tomar por impressões, representações, emoções, conhecimentos e expectativas. Essa leitura é uma fase inicial e necessária da investigação.

Durante a pré-análise, também ocorre a formulação de hipóteses e objetivos que irão guiar a análise. Ressalta-se que a formulação das hipóteses pode ocorrer de modo exploratório, ao longo dos procedimentos de análise, e não, necessariamente, estar pré-estabelecido. Os objetivos da análise, com base em um quadro teórico, orientam a finalidade dos resultados a serem obtidos.

Ainda, no trabalho preparatório, deve-se escolher os índices, que serão explicitados de acordo com a teoria que orienta os objetivos, e a sua posterior organização sistemática em indicadores. Franco (2021) afirma que o índice pode ser uma menção de um tema em uma mensagem, de maneira explícita ou não, e o indicador correspondente poderia ser a frequência da presença desse tema no material. A pré-análise é finalizada com a preparação adequada do material de modo a facilitar a sua manipulação na etapa analítica.

Na exploração do material, ocorre a ação das técnicas de análise no *corpus*. Serão feitos os recortes das unidades de registro, aplicadas as regras de codificação ou enumeração, a classificação e a agregação dos elementos em categorias.

Segundo Bardin (2016), a unidade de registro, que pode ser de natureza e dimensão variável, é uma unidade de significação recortada do material. Ela é a unidade base para a análise de conteúdo e, as mais comumente usadas são a palavra, o tema, o objeto, o personagem, o acontecimento e o documento.

Ao se extrair a unidade de análise do *corpus*, alguma informação sempre é perdida, e para retomar a circunstância de onde veio essa unidade, foi definida a sua unidade de contexto. A unidade de contexto, afirma Bardin (2016), tem dimensão superior à unidade de registro e permite compreender o significado exato desta no contexto da mensagem. A dimensão da unidade de contexto, escolhida em consonância com a teoria que orienta a pesquisa, deve obedecer aos critérios de custo e de pertinência. Deve possuir uma dimensão ideal para fazer compreender, no recorte da mensagem, as respectivas unidades de registros; de modo que não pode ser tão grande que abarque unidades de registro de outros contextos nem tão pequena que se torne inadequada para o objetivo do estudo. Para Franco (2021), ao caracterizar as unidades de contexto, estamos explicitando o pano de fundo a partir do qual a mensagem foi elaborada.

As regras de codificação e enumeração precisam ser definidas de maneira a atender a correspondência mais pertinente. Para tanto, Bardin (2016, p. 143) destaca que:

Qualquer escolha de uma regra (ou de várias regras) de enumeração assenta numa hipótese de correspondência entre a presença, a frequência, a intensidade, a distribuição, a associação da manifestação da linguagem e a presença, a frequência, a intensidade, a distribuição, a associação de variáveis inferidas, não linguísticas.

Após o recorte das unidades de registro e definidas as regras de codificação e enumeração, passa-se à classificação dos elementos em categorias observando o que cada um deles tem em comum. O agrupamento é um procedimento feito a partir do que há de comum entre as unidades de registro em seus respectivos contextos.

As categorias podem ser criadas *a priori* ou não definidas *a priori*. Franco (2021) afirma que categorias e seus indicadores criados *a priori* são predeterminados em função da busca de uma resposta específica do investigador. Categorias não definidas *a priori* surgem do conteúdo das respostas a partir das constantes ida e volta do *corpus* à teoria; as categorias vão sendo construídas à medida que surgem nas respostas, para serem interpretadas de acordo com a teoria que orienta a análise.

Bardin (2016) afirma que categorias boas devem atender às seguintes condições:

- exclusão mútua - um elemento de uma categoria não pode pertencer a outra categoria. Os critérios de inclusão nas categorias precisam ser completamente distintos;
- homogeneidade - a categoria deve possuir um único critério de inclusão para os seus elementos;
- pertinência - as categorias devem ser adequadas ao material de análise escolhido e às intenções da investigação;
- objetividade e fidelidade - a definição das variáveis e dos índices que determinam o pertencimento de um elemento numa categoria devem ser claros. Assim, um mesmo material, submetido a várias análises, deve ser codificado da mesma maneira;
- produtividade - a categoria fornece resultados que contribuem com índices de inferências, novas hipóteses e dados exatos.

No tratamento dos resultados, nas interpretações e nas inferências, ocorre a utilização dos resultados obtidos na análise com a finalidade de atender os objetivos definidos previamente.

As inferências realizadas com base nas mensagens contidas no material, e que foram feitas ao longo da análise, têm uma profunda relevância. Pois, os resultados encontrados devem ser ricos e fornecer informações suplementares relativas à mensagem contida no *corpus*. Bardin (2016) ainda afirma que a análise de conteúdo pode realizar-se a partir das significações que a mensagem fornece, seja através dos códigos que contêm, suportam e estruturam estas significações ou significações escondidas nos códigos que a análise procura extrair. Franco (2021) também enfatiza que, na análise de conteúdo, o tratamento das mensagens é realizado para se inferir, de maneira lógica, conhecimentos que extrapolam o conteúdo primeiro das mensagens pois podem estar associados a outros elementos; e que produzir inferências é a razão de ser da análise de conteúdo.

6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

Na presente pesquisa, o processo de categorização de análise de conteúdo, com fundamento em Bardin (2016), foi a técnica de análise aplicada às soluções propostas. Ela consistiu em, primeiramente, uma diferenciação dos elementos que compõem a mensagem para, em seguida, agrupá-los em categorias cujos elementos têm uma propriedade comum de acordo com a teoria que serve de guia na análise (Bardin, 2016). O objetivo da análise foi inferir as informações que estavam implícitas na mensagem. A dinâmica clássica foi a teoria que guiou o processo de categorização. A partir de quatro categorias identificadas foi possível inferir informações para, posteriormente, mapear as habilidades procuradas.

Os documentos sob análise, que constituíram o *corpus*, foram as soluções propostas pelos especialistas aos problemas abertos. A inferência permitiu determinar os núcleos esquemáticos cognitivos escolhidos pelos especialistas para solucionar os problemas. A partir da análise, foram estabelecidos os índices que, em conjunto com a teoria da dinâmica clássica, possibilitaram a identificação das unidades de registro que foram organizados sistematicamente em seus contextos correspondentes. Tendo os contextos como pano de fundo, as unidades de registro foram agrupadas em temas primários e, estes, em categorias que auxiliaram na construção das principais habilidades a serem desenvolvidas no conteúdo de dinâmica.

A constituição do *corpus* foi adequada ao objetivo da pesquisa pois atendeu às seguintes regras: exaustividade, pois todas as soluções propostas pelos especialistas foram consideradas para a análise; representatividade, pois a amostra foi composta por nove especialistas e o seu fechamento, isto é, a sua delimitação de quantidade representativa da população foi feita por saturação; homogeneidade, pois o *corpus* foi constituído por vinte soluções propostas por especialistas que atenderam aos critérios de terem cursado a disciplina de Física em seu curso de graduação e serem experientes em suas respectivas áreas de atuação; pertinência, pois, nas soluções propostas pelos especialistas, os esquemas cognitivos explicitados nas etapas de soluções evidenciaram as habilidades procuradas.

6.1 A CODIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS E DOS ESPECIALISTAS

Cada especialista respondeu a, pelo menos, dois dos quatro problemas abertos propostos. O quadro 3 faz uma descrição sumária de cada problema proposto.

Quadro 3 - Problema aberto proposto, sua respectiva descrição e código.

Problema aberto	Descrição do problema	Código
1	Transporte de ferido em uma padiola com a transposição de obstáculos.	P1
2	Descida de uma encosta utilizando cordas com a técnica de <i>rappel</i> .	P2
3	Utilização de cordas e talhas para desatolar blindados.	P3
4	Construção de abrigos semipermanentes utilizando materiais da selva amazônica.	P4

Fonte: a autora, 2023.

O quadro 4 indica os problemas abertos que foram propostos e respondidos por cada especialista. Os nove especialistas foram numerados de 1 a 9 e passaram a ser identificados pelo seu respectivo número.

Quadro 4 – Associação entre os especialistas e os respectivos problemas abertos propostos.

Especialista	Problema aberto
1	P3, P4
2	P1, P2, P4
3	P3, P4
4	P1, P2, P4
5	P1, P2

Especialista	Problema aberto
6	P1, P2
7	P1, P2
8	P1, P2
9	P3, P4

Fonte: a autora, 2023.

6.2 A IDENTIFICAÇÃO E A CODIFICAÇÃO DAS UNIDADES DE REGISTRO

O *corpus* foi constituído por vinte propostas de soluções e todas foram consideradas e analisadas em sua íntegra. Foi realizada a leitura flutuante das soluções propostas pelos especialistas para que, em uma primeira impressão, fossem identificados os enunciados, as variáveis, os elementos e as relações que dessem indícios de possíveis unidades de registro que atendessem o objetivo da pesquisa. Os objetivos da pesquisa estabeleceram quais dados deveriam ser categorizados. O tipo de unidade de registro mais adequado ao estudo em questão foi o tema pois, segundo Bardin (2016), temas são unidades de significação que se constituem em núcleos de sentido segundo critérios relativos à teoria que orienta a leitura do material; e são utilizados para estudar as respostas a questões abertas evidenciando motivações de opiniões, de atitudes, de valores, de crenças, de tendências etc. Embora os problemas fossem distintos, as suas respectivas soluções compartilharam os mesmos núcleos de sentido que estavam relacionados às variáveis, relações e conceitos da dinâmica

Na etapa analítica de divisão do *corpus*, a escolha das unidades de registro foi baseada em uma regra de recorte de sentido dentro da mensagem. A regra foi identificar todos os elementos representativos, variáveis, enunciados, relações e conceitos da teoria da dinâmica clássica que tivessem sido utilizados, de maneira explícita ou implícita, no desenvolvimento das soluções propostas.

Importante ressaltar que o conhecimento das variáveis, relações, conceitos e teorias da dinâmica possibilitou, nas soluções propostas pelos especialistas, a identificação dos índices, ou o guia para reconhecer as unidades de registro.

Na análise do material, foram identificadas quatro formas distintas através das quais os especialistas apresentaram as soluções para os problemas propostos: apenas textos explicativos; apenas equações e desenhos esquemáticos; textos explicativos em consonância com equações e desenhos esquemáticos; e textos explicativos com a indicação de desenhos esquemáticos mencionados no enunciado do problema.

Dependendo da forma de como a solução foi apresentada, foram identificadas as seguintes unidades de registro: palavras, frases, conceitos físicos explícitos e implícitos, equações físicas, desenho de cordas, desenho de roldanas, desenho de ângulos, desenho de moitões e cadernais, desenho de diagramas vetoriais representando forças, desenho dos pontos de ancoragem, desenhos de amarração de cordas e desenhos de corpos rígidos. Todos eles compuseram o conjunto de enunciados, de elementos, de variáveis, de relações e de conceitos, que foram escolhidos como unidades de registro, conforme listados nos quadros 5, 6, 7 e 8. A leitura das soluções propostas aos problemas abertos foi feita de modo a extrair o maior número possível de informações relevantes para a pesquisa.

Para Flick (2009), a confiabilidade de um processo de pesquisa, que visa tornar os dados mais transparentes, exige que se deixe claro o que é declaração do entrevistado e o que já é interpretação do pesquisador. Portanto, cabe a ressalva de que a leitura das equações e dos desenhos esquemáticos, em seus contextos, baseou-se exclusivamente nos conceitos da dinâmica clássica para que, ao serem traduzidos em unidades de registro em formato de palavras, mantivessem a intenção do respondente. Porém, nessa tradução, inevitavelmente, ocorreu a interpretação da pesquisadora sobre as equações e os desenhos esquemáticos, mas tendo sempre como referência os conceitos da dinâmica clássica para resguardar a equivalência entre o sentido físico das equações e desenhos expressos pelo especialista e a tradução, em palavras, da unidade de registro.

A codificação das unidades de registro, nos quadros 5, 6, 7 e 8, obedeceu à seguinte regra: número do especialista que propôs a solução seguido do código do problema aberto proposto e da numeração corrida da unidade de registro identificada para o conjunto especialista e problema. Como exemplo, uma unidade de registro com o código 2P3.7, significa que ela foi construída pelo especialista 2 ao responder o problema aberto P3 e essa é a sétima unidade de registro identificada na resposta.

Quadro 5 - Relação das unidades de registro/codificação, na solução do problema aberto P1, por especialista.

Especialista	Unidades de registro/codificação
2	Travessia de ferido sobre um curso d'água. -Texto explicativo: toras de madeira com mesma espessura para manter o paciente o mais plano possível/2P1.1, estabilidade/2P1.2, força de arraste/2P1.3, flutuabilidade/2P1.4, comprimento dos troncos maior do que a largura da padiola para aumentar a estabilidade (corpo rígido) /2P1.5, amarrar uma corda em cada uma das extremidades da padiola para puxar/2P1.6, amarração de cordas/2P1.7, ancoramento da corda de um lado a outro do rio/2P1.8, mosquetões prendendo as cordas/2P1.9, padiola presa a uma corda de segurança/2P1.10, tração/2P1.11, peso/2P1.12, empuxo/2P1.13.
4	Elevação de ferido. -Equações e desenhos esquemáticos: diagrama de forças/4P1.1, decomposição de forças/4P1.2, ancoragens/4P1.3, peso/4P1.4, massa/4P1.5, tração/4P1.6, ângulos entre as cordas/4P1.7, deslocamento do paciente com velocidade constante na vertical/4P1.8, relação entre as trações nas cordas para o controle de velocidade/4P1.9, estabilidade do paciente/4P1.10, desenho do corpo rígido padiola e vítima/4P1.11.
5	Elevação de ferido. -Texto explicativo: encosta vertical de altura H/5P1.1, decomposição de forças para a situação em equilíbrio/5P1.2, estabilidade/5P1.3, corda suficientemente longa/5P1.4, estabilidade da padiola e vítima/5P1.5, avaliar a altura da encosta pelo comprimento da corda/5P1.6, a tração é minimizada para um ângulo de 0° com o eixo vertical e um ângulo de 90° entre as trações das cordas de estabilidade e o eixo vertical (estimar o melhor ângulo entre as trações e o eixo vertical para minimizar os valores das trações)/5P1.7, estimar um ângulo de 45° entre as trações das cordas de estabilidade e o eixo vertical como sendo razoável/5P1.8, estimar o comprimento da corda a partir do melhor ângulo/5P1.9, estimar o comprimento da corda única que amarra a padiola e a vítima/5P1.10, três pontos de apoio na padiola/5P1.11, pontos de ancoragem/5P1.12, estimar

Especialista	Unidades de registro/codificação
5	o peso total da corda que amarra padiola e paciente/5P1.13, estimar o comprimento da corda que suspende o paciente/5P1.14, ponto de ancoragem na parte superior da encosta vertical/5P1.15, minimizar atrito entre a corda e pontos de ancoragem ou apoio com tecido e lubrificação/5P1.16, tração mínima para um ponto de apoio/5P1.17, projeção das trações agindo no ponto de apoio/5P1.18, estimar o ângulo entre as trações mínimas/5P1.19, coeficiente de atrito/5P1.20, mudança do sentido da força de atrito de acordo com a tendência ao movimento/5P1.21, estimar valores/5P1.22, escolha da corda/5P1.23, mais pontos de apoio exigem maior resistência da corda/5P1.24, peso/5P1.25, tração/5P1.26, atrito/5P1.27. -Equações e desenhos esquemáticos: diagrama de forças/5P1.28, equilíbrio de forças/5P1.29, ponto de apoio/5P1.30, tração/5P1.31, ângulos entre trações e o eixo vertical/5P1.32, projeção das trações/5P1.33, condição de equilíbrio de translação/5P1.34, cálculo do comprimento da corda de controle/5P1.35, cordas/5P1.36, esquema de cordas para controle de estabilidade/5P1.37, estimativa do comprimento da corda única que amarra padiola e paciente/5P1.38, diagrama das cordas em torno da padiola e da vítima/5P1.39, nós e amarrações na padiola/5P1.40, pontos de apoio na padiola/5P1.41, cálculo do comprimento da corda única necessária para amarrar a padiola e o paciente/5P1.42, ângulo entre as trações no ponto de apoio/5P1.43, diagrama de forças no ponto de apoio/5P1.44, desenho do corpo rígido padiola e vítima/5P1.45, peso/5P1.46, atrito/5P1.47, desenho do corpo rígido do apoio e cordas/5P1.48
6	Elevação de ferido. -Texto explicativo: terreno elevado/6P1.1, declive de 40° e 20 m de comprimento/6P1.2, corda/6P1.3, mosquetão/6P1.4, cadernal/6P1.5, moitão/6P1.6, mosquetões formando cadernal ou moitão/6P1.7, haste/6P1.8, árvore/6P1.9, comprimento da corda/6P1.10, redução do peso a ser deslocado a quarta parte/6P1.11, transpõem 20 m com 80 m de corda/6P1.12, minimizar atrito/6P1.13, sob a padiola tecido de baixa aderência/6P1.14, peso /6P1.15, atrito/6P1.16, tração/6P1.17, 3 moitões

Especialista	Unidades de registro/codificação
6	para a ancoragem e 3 moitões para a padiola/6P1.18, pontos de ancoragem/6P1.19.
7	Elevação de ferido. -Texto explicativo: verificação das condições de segurança do material/7P1.1, se a quantidade de material é suficiente/7P1.2, o que deve ser instalado/7P1.3, montado, instalado e amarrado primeiro/7P1.4, cordas/7P1.5, polias/7P1.6, amarrar a padiola nas cordas/7P1.7, posicionamento do pessoal para a transição (que traciona) /7P1.8, segurança do ferido com mínimo de desgaste do material/7P1.9, tração/7P1.10, peso/7P1.11 -Desenho contido no enunciado do problema: indicou a escolha da figura 2-corda/7P1.12, tração/7P1.13, ancoragem/7P1.14, peso/7P1.15, corda de segurança/7P1.16, equilíbrio de translação/7P1.17, desenho de corpo rígido paciente e padiola/7P1.18, distribuição da posição das cordas no içamento do ferido/7P1.19.
8	Elevação de ferido. -Texto explicativo: verificar o tamanho da corda e a quantidade de mosquetões/8P1.1, procurar ponto de ancoragem que suporte a parte da força para subir/8P1.2, peso do ferido e peso da padiola/8P1.3, montar um sistema de moitão/8P1.4, usar mosquetão fixo para mudar o sentido da força que puxa o ferido/8P1.5, força para subir/8P1.6, dependendo do local, usar mosquetões para mudar o sentido da força que puxa o ferido/8P1.7, força que puxa/8P1.8, levar em consideração o tamanho da corda e os pontos de ancoragem para dimensionar a quantidade de mosquetões/8P1.9.

Fonte: a autora, 2023.

Quadro 6 - Relação das unidades de registro/codificação, na solução do problema aberto P2, por especialista.

Especialista	Unidades de registro/codificação
2	<i>Rapell.</i> -Texto explicativo: a corda não afrouxe e perca a força de contato com o corpo/2P2.1, luva de proteção contra o atrito da mão com a corda/2P2.2, tensão na corda/2P2.3, força de atrito/2P2.4, corpo perpendicular à superfície para otimizar a força normal e aumentar o atrito/2P2.5, força normal/2P2.6, equilíbrio/2P2.7, componente da normal paralela à superfície/2P2.8, decomposição de forças/2P2.9, peso/2P2.10
4	<i>Rapell.</i> -Equações e desenhos esquemáticos: decomposição de forças/4P2.1, tração/4P2.2, normal/4P2.3, peso/4P2.4, ângulo entre a corda e a encosta/4P2.5, equilíbrio estático/4P2.6, centro de massa/4P2.7, ponto de ancoragem/4P2.8, desenho de corpo rígido do militar descendo o plano vertical/4P2.9, diagrama de forças/4P2.10
5	<i>Rapell.</i> -Texto explicativo: posição do centro de massa em relação aos pés/5P2.1, posição do ponto onde a corda é segurada em relação aos pés/5P2.2, forças e torques para que a pessoa fique em equilíbrio estático/5P2.3, atrito/5P2.4, ponto de ancoragem/5P2.5, tração/5P2.6, ângulo entre tração e a vertical/5P2.7, torque/5P2.8, equilíbrio estático/5P2.9, relação entre a máxima normal e a máxima força de atrito estática/5P2.10, o ângulo entre corda e parede para ocorrer o equilíbrio/5P2.11, aumento do coeficiente de atrito/5P2.12, flexão das pernas/5P2.13. peso/5P2.14, normal/5P2.15. -Equações e desenhos esquemáticos: diagrama de forças/5P2.16, pontos de ancoragem/5P2.17, peso/5P2.18, centro de massa/5P2.19, normal/5P2.20, ângulo de inclinação entre o corpo e a normal/5P2.21, força de atrito/5P2.22, altura da pessoa/5P2.23, tração/5P2.24, ângulo entre a corda e a parede/5P2.25, condição de equilíbrio de translação/5P2.26, condição de equilíbrio de rotação/5P2.27, decomposição de forças/5P2.28, braço da alavanca/5P2.29, relação entre

Especialista	Unidades de registro/codificação
5	normal e força de atrito/5P2.30, força normal máxima/5P2.31, atrito máximo/5P2.32, relação entre os ângulos e a máxima normal e máxima força de atrito/5P2.33, desenho de corpo rígido do militar descendo o plano vertical/5P2.34.
6	<i>Rapel.</i> -Texto explicativo: equilíbrio do corpo na posição quase horizontal/6P2.1, pés aderidos à costa/6P2.2, normal/6P2.3, mãos protegidas por luvas/6P2.4, atrito/6P2.5, mãos de frenagem frente ao abdômen/6P2.6, centro de massa/6P2.7, sincronismo entre pés e soltura da corda/6P2.8, equilíbrio/6P2.9, peso/6P2.10.
7	<i>Rapel.</i> -Texto explicativo: pés bem chapados na encosta para ter um atrito máximo/7P2.1, força normal máxima/7P2.2, força de atrito máxima/7P2.3, força de atrito/7P2.4, normal/7P2.5, centro de massa/7P2.6, evitar escorregões/7P2.7, atrito entre corda e mãos do militar/7P2.8, equilíbrio/7P2.9, empurrando a corda em coordenação com o caminhar/7P2.10, tração/7P2.11, peso/7P2.12.
8	<i>Rapel.</i> -Texto explicativo: ancorar a corda/8P2.1, atrito da corda com o mosquetão ajuda no controle da descida/8P2.2, mosquetão/8P2.3, atrito com a corda/8P2.4, inclinação do corpo o máximo possível para apoiar os pés na montanha/8P2.5, equilíbrio na descida/8P2.6, força normal máxima/8P2.7, força de atrito máxima/8P2.8, normal/8P2.9, atrito/8P2.10, tração/8P2.11, peso/8P2.12, sistema moitão com corda/8P2.13.

Fonte: a autora, 2023.

Quadro 7 - Relação das unidades de registro/codificação, na solução do problema aberto P3, por especialista.

Especialista	Unidades de registro/codificação
1	Desatolamento um blindado. -Texto explicativo: talha simples/1P3.1, não precisa cortar os cabos que passam pelas roldanas/1P3.2, fator limitante da vantagem mecânica é o comprimento do cabo/1P3.3, número de roldanas e cabos/1P3.4, metragem de cabo disponível/1P3.5, tamanho do cabo nos diz a quantidade de roldanas/1P3.6, vantagem mecânica/1P3.7, ancoragem em uma árvore que ancora em outras por motivo de segurança e o cabo suporta a tração sem romper/1P3.8, ancoragem suporta a tração aplicada/1P3.9, pontos de ancoragem/1P3.10, polias fixas/1P3.11, polias móveis/1P3.12, ponta de aplicação da força no blindado rebocador/1P3.13, quanto maior a vantagem mecânica, maior será a distância percorrida pelo blindado rebocador/1P3.14, relação entre força, deslocamento e trabalho/1P3.15, força e tração/1P3.16, força de atrito/1P3.17, normal/1P3.18. - Equações e desenhos esquemáticos: diagrama de forças/1P3.19, pontos de ancoragem/1P3.20, talha simples/1P3.21, ponto de aplicação da tração no blindado/1P3.22, distribuição da posição das cordas para desatolar a blindado/1P3.23, tração/1P3.24, desenho de corpo rígido do conjunto blindado atolado e blindado rebocador/1P3.25, lama (força de atrito) /1P3.26, normal/1P3.27.
3	Desatolamento de um blindado. - Equações e desenhos esquemáticos: sistema de polias/3P3.1, cordas/3P3.2, diagrama de forças/3P3.4, pontos de ancoragem/3P3.5, distribuição de forças/3P3.6, condição de equilíbrio de translação/3P3.7, vantagem mecânica/3P3.8, sentido e direção do movimento/3P3.9, peso/3P3.10, tração/3P3.11, direção e sentido do movimento do blindado atolado e do rebocador/3P3.12, peso e tração/3P3.13, desenho de corpo rígido do conjunto blindado atolado, blindado rebocador e pontos de apoio/3P3.14, cordas presas à estrutura do blindado/3P3.15, atoleiro (força de atrito)/3P3.16, normal/3P3.17.

Especialista	Unidades de registro/codificação
9	Desatolamento de um blindado. - Texto explicativo: Cordas muito resistentes, feitas de aço/9P3.1, um risco de arrebentação das cordas/9P3.2, muita energia acumulada nelas durante a atividade/9P3.3, formação que envolvesse uma associação que multiplicasse exponencialmente a força utilizada para desatolar o blindado/9P3.4, saindo do atolamento, a força necessária para puxá-lo começaria a diminuir/9P3.5, tensão sobre os fios e os pontos de apoio seriam máximas/9P3.6, o primeiro movimento sugere que a força mínima para arrastá-lo foi atingida/9P3.7, o blindado que está puxando teria os parâmetros mínimos para iniciar o deslocamento/9P3.8, força mínima atingida/9P3.9, limite do repouso atingido/9P3.10, conhecendo a força mínima o problema poderá ser resolvido com segurança/9P3.11, durante o aumento da força, observar a reação das polias, das árvores e de outro objeto que sirva para ancorar/9P3.12, procedimentos de segurança durante todo processo/9P3.13, se alguma árvore não resistir e for derrubada será um ponto de ancoragem perdido/9P3.14, polias podendo ser arremessadas em alta velocidade/9P3.15, combinação de polias para conseguir uma força sobre o blindado atolado maior/9P3.16, maior quantidade de corda pois envolve mais voltas em torno das polias/9P3.17, maior quantidade de polias envolvidas/9P3.18, possibilita ancorar em pontos de diferentes angulações existentes no terreno/9P3.19, melhor distribuição das forças de tração/9P3.20, com 1P teríamos um ganho de 16P/9P3.21, precisaríamos de uma força mínima da magnitude de 3 toneladas para iniciar o movimento/9P3.22, força de atrito estática/9P3.23, força e atrito dinâmica/9P3.24, peso/9P3.25, normal/9P3.26. - Desenho contido no enunciado do problema: indicou a escolha da figura 6- vários pontos de ancoragem em árvores e estacas/9P3.27, ancoragem no corpo do blindado atolado/9P3.28, talha composta/9P3.29, vantagem mecânica de 16/9P3.30, divisão da força peso pelas polias/9P3.31; indicou a escolha da figura 4 – talha composta/9P3.32, vários cabos distribuindo as tensões/9P3.33, pontos de ancoragem/9P3.34, vantagem mecânica de 16/9P3.35, tensão/9P3.36, peso/9P3.37, atrito/9P3.38, desenho de corpo rígido do conjunto blindado atolado, blindado rebocador e pontos de apoio/9P3.39.

Fonte: a autora, 2023

Quadro 8 - Relação das unidades de registro/codificação, na solução do problema aberto P4, por especialista.

Especialista	Unidades de registro/codificação
1	Construção de abrigo. -Texto explicativo: apoio para a estrutura em duas árvores próximas/1P4.1, telhado de folhas de palmeira/1P4.2, amarração em árvores/1P4.3, relação entre espessura do graveto da base e peso suportado pela base/1P4.4, gravetos superdimensionados para suportar a cobertura/1P4.5, equilíbrio de forças/1P4.6, normal/1P4.7, tensões/1P4.8, peso/1P4.9. - Equações e desenhos esquemáticos: pontos de apoio/P4.10, amarrações/1P4.11, desenho do corpo rígido da estrutura do abrigo/1P4.12, normal/1P4.13, tensões/1P4.14, peso/1P4.15, desenho da estrutura de madeira e folhas trançada e apoiada em árvores/1P4.16
2	Construção de abrigo. -Texto explicativo: madeiras que ficam apoiadas umas nas outras/2P4.1, cama pode ser montada com 9 troncos/2P4.2, dois troncos horizontais acima do solo/2P4.3, o abrigo pode ser montado com 15 troncos/2P4.4, parâmetros importantes: a altura total e o ângulo dos troncos em relação ao solo/2P4.5, a altura deve ser suficiente para cobrir a cama elevada/2P4.6, o ângulo determina o comprimento dos troncos/2P4.7, mais próximo de 90°, menor serão os troncos, mas menor será a normal e a força de atrito comprometendo a estabilidade/2P4.8, aumentando a superfície de contato entre os troncos fazendo um entalhe nos encaixes/2P4.9, estrutura não suporta grandes pesos/2P4.10, cobertura feita de poncho, galhos e folhas/2P4.11, normal/2P4.12, peso/2P4.13, força de atrito/2P4.14. - Equações e desenhos esquemáticos: pontos de apoio/2P4.15, distribuição de forças/2P4.16, diagrama de forças/2P4.17, centro de massa/2P4.18, forças equilibrando a estrutura/2P4.19, equilíbrio de translação/2P4.20, condições de equilíbrio de rotação/2P4.21, força de atrito/2P4.27, desenho do corpo rígido da estrutura do abrigo/2P4.28.

Especialista	Unidades de registro/codificação
3	Construção de abrigo. - Equações e desenhos esquemáticos: treliças/3P4.1, diagrama de forças/3P4.2, ponto de apoio/3P4.3, centro de massa/3P4.4, peso/3P4.5, normal/3P4.6, condições de equilíbrio de translação/3P4.7 condições de equilíbrio de rotação/3P4.8, somatório de forças/3P4.9, força de atrito/3P4.10, braço da força/3P4.11, desenho do corpo rígido da estrutura do abrigo/3P4.12, somatório de momento/3P4.13, decomposição de forças/3P4.14, base enterrada para estabilidade/3P4.15, momento angular/3P4.16, relação entre comprimento da viga e a posição do centro de massa/3P4.17.
4	Construção de abrigo. - Texto explicativo: cada tronco suporta metade do peso da estrutura e do telhado/4P4.1, um metro de cada tronco enterrado para evitar queda da estrutura/4P4.2, cobertura de bambu e folhas entrelaçadas/4P4.3, peso/4P4.4, normal/4P4.5. - Equações e desenhos esquemáticos: condição de equilíbrio de translação/4P4.6, condição de equilíbrio de rotação/4P4.7, diagrama de forças/4P4.8, relação entre peso e normal/4P4.9, centro de massa/4P4.10, pontos de apoio/4P4.11, entrelaçamento dos bambus/4P4.12, centro de massa/4P4.13, normal/4P4.14, peso/4P4.15, desenho do corpo rígido da estrutura do abrigo/4P4.16
9	Construção de abrigo. - Texto explicativo: local para a base/9P4.1, lugar plano de preferência mais alto/9P4.2, no centro do abrigo um tronco vertical enterrado no chão/9P4.3, vala circular de 40 cm de profundidade/9P4.4, apoiar e fixar as folhas de palmeira que serviriam para formar o teto/9P4.5, amarraria a parte de cima com bambus novos flexíveis/9P4.6, peso/9P4.7, normal/9P4.8, tensões/9P4.9, tronco de árvore para ser pilastra central/9P4.10, palmeira para amarração e teto/9P4.11, pedras para base de apoio da cama/9P4.12, folhas secas para ficar macio para dormir/9P4.13

Especialista	Unidades de registro/codificação
9	- Equações e desenhos esquemáticos: pontos de apoio/9P4.14, amarração/9P4.15, desenho da distribuição dos bambus e do tronco central/9P4.16, desenho do corpo rígido do abrigo/9P4.17, equilíbrio de translação/9P4.18, equilíbrio de rotação/9P4.19, peso/9P4.20, normal/9P4.21, tensões/9P4.22.

Fonte: a autora, 2023.

6.3 CODIFICAÇÃO DAS UNIDADES DE CONTEXTO E CORRESPONDÊNCIA COM AS UNIDADES DE REGISTRO

Na presente pesquisa, a identificação das unidades de contexto, constantes do quadro 8, foram feitas a partir das circunstâncias em que as diversas unidades de registro foram explicitadas nas etapas do desenvolvimento das soluções propostas pelos especialistas aos problemas abertos. A escolha das unidades de contexto das várias unidades de registro recortadas da mensagem baseou-se na teoria da dinâmica clássica que serviu como guia de identificação do seu sentido. Portanto, as unidades de contextos foram escolhidas de modo a esclarecer a compreensão do desenvolvimento da operacionalização dos elementos, variáveis, relações e conceitos de dinâmica utilizados nas soluções propostas pelos especialistas.

O quadro 9 explicita a descrição das unidades de contexto e as relaciona com a respectiva codificação.

Quadro 9 - Associação entre a descrição da unidade de contexto e o seu respectivo código.

Descrição da unidade de contexto	Codificação
Forças que foram indicadas, diretamente ou indiretamente, e que atuam no sistema fazendo parte da análise dinâmica do problema.	C1
Representação das forças que atuam no sistema, através de desenhos ou esquemas e que fazem parte da análise dinâmica do problema. Os desenhos ou esquemas representam, de maneira direta ou indireta, a ação das forças sobre os corpos.	C2

Descrição da unidade de contexto	Codificação
Desenhos indicando a projeção, em eixos ortogonais, das forças que, diretamente ou indiretamente, atuam no sistema. A projeção tem a finalidade de verificar o equilíbrio dos corpos em relação à translação e a rotação.	C3
Indicação de enunciados, relações, desenhos ou esquemas que impõem condição de equilíbrio de translação do sistema. A condição de equilíbrio de translação pode ocorrer com o corpo em repouso ou com um vetor velocidade não nulo constante.	C4
Indicação de enunciados, relações, desenhos ou esquemas que impõem a condição de equilíbrio de rotação do sistema. Em todos os problemas propostos, a condição de equilíbrio de rotação imposta, pelos especialistas, foi de que não haveria rotação dos corpos (velocidade angular nula) que compõem o sistema.	C5
Indicação dos materiais necessários para compor a montagem do esquema mecânico da solução proposta.	C6
Indicação de procedimentos, materiais ou montagem de esquema mecânico relacionados à segurança do militar durante a execução da solução proposta.	C7
Indicação de pontos importantes de ancoramento, amarração e nós para que ocorram as condições de equilíbrio dos corpos do sistema.	C8
Indicação de procedimentos, de valores e de estimativas de grandezas físicas que tornam o esquema mecânico da solução proposta mais eficiente durante a sua execução.	C9

Fonte: a autora, 2023.

No quadro 10, as unidades de registro foram associadas às suas respectivas unidades de contexto. Por exemplo, a unidade de registro 2P1.3 está no contexto C1, isto é, a força de arraste foi mencionada em um contexto de indicação de forças que direta ou indiretamente fazem parte da análise dinâmica do problema. A unidade de registro 2P1.5 está no contexto C5, isto é, o comprimento dos troncos maior do que a largura da padiola para aumentar a estabilidade (corpo rígido) está em um contexto

de indicação de enunciados que impõem a condição de equilíbrio de rotação do sistema.

Foi constatado que todas as unidades de contextos identificadas são comuns a unidades de registro pertencentes a soluções de, pelo menos, três dos problemas propostos.

Quadro 10 - Relação entre a unidade de registro e respectiva unidade de contexto.

Unidade de registro	Unidade de contexto
2P1.3, 2P1.11, 2P1.12, 2P1.13, 4P1.4, 4P1.5, 4P1.6, 5P1.20, 5P1.25, 5P1.26, 5P1.27, 5P1.31, 5P1.46, 5P1.47, 6P1.15, 6P1.16, 6P1.17, 7P1.10, 7P1.11, 7P1.12, 7P1.13, 7P1.15, 8P1.3, 8P1.6, 8P1.8, 2P2.3, 2P2.4, 2P2.6, 2P2.10, 4P2.2, 4P2.3, 4P2.4, 5P2.4, 5P2.6, 5P2.14, 5P2.15, 5P2.18, 5P2.20, 5P2.22, 5P2.24, 6P2.2, 6P2.4, 6P2.10, 7P2.4, 7P2.5, 7P2.11, 7P2.12, 8P2.9, 8P2.10, 8P2.11, 8P2.12, 1P3.16, 1P3.17, 1P3.18, 1P3.24, 1P3.26, 1P3.27, 3P3.10, 3P3.11, 3P3.13, 3P3.16, 3P3.17, 9P3.23, 9P3.24, 9P3.25, 9P3.26, 9P3.36, 9P3.37, 9P3.38, 1P4.7, 1P4.8, 1P4.9, 1P4.13, 1P4.14, 1P4.15, 2P4.12, 2P4.13, 2P4.14, 2P4.25, 2P4.26, 2P4.27, 3P4.5, 3P4.6, 3P4.10, 4P4.4, 4P4.5, 4P4.14, 4P4.15, 9P4.7, 9P4.8, 9P4.9, 9P4.20, 9P4.21, 9P4.22.	C1
4P1.1, 4P1.2, 4P1.7, 4P1.8, 5P1.28, 5P1.32, 5P1.37, 5P1.39, 5P1.43, 5P1.44, 7P1.8, 7P1.19, 8P1.5, 8P1.7, 4P2.5, 5P2.7, 5P2.16, 5P2.21, 5P2.25, 1P3.19, 1P3.22, 1P3.23, 3P3.4, 3P3.6, 3P3.9, 3P3.12, 9P3.31, 9P3.33, 2P4.16, 2P4.17, 2P4.23, 3P4.1, 3P4.2, 4P4.8, 4P4.12, 9P4.16, 1P3.19, 1P3.23, 3P3.4, 3P3.6, 3P3.9, 3P3.12, 9P3.32, 9P3.35, 1P4.16, 2P4.16, 2P4.17, 2P4.23, 3P4.1, 3P4.2, 4P4.8, 4P4.12, 9P4.3, 9P4.6, 9P4.16.	C2
4P1.2, 5P1.33, 4P2.1, 5P2.28, 2P4.22, 3P4.14.	C3
2P1.1, 2P1.2, 2P1.4, 4P1.9, 4P1.10, 5P1.2, 5P1.3, 5P1.5, 5P1.18, 5P1.29, 5P1.34, 6P1.11, 6P1.12, 7P1.17, 2P2.7, 2P2.9, 4P2.6, 5P2.9, 5P2.11, 5P2.26, 6P2.1, 6P2.8, 6P2.9,	C4

Unidade de registro	Unidade de contexto
7P2.9, 7P2.10, 8P2.2, 8P2.6, 1P3.4, 1P3.7, 3P3.7, 3P3.8, 9P3.7, 9P3.8, 9P3.9, 9P3.10, 9P3.16, 9P3.21, 9P3.22, 9P3.35, 1P4.9, 2P4.1, 2P4.5, 2P4.7, 2P4.19, 2P4.20, 3P4.15, 3P4.9, 4P4.1, 4P4.6, 9P4.5, 9P4.10, 9P4.18.	C4
2P1.5, 4P1.11, 5P1.45, 5P1.48, 7P1.18, 4P2.7, 4P2.9, 5P2.1, 5P2.2, 5P2.3, 5P2.8, 5P2.19, 5P2.23, 5P2.27, 5P2.29, 5P2.34, 6P2.7, 7P2.6, 1P3.13, 1P3.22, 1P3.25, 3P3.14, 3P3.15, 9P3.28, 9P3.39, 1P4.12, 2P4.18, 2P4.21, 2P4.28, 3P4.4, 3P4.8, 3P4.13, 3P4.16, 3P4.17, 3P4.11, 3P4.12, 4P4.7, 4P4.10, 4P4.13, 4P4.16, 9P4.17, 9P4.19.	C5
5P1.4, 5P1.36, 6P1.3, 6P1.4, 6P1.5, 6P1.6, 6P1.7, 6P1.8, 6P1.9, 6P1.10, 6P1.18, 7P1.2, 7P1.3, 7P1.5, 7P1.6, 8P1.1, 8P1.4, 8P1.9, 8P2.13, 8P2.3, 1P3.1, 1P3.4, 1P3.5, 1P3.6, 1P3.11, 1P3.12, 1P3.21, 3P3.1, 3P3.2, 9P3.1, 9P3.29, 9P3.30, 9P3.31, 9P3.32, 1P4.2, 2P4.3, 2P4.4, 2P4.11, 4P4.3, 9P4.11, 9P4.12, 9P4.13.	C6
2P1.10, 5P1.16, 5P1.23, 6P1.13, 6P1.14, 7P1.1, 7P1.9, 7P1.16, 2P2.1, 2P2.2, 6P2.4, 6P2.6, 7P2.7, 7P2.8, 8P2.4, 1P3.8, 1P3.9, 9P3.2, 9P3.3, 9P3.13, 9P3.14, 9P3.15, 1P4.4, 1P4.5, 2P4.10, 4P4.2, 9P4.1, 9P4.2, 9P4.4.	C7
2P1.6, 2P1.7, 2P1.8, 2P1.9, 4P1.3, 5P1.11, 5P1.12, 5P1.15, 5P1.30, 5P1.40, 5P1.41, 6P1.19, 7P1.7, 7P1.14, 4P2.8, 5P2.5, 5P2.17, 8P2.1, 1P3.10, 1P3.20, 3P3.5, 9P3.27, 9P3.34, 1P4.1, 1P4.3, 1P4.10, 1P4.11, 2P4.2, 2P4.15, 2P4.24, 3P4.3, 4P4.11, 9P4.14, 9P4.15.	C8
5P1.1, 5P1.6, 5P1.7, 5P1.8, 5P1.9, 5P1.10, 5P1.13, 5P1.14, 5P1.17, 5P1.19, 5P1.21, 5P1.22, 5P1.24, 5P1.35, 5P1.38, 5P1.42, 6P1.1, 6P1.2, 7P1.4, 8P1.2, 2P2.5, 2P2.8, 5P2.10, 5P2.12, 5P2.13, 5P2.30, 5P2.31, 5P2.32, 5P2.33, 6P2.2, 7P2.1, 7P2.2, 7P2.3, 8P2.5, 8P2.7, 8P2.8, 1P3.2, 1P3.3, 1P3.15, 9P3.4, 9P3.5, 9P3.6, 9P3.11, 9P3.12, 9P3.17, 9P3.18, 9P3.19, 9P3.20, 2P4.6, 2P4.8, 2P4.9, 4P4.9.	C9

Fonte: a autora, 2023.

Relacionando as unidades de registro com sua respectiva unidade de contexto foi constatado que algumas eram idênticas em termos de significado físico e intenção do especialista. Apesar de terem codificações diferentes, representam a mesma unidade de registro, porém, optou-se por manter os registros individualizados. Neste estudo, tendo em vista a diversidade de maneiras com que os especialistas expressaram a solução dos problemas, indicando muito mais características pessoais do que dados relevantes para a pesquisa, as frequências ou as coocorrências das unidades de registro não foram consideradas para a análise final dos resultados.

Somente com a compreensão da unidade de registro em seu contexto foi possível prosseguir com o processo de categorização, pois essa compreensão forneceu as bases para os critérios dos próximos agrupamentos.

6.4 IDENTIFICAÇÃO DOS TEMAS PRIMÁRIOS E SUA CODIFICAÇÃO

Na presente análise, as categorias não foram definidas *a priori*. Elas foram sendo construídas, inicialmente, a partir da identificação das unidades de registro em seus respectivos contextos, nas soluções dos especialistas. As unidades de registro foram agrupadas em temas primários e, posteriormente, em categorias. Os critérios de agregação foram embasados na teoria da dinâmica clássica, que orientou, desde o início, a análise do *corpus*.

Na categorização, ocorreu uma síntese pois houve um agrupamento dos dados considerando a semelhança ou a analogia entre eles, sempre fundamentada na teoria da dinâmica clássica e no objetivo da pesquisa. O processo foi sendo construído de forma a refinar a categorização e possibilitar uma análise do material a fim de revelar seus detalhes e nuances.

Cada categoria deve ter um único critério de classificação para os seus elementos, mas, pode-se ter categorias iniciais, intermediárias e finais. Elas foram construídas ao longo da análise do material e atenderam aos critérios de classificação durante o processo. Portanto, na próxima etapa, foram identificadas categorias iniciais nomeadas de temas primários. Eles foram criados a partir do reagrupamento das unidades de registro, em seu contexto, segundo critérios claros e definidos de agregação. No quadro 11, constam os temas primários identificados no estudo e a descrição dos correspondentes critérios de agregação das suas unidades de registro.

Quadro 11 - Relação dos temas primários, sua respectiva descrição e codificação.

Tema primário	Descrição	Codificação
Grandezas essenciais	Identificação das forças que atuam no sistema e dos ângulos entre forças e eixos cartesianos.	T1
Combinações de polias, mosquetões e cordas	Identificação das associações de combinações de mosquetões, polias móveis e fixas formando talhas, cadernais e moitões que têm como característica aumentar a vantagem mecânica.	T2
Pontos de ancoragem	Identificação dos pontos onde cordas e cabos podem ser fixados para manter o sistema em equilíbrio.	T3
Representação vetorial das forças do sistema	Desenho ou esquema vetorial das forças que atuam nos corpos que compõem o sistema.	T4
Decomposição de forças	Representação da decomposição das forças que atuam no sistema nos eixos ortogonais.	T5
Equilíbrio de translação	Condições que impõem que a força resultante sobre o sistema seja nula.	T6
Equilíbrio de rotação	Condições que impõem que o torque resultante sobre o sistema seja nula.	T7
Segurança dos procedimentos	Condições dinâmicas em que as forças e os materiais envolvidos no sistema fazem com que a ação ofereça riscos ao militar.	T8

Fonte: a autora, 2023.

No quadro 12, as unidades de registro agregadas foram associadas ao seu respectivo tema primário. Por exemplo, a unidade de registro 2P1.3, do contexto C1,

foi agregada no tema primário T1, isto é, a força de arraste que faz parte da análise dinâmica do problema pertence ao grupamento das forças identificadas que atuam no sistema. A unidade de registro 2P1.5, do contexto C5, foi agregada no tema primário T7, isto é, o comprimento dos troncos maior do que a largura da padiola para aumentar a estabilidade (corpo rígido), que indica condição de equilíbrio de rotação do sistema, pertence ao grupamento de equilíbrio de rotação.

Quadro 12 - Relação entre as unidades de registro em seu contexto e seu respectivo tema primário.

Unidades de registro	Tema primário
2P1.3, 2P1.11, 2P1.12, 2P1.13, 4P1.4, 4P1.5, 4P1.6, 4P1.7, 5P1.20, 5P1.25, 5P1.26, 5P1.27, 5P1.31, 5P1.32, 5P1.46, 5P1.47, 5P1.43, 6P1.15, 6P1.16, 6P1.17, 7P1.10, 7P1.11, 7P1.12, 7P1.13, 7P1.15, 8P1.3, 8P1.6, 8P1.8, 2P2.3, 2P2.4, 2P2.6, 2P2.10, 4P2.2, 4P2.3, 4P2.4, 5P2.4, 5P2.6, 5P2.7, 5P2.14, 5P2.15, 5P2.18, 5P2.20, 5P2.21, 5P2.22, 5P2.24, 5P2.25, 6P2.2, 6P2.4, 6P2.10, 7P2.4, 7P2.5, 7P2.11, 7P2.12, 8P2.9, 8P2.10, 8P2.11, 8P2.12, 1P3.16, 1P3.17, 1P3.18, 1P3.24, 1P3.26, 1P3.27, 3P3.10, 3P3.11, 3P3.13, 3P3.16, 3P3.17, 9P3.23, 9P3.24, 9P3.25, 9P3.26, 9P3.36, 9P3.37, 9P3.38, 1P4.7, 1P4.8, 1P4.9, 1P4.13, 1P4.14, 1P4.15, 2P4.12, 2P4.13, 2P4.14, 2P4.23, 2P4.25, 2P4.26, 2P4.27, 3P4.5, 3P4.6, 3P4.10, 4P4.4, 4P4.5, 4P4.14, 4P4.15, 9P4.7, 9P4.8, 9P4.9, 9P4.20, 9P4.21, 9P4.22.	T1
6P1.4, 6P1.5, 6P1.6, 6P1.7, 6P1.18, 7P1.6, 8P1.1, 8P1.4, 8P1.5, 8P1.7, 8P1.9, 8P.2.3, 8P2.13, 1P3.1, 1P3.2, 1P3.4, 1P3.6, 1P3.7, 1P3.11, 1P3.12, 1P3.14, 1P3.21, 3P3.1, 3P3.8, 9P3.4, 9P3.16, 9P3.17, 9P3.18, 9P3.21, 9P3.29, 9P3.30, 9P3.31, 9P3.32.	T2
2P1.6, 2P1.7, 2P1.8, 2P1.9, 4P1.3, 5P1.11, 5P1.12, 5P1.15, 5P1.30, 5P1.40, 5P1.41, 6P1.19, 7P1.7, 7P1.14, 4P2.8, 5P2.5, 5P2.17, 8P2.1, 1P3.10, 1P3.20, 3P3.5, 9P3.27, 9P3.34, 1P4.1, 1P4.3, 1P4.10, 1P4.11, 2P4.2, 2P4.15, 2P4.24, 3P4.3, 4P4.11, 9P4.14, 9P4.15.	T3

Unidades de registro	Tema primário
4P1.1, 4P1.2, 4P1.8, 5P1.28, 5P1.37, 5P1.39, 5P1.44, 7P1.8, 7P1.19, 4P2.5, 5P2.16, 1P3.19, 1P3.22, 1P3.23, 3P3.4, 3P3.6, 3P3.9, 3P3.12, 9P3.31, 9P3.33, 2P4.16, 2P4.17, 3P4.1, 3P4.2, 4P4.8, 4P4.12, 9P4.16, 1P3.19, 1P3.23, 3P3.4, 3P3.6, 3P3.9, 3P3.12, 9P3.32, 9P3.35, 1P4.16, 2P4.16, 2P4.17, 2P4.23, 3P4.1, 3P4.2, 4P4.8, 4P4.12, 9P4.3, 9P4.6, 9P4.16.	T4
4P1.2, 5P1.33, 4P2.1, 5P2.28, 2P4.22, 3P4.14.	T5
2P1.1, 2P1.2, 2P1.4, 4P1.9, 4P1.10, 5P1.2, 5P1.3, 5P1.5, 5P1.18, 5P1.29, 5P1.34, 6P1.11, 6P1.12, 7P1.17, 2P2.7, 2P2.9, 4P2.6, 5P2.9, 5P2.11, 5P2.26, 6P2.1, 6P2.8, 6P2.9, 7P2.9, 7P2.10, 8P2.2, 8P2.6, 1P3.4, 3P3.7, 9P3.7, 9P3.8, 9P3.9, 9P3.10, 9P3.22, 9P3.35, 1P4.9, 2P4.1, 2P4.5, 2P4.7, 2P4.19, 2P4.20, 3P4.15, 3P4.9, 4P4.1, 4P4.6, 9P4.5, 9P4.10, 9P4.18.	T6
2P1.5, 4P1.11, 5P1.45, 5P1.48, 7P1.18, 4P2.7, 4P2.9, 5P2.1, 5P2.2, 5P2.3, 5P2.8, 5P2.19, 5P2.23, 5P2.27, 5P2.29, 5P2.34, 6P2.7, 7P2.6, 1P3.13, 1P3.22, 1P3.25, 3P3.15, 9P3.28, 9P3.39, 1P4.12, 2P4.18, 2P4.21, 2P4.28, 3P4.4, 3P4.8, 3P4.13, 3P4.16, 3P4.17, 3P4.11, 3P4.12, 4P4.7, 4P4.10, 4P4.13, 4P4.16, 9P4.17, 9P4.19.	T7
2P1.10, 5P1.7, 5P1.8, 5P1.10, 5P1.13, 5P1.14, 5P1.16, 5P1.17, 5P1.19, 5P1.23, 5P1.24, 6P1.13, 6P1.14, 7P1.1, 7P1.4, 7P1.9, 7P1.16, 8P1.2, 2P2.1, 2P2.2, 2P2.5, 2P2.8, 5P2.10, 5P2.12, 5P2.13, 5P2.30, 5P2.31, 5P2.32, 5P2.33, 6P2.2, 6P2.4, 6P2.6, 7P2.1, 7P2.2, 7P2.3, 7P2.7, 7P2.8, 8P2.4, 8P2.5, 8P2.7, 8P2.8, 1P3.8, 1P3.9, 9P3.1, 9P3.2, 9P3.3, 9P3.6, 9P3.11, 9P3.12, 9P3.13, 9P3.14, 9P3.15, 9P3.19, 9P3.20, 1P4.4, 1P4.5, 2P4.8, 2P4.10, 4P4.2, 9P4.1, 9P4.2, 9P4.4.	T8

Fonte: a autora, 2023.

Constatou-se que algumas unidades de registro não foram alocadas em nenhum tema primário, em consonância com Carlomagno (2016) que afirma sempre haver algum conteúdo residual que não se encaixa em nenhum agrupamento; e que as unidades de registro residuais, em seus contextos, são dispersas e não formam

uma nova categoria. Embora, essas unidades não sejam consideradas, na presente pesquisa, podem ensejar novas perspectivas sob um quadro teórico diferente ao da dinâmica ou sob uma pesquisa com outro objetivo em futuros estudos. No quadro 13, foram listadas as unidades de registro residuais.

Quadro 13 - Unidades de registro que não foram agrupadas e são consideradas residuais.

Unidade de registro residual
5P1.1, 5P1.4, 5P1.6, 5P1.9, 5P1.21, 5P1.22, 5P1.35, 5P1.36, 5P1.38, 5P1.42, 6P1.1, 6P1.2, 6P1.3, 6P1.8, 6P1.9, 6P1.10, 7P1.2, 7P1.3, 7P1.5, 1P3.3, 1P3.15, 3P3.2, 9P3.5, 1P4.2, 2P4.3, 2P4.4, 2P4.6, 2P4.9, 2P4.11, 4P4.3, 4P4.9, 9P4.12, 9P4.13.

Fonte: a autora, 2023

6.5 IDENTIFICAÇÃO DAS CATEGORIAS E SUA CODIFICAÇÃO

Os temas primários foram agregados em categorias finais mais abrangentes, identificando a parte comum existente entre eles. Ao final de todo o processo, as unidades de registro foram organizadas e classificadas em rubricas mais gerais que atendem a teoria que guiou a análise do *corpus*. No quadro 14, constam as categorias finais definidas no estudo e as correspondentes descrição dos critérios de agregação dos temas primários.

Quadro 14 - Relação das categorias, sua respectiva descrição e codificação.

Categoria	Descrição	Codificação
Identificação das forças e da associação de máquinas simples em um sistema	Identificação das forças que agem no sistema e das associações de mosquetões, polias móveis e fixas que, junto às cordas, formam as máquinas simples para fornecer vantagem mecânica ao sistema.	Ct1

Categoria	Descrição	Codificação
Representação e decomposição vetorial das forças do sistema	Desenho das forças que atuam no sistema e sua respectiva decomposição em eixos ortogonais.	Ct2
Condições de equilíbrio do sistema	Identificação dos pontos de ancoragem de cordas com sistemas em equilíbrio de translação e de rotação	Ct3
Segurança dos procedimentos	Condições em que as forças envolvidas no sistema fazem com que a ação ofereça riscos ao militar.	Ct4

Fonte: a autora, 2023

No quadro 15, os temas primários foram relacionados às respectivas categorias. Ao observar a parte comum dos temas primários, foi possível constatar que:

- Os temas primários “grandezas essenciais” (T1) e “combinações de polias, mosquetões e cordas” (T2) puderam ser agregados na categoria “identificação das forças e da associação de máquinas simples em um sistema” (Ct1) pois este trata da identificação básica das forças e elementos que sempre estão presentes e constituem um sistema dinâmico.

- Os temas primários “representação vetorial das forças do sistema” (T4) e “decomposição de forças” (T5) puderam ser agregados na categoria “representação e decomposição vetorial das forças do sistema” (Ct2) pois este trata de uma ação operatória de projeção dos vetores forças sobre eixos cartesianos. A ação antecede a verificação de condição de equilíbrio de translação ou rotação do sistema.

- Os temas primários “pontos de ancoragem” (T3), “equilíbrio de translação” (T6) e “equilíbrio de rotação” (T7) puderam ser agregados na categoria “equilíbrio do sistema” (Ct3) pois este trata de condições dinâmicas que impõem o equilíbrio de translação ou de rotação ao sistema.

- O tema primário “segurança dos procedimentos” (T8) não foi agregado com nenhum outro e compôs sozinho a categoria “segurança dos procedimentos” (Ct4)

pois este trata de ações ou condições dinâmicas que asseguram a integridade física do militar.

Quadro 15 - Relação entre os temas primários e sua respectiva categoria.

Tema primário	Categoria
T1, T2	Ct1
T4, T5	Ct2
T3, T6, T7	Ct3
T8	Ct4

Fonte: a autora, 2023.

As quatro categorias identificadas são boas por atenderem às seguintes condições: exclusão mútua, todos os elementos pertencem a apenas uma categoria pois os critérios de inclusão nas categorias foram distintos; homogeneidade pois conforme a descrição das categorias do quadro 13, há um único critério de inclusão para os seus elementos; pertinência, pois conforme a descrição das categorias do quadro 13, as categorias tratam de relações, conceitos e teorias da dinâmica que atendem à intenção da investigação que é identificar as habilidades no conteúdo de dinâmica; objetividade e fidelidade, pois conforme a descrição dos temas iniciais do quadro 10 a descrição das categorias do quadro 13, que determinam o pertencimento de um elemento em um tema ou categoria, são claros; produtividade, as categorias contribuíram para a identificação das habilidades relevantes a serem desenvolvidas no conteúdo de dinâmica.

6.6 O CONCEITO DE SATURAÇÃO

A amostra foi composta por um grupo de nove profissionais que cursaram a disciplina de Física em seu curso de graduação. Os nove especialistas propuseram um total de vinte soluções aos problemas abertos. A verificação do número de especialistas necessário e suficiente para responder e aprofundar à questão da presente pesquisa baseou-se no conceito de saturação. Creswell (2021) afirma que temos uma amostra adequada, uma saturação, quando a reunião de novos dados não mostra novas propriedades. Ainda, Fontanella (2008) adverte que a saturação ocorre

quando a interação entre o pesquisador e o campo de pesquisa não fornece novos elementos e é um recurso metodológico que diminui os riscos da excessiva subjetividade nos critérios de fechamento da amostra. Portanto, a saturação de dados ocorre quando se constata que o acréscimo de novos elementos não mais irá contribuir para o que se almeja na pesquisa e interrompe-se a coleta dos dados. A saturação é o princípio orientador mais comum para avaliar a adequação de amostras intencionais em pesquisas qualitativas. (Morse, 1995, 2015; Sandelowski, 1995)

O conceito de saturação, segundo Hennink (2022), foi desenvolvido por Glaser e Strauss (1967) com a denominação de saturação teórica. Ela compunha parte de uma proposta de abordagem metodológica de pesquisa que tinha a finalidade de conceber modelos teóricos que emergiriam a partir de uma realidade investigada, a *Grounded Theory*. Em aspectos mais amplos, fora da *Grounded Theory*, o conceito é denominado de saturação de dados e preocupa-se com a avaliação do tamanho da amostra para o estudo e, assim, garantir que os dados são robustos e válidos para esgotar a diversidade, a profundidade e as nuances dos problemas estudados (Francis, 2010; Hennink, 2017; O'Reilly, 2013).

6.6.1 A VERIFICAÇÃO DA SATURAÇÃO DAS CATEGORIAS

Fontanella (2011) afirma que, quando se interrompe o processamento de novas observações e o recrutamento de novos participantes, deve-se justificar a saturação a partir de um critério para se evitar excessiva subjetividade em sua finalização. Na presente pesquisa, foi adotado o procedimento de constatação de saturação proposto por Fontanella (2011):

- construiu-se um quadro para cada categoria, nas linhas constam os temas primários correspondentes e, nas colunas, cada um dos especialistas;
- marcou-se a célula do especialista que corresponde ao tema primário presente em alguma de suas soluções propostas;
- na marcação da célula, distinguiu-se quando o tema primário foi identificado, pela primeira vez, em alguma das soluções do especialista e quando, a partir daí, ela foi recorrente nas soluções propostas pelos demais especialistas;
- computou-se, no quadro, o total de temas primários identificados pela primeira vez;

- computou-se, no quadro, o total de ocorrências de cada tema primário no universo dos especialistas.

A saturação da categoria foi observada quando ocorreu a identificação dos correspondentes temas primários, pela primeira vez, pois entende-se que, a partir daí, há o esgotamento de novas informações e acrescentar novos especialistas traria poucos elementos para a discussão da pesquisa. Fontanella (2011) ainda destaca que o total de ocorrências do tema primário apenas está relacionado ao que teria sido mais comumente enunciado em uma amostra intencional, mas, para a pesquisadora, também foi um indicador da saturação pois demonstra uma repetição dos dados que foram relevantes para caracterizar a categoria. Portanto, foram usados como critérios de verificação de saturação das categorias, na pesquisa, a ocorrência da identificação dos temas primários, pela primeira vez, em, pelo menos, um dos nove especialistas; e um número significativo para o total de ocorrências dos temas primários.

Para se constatar a saturação das categorias Ct1, Ct2, Ct3 e Ct4, foram construídas os respectivos quadros 15, 16, 17 e 18 e feita as análises.

Analisando o quadro 16, observou-se que os temas primários T1 e T2 surgiram primeiramente nas soluções do especialista 1 e depois tornam-se recorrentes para os demais especialistas. Mesmo alterando a ordem dos especialistas, o tema primário T2 surgiria, pela primeira vez, no máximo, no especialista 4, depois tornar-se-ia recorrente para os demais especialistas. O total de ocorrências foi alto para o tema primário T1, todos os especialistas o abordaram em alguma solução e, para T2, seis especialistas o abordaram em alguma solução. Considerando o conjunto dos critérios, há indicação de que a saturação da categoria Ct1 foi obtida.

Quadro 16 - Categoria Ct1: identificação dos temas primários T1 e T2 por especialista.

Tema primário	Especialista									Total de ocorrências
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
T1	I	x	x	x	x	x	x	x	x	9
T2	I		x			x	x	x	x	6
Temas primários (primeira vez)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	

I: tema identificado na solução de algum especialista pela primeira vez;

x: tema já identificado anteriormente (recorrente) na solução de algum especialista.

Fonte: a autora, 2023.

Analisando o quadro 17, observou-se que os temas primários T4 e T5 surgiram primeiramente, nas soluções do respondente 1 e do respondente 2, respectivamente, e depois tornaram-se recorrentes para os demais especialistas. Mesmo alterando a ordem dos respondentes, o tema primário T4 surgiria, pela primeira vez, no máximo, no respondente 3, e, o tema primário T5, no respondente 6 e depois tornar-se-iam recorrentes para os demais especialistas. O total de ocorrências foi alto para o tema primário T4, sete especialistas o abordaram em alguma solução e, para T5, apenas quatro especialistas o abordaram em alguma solução. Considerando o conjunto dos critérios, há indicação de que a saturação da categoria Ct2 foi obtida.

Quadro 17 - Categoria Ct2: identificação dos temas primários T4 e T5 por especialista.

Tema primário	Especialista									Total de ocorrências
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
T4	I	x	x	x	x		x		x	7
T5		I	x	x	x					4
Temas primários (primeira vez)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	

I: tema identificado na solução de algum especialista pela primeira vez;

x: tema já identificado anteriormente (recorrente) na solução de algum especialista.

Fonte: a autora, 2023.

Analisando o quadro 18, observa-se que os temas primários T3, T6 e T7 surgiram primeiramente nas soluções do especialista 1 e depois tornaram-se recorrentes para os demais especialistas. Mesmo alterando a ordem dos especialistas, o tema primário T7 surgiria, pela primeira vez, no máximo, no especialista 2, e depois tornar-se-ia recorrente para os demais especialistas. O total de ocorrências foi alto para os temas primários T3 e T6, todos os especialistas o abordaram em alguma solução e, também alto para T7, oito especialistas o abordaram em alguma solução. Considerando o conjunto dos critérios, há indicação de que a saturação da categoria Ct3 foi obtida.

Quadro 18 - Categoria Ct3: identificação dos temas primários T3.T6 e T7 por especialista.

Tema primário	Especialista									Total de ocorrências
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
T3	I	x	x	x	x	x	x	x	x	9
T6	I	x	x	x	x	x	x	x	x	9
T7	I	x	x	x	x	x	x		x	8
Temas primários (primeira vez)	3	0	0	0	0	0	0	0	0	

I: tema identificado na solução de algum especialista pela primeira vez;

x: tema já identificado anteriormente (recorrente) na solução de algum especialista.

Fonte: a autora, 2023.

Analisando o quadro 19, observou-se que o tema primário T8 surgiu primeiramente nas soluções do especialista 1 e depois tornou-se recorrente para os demais especialistas. Mesmo alterando a ordem dos especialistas, o tema primário T8 surgiria, pela primeira vez, no máximo, no especialista 2, e depois tornar-se-ia recorrente para os demais especialistas. O total de ocorrências foi alto para o tema primário T8, oito especialistas o abordaram em alguma solução. Considerando o conjunto dos critérios, há indicação de que a saturação da categoria Ct4 foi obtida.

Quadro 19 - Categoria Ct4: identificação do tema primário T8 por especialista.

Tema primário	Especialista									Total de ocorrências
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
T8	I	x		x	x	x	x	x	x	8
Tema primário (primeira vez)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	

I: tema identificado na solução de algum especialista pela primeira vez;

x: tema já identificado anteriormente (recorrente) na solução de algum especialista.

Fonte: a autora, 2023.

Conclui-se que, com 9 especialistas, o tamanho da amostra foi satisfatório, pois há indicações de que, com menos especialistas, as categorias Ct1, Ct2, Ct3 e Ct4 seriam saturadas.

6.7 A DESCRIÇÃO OPERACIONAL DAS HABILIDADES

Brandão (2020) afirma que as competências individuais devem ser descritas em termos de padrão de desempenho indicando, explicitamente, o que o profissional deve fazer em seu trabalho. Portanto, ela deve descrever uma ação que se deseja executar e ser passível de observação direta. Brandão (2020) ainda acrescenta que uma competência individual deve conter, necessariamente, um verbo, um objeto de ação, e é aconselhável que contenha uma condição na qual se espera que o desempenho ocorra e critérios que indiquem níveis de desempenho considerados satisfatórios. Brandão (2020) destaca que a utilização desses elementos pode ser feita tanto para a formulação de objetivos educacionais quanto para a descrição de competências individuais no trabalho.

Em consonância com o exposto, Moretto (2014) e Perrenoud (1999) indicam que as habilidades estão associadas ao saber fazer e são mobilizadas pelas competências na resolução de problemas complexos.

Como as competências mobilizam as habilidades, podemos afirmar que os mesmos critérios de descrição operacional de uma competência, se aplicam às habilidades. Na presente pesquisa, as habilidades mapeadas serão desenvolvidas em um contexto educacional que prepara o militar para uma atividade futura de trabalho. Portanto, os critérios para a descrição operacional de uma competência propostos por Brandão (2020) também se aplicam na descrição das habilidades mapeadas.

As Instruções Reguladoras do Ensino por Competências (Brasil, 2013) também afirmam que as habilidades são recursos mobilizados pelas competências e estão associadas ao saber fazer. Então, espera-se que, no PLADIS de Física I, as habilidades estejam descritas com a utilização de verbos de ação.

Para descrever operacionalmente as principais habilidades que devem ser desenvolvidas no conteúdo de dinâmica, foram considerados:

- o conceito de competências e habilidades de Perrenoud (1999);

- ➔ As habilidades estão associadas ao saber fazer e são mobilizadas pelas competências na resolução de problemas complexos.
- a proposta de descrição de competências proposta por Brandão (2020);
 - ➔ A descrição da habilidade deve conter um verbo, um objeto de ação, uma condição na qual se espera que o desempenho ocorra e critérios que indiquem níveis de desempenho satisfatórios.
- a competência principal (CP), a unidade de competência (UC) e os elementos de competência (EC) previstos no Plano de Disciplina do Curso de Formação e Graduação de Oficiais de Carreira da linha de Ensino Militar Bélico - EsPCEEx (Brasil, 2022).
 - ➔ Competência Principal (CP) - Desempenhar as funções comuns de oficial subalterno e intermediário não aperfeiçoado, bacharel em Ciências Militares, alicerçado nos valores e tradições do EB.
 - ➔ Unidade de Competência (UC) - Atuar em operações militares, singulares, conjuntas e combinadas, no amplo espectro dos conflitos, em ambientes voláteis, incertos, complexos e ambíguos.
 - ➔ Elementos de Competências (EC) - Empregar materiais de emprego militar com eficiência, eficácia e efetividade. Neutralizar ameaças com eficiência, eficácia e efetividade. Empregar recursos para operar em ambientes humanizados, integrando as dimensões física, humana e informacional deste ambiente operacional. Tomar decisões e conduzir ações, em situações de crise.
- os contextos militares em que os problemas foram propostos. Eles foram retirados de situações concretas e abordados nos manuais militares devido a sua relevância operacional e a sua relação com o conteúdo de dinâmica clássica;
 - ➔ Transporte de ferido, em uma padiola, envolvendo transposição de obstáculos (P1).
 - ➔ Descida de uma encosta utilizando cordas com a técnica de *rappel* (P2).
 - ➔ Utilização de cordas e talhas para desatolar blindados (P3).
 - ➔ Construção de abrigos semipermanentes utilizando materiais da selva amazônica (P4).
- as categorias Ct1, Ct2, Ct3 e Ct4 identificadas a partir das soluções propostas pelos especialistas.

- ➔ Identificação das forças e da associação de máquinas simples em um sistema (Ct1).
- ➔ Representação e decomposição vetorial das forças no sistema (Ct2).
- ➔ Condições de equilíbrio do sistema (Ct3).
- ➔ Segurança dos procedimentos (Ct4).

6.8 AS HABILIDADES MAPEADAS

As habilidades identificadas, na pesquisa, e que devem ser desenvolvidas no conteúdo de dinâmica, na disciplina de Física I do CFO LEMB, foram:

- a) Dimensionar a intensidade das forças aplicadas em massas que estão em equilíbrio de translação e de rotação, em sistemas compostos por roldanas e mosquetões, para prever os pontos de ancoragem no terreno, as cordas ou cabos de aço, as roldanas e os mosquetões que suportam as tensões envolvidas.

Na descrição dessa habilidade, foram considerados os contextos de transporte de ferido, em uma padiola, envolvendo transposição de obstáculos; descida de uma encosta utilizando cordas com a técnica de *rappel* e utilização de cordas e talhas para desatolar blindados; e os conhecimentos de dinâmica que envolvem as categorias: identificação das forças e da associação de máquinas simples em um sistema, representação e decomposição vetorial das forças no sistema, condições de equilíbrio do sistema e, principalmente, segurança dos procedimentos. Ao desenvolver essa habilidade, espera-se que o aluno seja capaz de dimensionar os valores das tensões nas cordas ou cabos de aço a partir das massas dos corpos, dos pontos de ancoramento das cordas que fornecem os ângulos entre as forças e da distribuição das forças nos sistemas de roldanas e mosquetões. Com essa estimativa, ele poderá dimensionar as características das cordas, cabos de aço, roldanas e mosquetões a serem usados de maneira a garantir a estabilidade e segurança dos procedimentos. Essa é uma habilidade conceitual, pois ele irá calcular os valores das variáveis relevantes para que massas, que estão sob ação de cordas ou cabos de aço, fiquem em equilíbrio de translação e de rotação.

- b) Projetar um sistema de forças, com roldanas ou mosquetões, para transportar massas através de desníveis verticais e com pontos de ancoramento mantendo o equilíbrio de translação e de rotação do sistema.

Na descrição dessa habilidade, foram considerados o contexto de transporte de ferido, em uma padiola, envolvendo transposição de obstáculos; e conhecimentos de dinâmica que envolvem as categorias: identificação das forças e da associação de máquinas simples em um sistema, representação e decomposição vetorial das forças no sistema, condições de equilíbrio do sistema e segurança dos procedimentos. Ao desenvolver essa habilidade, espera-se que o aluno seja capaz de projetar o sistema e calcular as forças envolvidas no transporte de massas, através de desníveis verticais, distribuindo convenientemente as tensões nas cordas pelas roldanas ou mosquetões e pelos pontos de ancoramento projetados. Essa é uma habilidade conceitual, pois ele irá calcular os valores das variáveis relevantes para que a montagem do sistema de forças suspenda uma massa, em equilíbrio de translação e de rotação, através de um desnível vertical.

- c)** Montar um sistema de forças, com roldanas ou mosquetões, para transportar massas através de desníveis verticais e com pontos de ancoramento mantendo o equilíbrio de translação e de rotação do sistema.

Na descrição dessa habilidade, foram considerados o contexto de transporte de ferido, em uma padiola, envolvendo transposição de obstáculos; e conhecimentos de dinâmica que envolvem as categorias: identificação das forças e da associação de máquinas simples em um sistema, representação e decomposição vetorial das forças no sistema, condições de equilíbrio do sistema e segurança dos procedimentos. Ao desenvolver essa habilidade, espera-se que o aluno seja capaz de realizar, na prática, a montagem de um sistema de forças para transportar massas, através de desníveis verticais, distribuindo convenientemente as forças envolvidas pelas roldanas ou mosquetões e pelos pontos de ancoramento. Essa é uma habilidade procedimental, pois o aluno irá realizar a atividade prática de montar um sistema de forças e suspender uma massa através de um desnível vertical

- d)** Analisar as forças que agem em uma estrutura composta por diversos arranjos espaciais de corpos rígidos sobrepostos para obter o equilíbrio de translação e de rotação da estrutura.

Na descrição dessa habilidade, foram considerados o contexto de construção de abrigos semipermanentes utilizando materiais da selva amazônica; e conhecimentos de dinâmica que envolvem as categorias: identificação das forças e da associação de máquinas simples em um sistema, representação e decomposição vetorial das forças no sistema, condições de equilíbrio do sistema e segurança dos

procedimentos. Ao desenvolver essa habilidade, espera-se que o aluno seja capaz de analisar uma estrutura composta de vários corpos rígidos sobrepostos. Ele deve dimensionar os valores das forças de contato envolvidas e dos ângulos entre elas, para manter a estrutura estável e segura ao garantir o equilíbrio de translação e de rotação. Essa é uma habilidade conceitual, pois ele irá calcular os valores das variáveis relevantes para que uma estrutura composta por diversos arranjos espaciais de corpos rígidos sobrepostos obtenha o equilíbrio de translação e de rotação.

- e) Montar um abrigo semipermanente composto por diversos arranjos espaciais de corpos rígidos sobrepostos de modo que ele fique em equilíbrio de translação e de rotação.

Na descrição dessa habilidade, foram considerados o contexto de construção de abrigos semipermanentes utilizando materiais da selva amazônica; e conhecimentos de dinâmica que envolvem as categorias: identificação das forças e da associação de máquinas simples em um sistema, representação e decomposição vetorial das forças no sistema, condições de equilíbrio do sistema e segurança dos procedimentos. Ao desenvolver essa habilidade, espera-se que o aluno seja capaz de montar um abrigo semipermanente, composto de vários troncos sobrepostos, observando os ângulos de inclinação entre eles de modo a manter a estrutura estável e segura. Essa é uma habilidade procedimental, pois o aluno irá realizar a atividade prática de montar um abrigo semipermanente com pedaços de madeira.

- f) Analisar as forças que agem sobre uma massa para que ela permaneça em equilíbrio estático ou dinâmico na superfície de um plano inclinado com atrito.

Na descrição dessa habilidade, foram considerados o contexto de descida de uma encosta utilizando cordas com a técnica de *rappel*; e conhecimentos de dinâmica que envolvem as categorias: identificação das forças e da associação de máquinas simples em um sistema, representação e decomposição vetorial das forças no sistema, condições de equilíbrio do sistema e segurança dos procedimentos. Ao desenvolver essa habilidade, espera-se que o aluno seja capaz de analisar as forças sobre uma massa que está em um plano inclinado com atrito observando as suas intensidades e o ângulo de inclinação do plano com a direção horizontal. Ele deve dimensionar os valores das forças de contato envolvidas, para manter a massa estável e segura a partir do equilíbrio de translação e de rotação. Essa é uma habilidade conceitual, pois ele irá calcular os valores das variáveis relevantes para que uma

massa permaneça em equilíbrio estático ou dinâmico na superfície de um plano inclinado com atrito.

- g)** Projetar um sistema de forças, com roldanas ou mosquetões e com pontos de ancoramento, para arrastar massas, com ou sem aceleração, através de superfícies planas com atrito.

Na descrição dessa habilidade, foram considerados o contexto de utilização de cordas e talhas para desatolar blindados; e conhecimentos de dinâmica que envolvem as categorias: identificação das forças e da associação de máquinas simples em um sistema, representação e decomposição vetorial das forças no sistema, condições de equilíbrio do sistema e segurança dos procedimentos. Ao desenvolver essa habilidade, espera-se que o aluno seja capaz de, ao considerar a força de atrito entre a massa e a superfície, projetar e calcular a intensidade das forças envolvidas em um sistema de roldanas ou mosquetões e nos pontos de ancoramento no terreno. O sistema deve manter a massa em equilíbrio de translação e de rotação ou em equilíbrio de rotação e acelerada. Essa é uma habilidade conceitual, pois ele irá calcular os valores das variáveis relevantes para o arraste da massa ao longo de um plano com atrito.

- h)** Montar um sistema de forças, com roldanas ou mosquetões e com pontos de ancoramento no terreno, para arrastar massas, com ou sem aceleração, através de superfícies planas com atrito.

Na descrição dessa habilidade, foram considerados o contexto de utilização de cordas e talhas para desatolar blindados; e conhecimentos de dinâmica que envolvem as categorias: identificação das forças e da associação de máquinas simples em um sistema, representação e decomposição vetorial das forças no sistema, condições de equilíbrio do sistema e segurança dos procedimentos. Ao desenvolver essa habilidade, espera-se que o aluno seja capaz de, ao considerar a força de atrito entre a massa e a superfície, montar um sistema de forças, distribuindo-as corretamente pelas roldanas ou mosquetões e realizando pontos de ancoramento no terreno. O sistema deve manter a massa em equilíbrio de translação e de rotação ou em equilíbrio de rotação e acelerada. Essa é uma habilidade procedimental, pois o aluno irá realizar a atividade prática de montar um sistema de forças para arrastar uma massa ao longo de uma superfície plana com atrito.

Todas as habilidades são mobilizadas pela competência principal desempenhar as funções comuns de oficial subalterno e intermediário não

aperfeiçoado, bacharel em Ciências Militares, alicerçado nos valores e tradições do EB; pela unidade de competência atuar em operações militares, singulares, conjuntas e combinadas, no amplo espectro dos conflitos, em ambientes voláteis, incertos, complexos e ambíguos; e, especificamente, pelo elemento de competência empregar materiais de emprego militar com eficiência, eficácia e efetividade.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa foi norteadada para a identificação das principais habilidades que devem ser desenvolvidas na disciplina de Física I, particularmente no conteúdo de dinâmica, ministrada no primeiro ano do Curso de Formação e Graduação de Oficiais da Linha de Ensino Militar Bélico do Exército Brasileiro, e que são importantes para o exercício profissional na área em questão. Como o Curso de Formação baseia-se na metodologia do ensino por competências, o mapeamento dessas habilidades fornece aos docentes da disciplina de Física I o embasamento para que executem as orientações metodológicas previstas no PLADIS, de modo a desenvolver as habilidades mais relevantes para o conteúdo de dinâmica.

No início do estudo, tornou-se claro que, para atingir o objetivo da pesquisa, seria necessário mapear as habilidades em um contexto militar que envolvesse o conteúdo de dinâmica. Os problemas abertos, por evidenciarem os conhecimentos e as habilidades em sua resolução, foram utilizados como instrumento de medida adequado para identificar essas habilidades, desde que fossem solucionados por especialistas relacionados ao campo delimitado pela pesquisa.

Conforme pontuado por Araújo (2017), as respostas aos problemas abertos propõem ações consistentes com a realidade, não são pré-estabelecidas e precisam da monitoração e da regulação das atividades cognitivas pelos respondentes. Verificou-se que as vinte soluções distintas propostas pelos especialistas, expostas nos anexos de A até U, demonstraram, em suas etapas de desenvolvimento, a preocupação com a ordem e organização das ações e da explanação dos conceitos físicos, que são as atividades cognitivas, de modo a enfrentar uma situação real com sucesso e segurança.

Os problemas abertos foram construídos, tendo como contextos, as situações expostas nos manuais e cadernos de instrução militares. Foram escolhidas situações comumente vivenciadas pelo combatente, independentemente de sua Arma, Quadro ou Serviço, e que envolvem os conhecimentos de dinâmica para o seu enfrentamento. A execução do que os manuais e cadernos de instrução militares propõem, de uma maneira genérica, como ação para essas situações implica, necessariamente, na mobilização de determinadas habilidades. Por serem situações comumente vivenciadas pelo combatente, as habilidades mapeadas, nas soluções propostas pelos especialistas, foram consideradas as mais relevantes.

Quatro problemas abertos foram apresentados a nove especialistas que propuseram um total de vinte soluções. Os especialistas foram escolhidos baseados nos critérios de terem cursado a disciplina de Física I em seu curso de graduação e serem experientes em suas respectivas áreas de atuação relacionadas com o objeto de pesquisa. Segundo Lamarque (2010), espera-se que, de uma maneira geral, os esquemas cognitivos dos respondentes sejam explicitados nas etapas de soluções de problemas, portanto, também se considera que evidenciem, em suas soluções, as habilidades que se deseja mapear na pesquisa.

Todos os especialistas atenderam os dois critérios, mas os esquemas cognitivos apresentados variaram tanto na forma: apenas textos explicativos, apenas equações e desenhos esquemáticos, textos explicativos em consonância com equações e desenhos esquemáticos, e textos explicativos com a indicação de desenhos esquemáticos contidos no enunciado do problema; quanto em detalhes de explanação: alguns foram extremamente concisos, apresentando a solução com poucas etapas de desenvolvimento e outros apresentaram, detalhadamente, várias etapas do desenvolvimento. Mas como as soluções dos problemas abertos não são únicas e são livres em seu desenvolvimento, a diversidade de apresentações das soluções já era esperado e não se constituiu em razão para hierarquizar as soluções em termos de melhores ou piores soluções e nem da exclusão de alguma solução.

A análise do conteúdo de Bardin (2016) foi o instrumento metodológico utilizado para identificar as categorias nas soluções propostas pelos especialistas a partir do objetivo da pesquisa. A análise do conteúdo se aplica a qualquer tipo de material e, no estudo, como as soluções foram apresentadas de várias formas, foi um instrumento metodológico adequado. Ele permitiu fazer inferências a partir de palavras, frases, equações e desenhos presentes nas soluções propostas pelos especialistas, de modo a, primeiramente, identificar as unidades de registro em seu contexto e, depois, identificar o que havia de comum entre elas, em termos de relações, conceitos e teorias da dinâmica, para agregá-las, em temas primários, e, finalmente, agregar os temas primários em categorias.

Durante a análise do conteúdo das soluções propostas, o conhecimento da dinâmica clássica foi fundamental para a identificação dos índices relacionados com o problema de pesquisa. Esse conhecimento serviu de orientação para reconhecer as unidades de registro que estavam explícitas em seu contexto e inferir outras. Bardin (2016) afirma que a inferência só é fundamentada com a presença de um índice que

pode ser um tema, uma palavra, um personagem etc. Na presente pesquisa, alguns índices, unidades de registro em seu contexto, foram identificados a partir de inferências feitas sobre as equações, as relações entre variáveis e os desenhos que indicavam as massas, as roldanas e mosquetões, e a distribuição de forças no sistema.

Após as várias leituras das soluções propostas e da identificação das unidades de registro em seu contexto, foi possível identificar o que havia de comum entre determinadas unidades para fazer uma primeira categorização, essas categorias foram chamadas de temas primários. Mais uma vez, foi possível identificar o que havia de comum entre os temas primários para agrupá-los em quatro categorias finais:

- Identificação das forças e da associação de máquinas simples em um sistema (Ct1).
- Representação e decomposição vetorial das forças no sistema (Ct2).
- Condições de equilíbrio do sistema (Ct3).
- Segurança dos procedimentos (Ct4).

Observa-se que a categoria Ct1 está relacionada com o reconhecimento, no problema, das variáveis relevantes para o começo da análise física do sistema e que vai direcionar para o conteúdo de dinâmica. As categorias Ct2 e Ct3 estão relacionadas com a operacionalização das variáveis reconhecidas em Ct1 para confirmar ou não as condições de equilíbrio do sistema e prever o seu comportamento. A categoria Ct4 tem unidades de registro que remetem à segurança do sistema e, conseqüentemente, à preocupação com a prevenção de danos materiais e de acidentes envolvendo pessoas.

Depreende-se que os especialistas, por serem experientes na área de atuação, além de terem um conhecimento profundo da teoria, têm uma percepção clara de que os modelos físicos, quando transportados para uma situação real, precisam ter suas variáveis dimensionadas de modo a serem compatíveis com os materiais utilizados. Além disso, os sistemas de forças devem ser ancorados no terreno de modo a respeitar as condições de equilíbrio impostas, garantindo, assim, a segurança do sistema.

Ao identificar as quatro categorias, foi possível atingir um dos objetivos complementares da pesquisa que era mapear as diferentes estratégias cognitivas demonstradas, nas soluções dadas pelos especialistas, para os problemas abertos contextualizados em uma situação de atuação profissional retirada de manuais ou

cadernos de instrução militares. Há indicativo de que os especialistas, para a solução desses problemas, primeiramente, identificam as variáveis relevantes e as relacionam com a teoria, em seguida, operacionalizam as variáveis de acordo com a teoria e as condições impostas pelo problema, e, nesta operacionalização, consideram, em termos de segurança, as condições de aplicabilidade dos modelos teóricos a situações concretas.

Procedeu-se a etapa da descrição operacional das habilidades que ocorreu com o auxílio do conceito de competências e habilidades de Perrenoud (1999), da proposta de descrição de competências proposta por Brandão (2020), das competências previstas no PLADIS da disciplina de Física I, dos contextos militares em que os problemas foram propostos e das quatro categorias identificadas. O cuidado em fazer a descrição operacional da habilidade justificou-se pelo fato de que ela precisa expressar uma descrição específica, clara e objetiva do que o profissional deve ser capaz de fazer em seu trabalho e não ficar sujeita a interpretação que melhor lhe convém (Brandão, 2020).

Foram mapeadas oito habilidades a serem desenvolvidas no conteúdo de dinâmica, da disciplina de Física I, do CFO LEMB:

- a)** Dimensionar a intensidade das forças aplicadas em massas que estão em equilíbrio de translação e de rotação, em sistemas compostos por roldanas e mosquetões, para prever os pontos de ancoragem no terreno, as cordas ou cabos de aço, as roldanas e os mosquetões que suportam as tensões envolvidas.
- b)** Projetar um sistema de forças, com roldanas ou mosquetões, para transportar massas através de desníveis verticais e com pontos de ancoramento mantendo o equilíbrio de translação e de rotação do sistema.
- c)** Montar um sistema de forças, com roldanas ou mosquetões, para transportar massas através de desníveis verticais e com pontos de ancoramento mantendo o equilíbrio de translação e de rotação do sistema.
- d)** Analisar as forças que agem em uma estrutura composta por diversos arranjos espaciais de corpos rígidos sobrepostos para obter o equilíbrio de translação e de rotação da estrutura.
- e)** Montar um abrigo semipermanente composto por diversos arranjos espaciais de corpos rígidos sobrepostos de modo que ele fique em equilíbrio de translação e de rotação.

- f)** Analisar as forças que agem sobre uma massa para que ela permaneça em equilíbrio estático ou dinâmico na superfície de um plano inclinado com atrito.
- g)** Projetar um sistema de forças, com roldanas ou mosquetões e com pontos de ancoramento, para arrastar massas, com ou sem aceleração, através de superfícies planas com atrito.
- h)** Montar um sistema de forças, com roldanas ou mosquetões e com pontos de ancoramento no terreno, para arrastar massas, com ou sem aceleração, através de superfícies planas com atrito.

Segundo Perrenoud (2000), as competências mobilizam e integram as habilidades, o saber fazer; e a impulsão das competências só é apropriada nas situações complexas com que o aluno se depara. Por isso, as habilidades precisam ser explícitas com relação às etapas cognitivas a serem desenvolvidas durante a execução das ações bem definidas para resolver uma situação complexa proposta. Dentre as oito habilidades mapeadas, cinco explicitam etapas cognitivas: (a), (b), (d), (f), (g); e três explicitam a execução das ações definidas ou os procedimentos a serem executados: (c), (e), (h).

O ensino no Exército Brasileiro é normalizado em termos de metodologia, avaliação, processos e práticas pedagógicas. Portanto, as competências, hierarquicamente associadas ao conteúdo de dinâmica, que mobilizam as habilidades mapeadas, já foram previamente definidas e constam no Plano de Disciplina do Curso de Formação e Graduação de Oficiais de Carreira da linha de Ensino Militar Bélico - EsPCEx (Brasil, 2022). O Plano de Disciplina (PLADIS) é um dos documentos importantes de um conjunto maior que enumera, de maneira organizada, as competências a serem desenvolvidas durante todo o curso de formação. Perrenoud (1999, p. 48) afirma que esse conjunto de documentos se constitui um bloco de competências que explicita o que os alunos devem dominar ao final do curso.

As competências elencadas para serem desenvolvidas na disciplina de Física I são: a mais geral ou global, competência principal (CP) - Desempenhar as funções comuns de oficial subalterno e intermediário não aperfeiçoado, bacharel em Ciências Militares, alicerçado nos valores e tradições do EB; a intermediária, unidade de competência (UC) - Atuar em operações militares, singulares, conjuntas e combinadas, no amplo espectro dos conflitos, em ambientes voláteis, incertos, complexos e ambíguos; a mais específica, elementos de competências (EC) - Empregar materiais de emprego militar com eficiência, eficácia e efetividade.

Ao relacionar as habilidades mapeadas com as competências hierarquicamente correspondentes, foi possível atingir os dois últimos objetivos complementares da pesquisa:

- Compreender de que maneira as habilidades identificadas nas soluções dos problemas abertos contextualizados podem contribuir na solução de outros problemas ou situações com contextos semelhantes;
- Compreender de que maneira as habilidades identificadas no conteúdo de dinâmica podem agregar vantagens ao enfrentamento de situações em contextos variados.

Perrenoud (1999) declara que, na metodologia por competências, deve-se perguntar quais são as situações que os alunos irão enfrentar, de fato, na sociedade que os espera. As situações complexas mais usuais, e que o combatente irá enfrentar em seu trabalho, já estão descritas nos manuais e cadernos de instrução militares. Por isso, algumas foram usadas como contexto para a construção dos problemas abertos. Outras situações complexas diferentes e não presentes nos manuais irão surgir na carreira do militar, e conforme Perrenoud (2000) afirma, as competências são aprendizados construídos e que mobilizam esquemas constituídos e, quando realmente formadas, conseguem ligar o desconhecido ao conhecido. Portanto, as habilidades mapeadas, fazendo parte das instruções metodológicas do PLADIS da disciplina de Física I, ensejam várias atividades para que os alunos as consolidem durante o curso de formação e a competência correspondente seja mobilizada em novas situações complexas quando forem oficiais combatentes.

Situações em contextos completamente diferentes e que não estejam relacionados, de alguma forma, com o conteúdo de dinâmica, irão, com certeza, mobilizar a competência principal (CP); a intermediária, unidade de competência (UC); e, talvez, as mais específicas relacionadas com a disciplina de Física I, os elementos de competências (EC). Contudo, por si só, sem uma compreensão da metodologia de ensino por competências, as habilidades identificadas no conteúdo de dinâmica, que são de natureza conceitual e procedimental, não iriam contribuir para o enfrentamento dessas situações. Porém, Perrenoud (1999) afirma que as competências profissionais desenvolvidas, que é o caso das competências listadas no bloco de competências do CFO LEMB, estão alicerçadas sobre os diversos conhecimentos, sejam eles disciplinares, interdisciplinares ou profissionais. Portanto, não há sentido em compartimentar as disciplinas, os conteúdos, e as habilidades para desenvolver uma

competência, mas sim, interrelacioná-los para o desenvolvimento e a sua mobilização. Ainda nesse sentido, Arnau (2020) afirma que uma atuação competente, no enfrentamento de uma situação complexa, mobiliza competências que aplicam esquemas de atuação que envolvem: conhecimentos, habilidades e atitudes, ou seja, conteúdos factuais e conceituais, conteúdos procedimentais e conteúdos atitudinais. Na presente pesquisa, as habilidades mapeadas se relacionam apenas a esquemas que envolvem os conhecimentos e as habilidades. Os conhecimentos atitudinais a serem desenvolvidos e que, inevitavelmente, são mobilizados, durante a execução concreta das soluções propostas pelos especialistas, não foram objeto de estudo da pesquisa. Porém, poderiam ser mobilizados no enfrentamento de situações em contextos totalmente diferentes.

Considera-se que a hipótese de pesquisa se confirmou e o objetivo principal da presente pesquisa foi atingido. Deu-se a identificação de oito principais habilidades que devem ser desenvolvidas na disciplina de Física I, particularmente no conteúdo de dinâmica, ministrada no primeiro ano do Curso de Formação e Graduação de Oficiais da Linha de Ensino Militar Bélico do Exército Brasileiro, e que são importantes para o exercício profissional na área em questão. Elas foram identificadas a partir da análise das respostas dadas por especialistas a problemas abertos relacionados com o conteúdo de dinâmica e contextualizados nas práticas militares.

Com o mapeamento das oito habilidades, é possível inseri-las, nas instruções metodológicas do PLADIS da disciplina de Física I, para orientar as ações docentes na construção de outros problemas abertos, situações-problemas relevantes etc. que desenvolvam essas habilidades e que possibilitem, ao aluno, ter uma percepção de que as habilidades desenvolvidas em Física I são relevantes para a sua atuação futura como oficial combatente.

Finalmente, é importante ressaltar que, ao longo da pesquisa, algumas ações foram se revelando desafiadoras:

- As soluções dos especialistas que compuseram a amostra. Os profissionais, quando convidados a participarem da pesquisa, foram alertados de que precisariam estar dispostos a ceder o seu tempo para desenvolver soluções detalhadas e acionar as suas habilidades em Física. Todos os especialistas convidados aceitaram participar da pesquisa, porém algumas soluções propostas foram bastante sucintas.

- A construção dos problemas abertos. Os problemas foram construídos de modo a desafiar os especialistas, foram escritos de maneira clara e em um contexto

militar que, em alguns casos, não lhes era familiar. Houve um cuidado para que não houvesse uma interpretação equivocada do problema e, nos casos de dúvidas por parte dos participantes, a pesquisadora esclareceu as demandas que foram surgindo.

- A análise das soluções aos problemas abertos. As soluções apresentadas pelos especialistas foram escritas de diversas maneiras: desenhos, esquemas, equações e textos explicativos. Ainda, algumas soluções foram bem extensas e outras mais sucintas. Isso tornou as inferências na análise de conteúdo mais complexas e demoradas e, o fato da pesquisadora ser professora de Física I contribuiu imensamente para a análise das soluções propostas.

Com todo o exposto, após superados os desafios, considera-se que a metodologia utilizada na presente pesquisa, aponta um caminho promissor para que outras habilidades, nos demais conteúdos da disciplina de Física I, como cinemática, trabalho, energia e quantidade de movimento ou, mesmo, conteúdos de outra disciplina, sejam identificadas em futuros estudos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Ives Solano; OLIVEIRA, Vagner; VEIT, Eliane Angela. Resolução de problemas abertos no ensino de Física: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 3, p. e3402-1 - e3402-17, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0269>. Acesso em: 20 ago. 2022.

ARNAU, Laia; ZABALA, Antoni. **Métodos para ensinar competências**. 1 ed. Porto Alegre: Penso, 2020. 192 p.

BARDIN, Lawrence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016. 279 p.

BRANDÃO, Hugo Pena. **Mapeamento de competências**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2020. 182 p.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei n 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional (LDB). Presidência da República. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em: 12 de maio de 2022.

_____. **Lei n. 9.786, de 8 de fevereiro de 1999**. Dispõe sobre o Ensino no Exército Brasileiro, e dá outras providências. Presidência da República. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/9786.htm. Acesso em: 12 de maio de 2022.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Comando do Exército Brasileiro. **Portaria n. 734, de 19 de agosto de 2010**. Conceitua Ciências Militares, estabelece a sua finalidade e delimita o escopo de seu estudo. Disponível em: http://www.sgex.eb.mil.br/sq8/006_outras_publicacoes/07_publicacoes_diversas/01_comando_do_exercito/port_n_734_cmdo_eb_19ago2010.html. Acesso em: 20 de set. 2022.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Departamento de Educação e Cultura do Exército. **Catálogo de cursos do Departamento de Educação e Cultura do Exército**. Rio de Janeiro, 1ª Edição, 2019. Disponível em: https://www.decex.eb.mil.br/images/pdfs_2019/catalogo-de-cursos-decex-versao-2019.pdf. Acesso em: 13 de jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Diretoria de Ensino Superior Militar. **Doutrina Militar Terrestre**. Disponível em: http://www.doutrina.decex.eb.mil.br/index.php?option=com_content&view=article&id=74. Acesso em: 21 de nov. 2020.

_____. **EB60-G-05.001**: Glossário de Termos e Expressões de Educação e de Cultura do Exército, Edição 2015.

_____. **EB60-IR-06.002**: Instruções Reguladoras para a Organização, o Funcionamento e a Matrícula nos Cursos de Formação de Oficiais de Carreira da Linha de Ensino Militar Bélico, 4ª Edição, 2022.

_____. **IREC– EB60-IR-05.008:**Instruções Reguladoras do Ensino por Competências: Currículo e Avaliação, 1ª Edição, 2013.

_____. **NCC – EB60-N-06.003:** Normas para a Construção de Currículos, 4ª Edição, 2018.

_____. **Aditamento da Seção de Ensino Nº 003/2022 ao Bol. DESMil Nº 7 de 17 de fevereiro de 2022.** Plano de Disciplina do Curso de Formação e Graduação de Oficiais de Carreira da linha de Ensino Militar Bélico- EspCEEx, 2022.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Estado Maior do Exército. **EB10-R-01.007:** Regulamento do Estado-Maior do Exército. Brasília-DF, 3ª edição, 2022. Disponível em: file:///C:/Users/55199/Downloads/port_1780-c%20ex_regul_eme_eb10-r-01.007-3.pdf. Acesso em: 10 de out. 2022.

_____. **C 5-34:** Vade-Mécum de Engenharia. Brasília-DF, 3ª ed., 2000. Disponível em: <http://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/373> . Acesso em: 1 de mar. 2021.

_____. **C 8-35:** Transporte de Doentes e Feridos. Brasília-DF, 3ª ed., 1991. Disponível em: <http://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/315> . Acesso em: 1 de mar. 2021.

_____. **C 21-78:** Transposição de obstáculos. Brasília-DF, 1ª ed., 1980. Disponível em: <http://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/3> . Acesso em: 15 de mar. 2021.

_____. **CI 17-10/6:** Manobra de Força. Brasília-DF, 1ª ed., 2002. Disponível em http://www.doutrina.decex.eb.mil.br/images/caderno_ci_pp/CI/CI_17_10_6.pdf. Acesso em: 16 de mar. 2021.

_____. **IP 21-80:** Sobrevivência na Selva. Brasília-DF, 2ª ed., 1999. Disponível em: <http://bdex.eb.mil.br/jspui/ /123456789/321>. Acesso em: 16 de mar. 2021.

_____. **MD35-G-01:** Glossário das Forças Armadas. Brasília-DF, 5ª ed., 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/legislacao/emcfa/publicacoes/doutrina/md35-G-01-glossario-das-forcas-armadas-5-ed-2015-com-alteracoes.pdf/@download/file/md35-g-01-glossario-das-forcas-armadas-5-ed-2015.pdf>. Acesso em: 05 de set. 2022.

BRASIL. Ministério da Defesa-Ministério da Educação. **Portaria Interministerial 830-MD/ MEC, de 23 de maio de 2008.** Dispõe sobre a equivalência dos cursos de formação de oficiais das Forças Armadas. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/2008/port830_08.pdf. Acesso em: 10 de out. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior. **Parecer CNE/CES nº 1295/2001, de 6 de novembro de 2001.** Estabelece normas relativas à admissão de equivalência de estudos e inclusão das Ciências Militares no rol das ciências estudadas no país. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/2001/pces1295_01.pdf. Acesso em: 10 de out. 2022.

CARLOMAGNO, Márcio C; ROCHA, Leonardo Caetano da. Como criar e classificar categorias para fazer análise de conteúdo: uma questão metodológica. **Revista Eletrônica de Ciência Política**, [S.l.], v. 7, n. 1, jul. 2016. ISSN 2236-451X. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/politica/article/view/45771>. Acesso em: 10 jan. 2023.

CAVALCANTE, Lídia E. Políticas de formação para a competência informacional: o papel das universidades. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, [S.l.], v.2, n.2, 2007. Disponível em: <http://rbbd.febab.org.br/rbbd/article/view/17>. Acesso em: 11 out. 2023.

CLEMENT, Luis; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. Resolução de problemas de lápis e papel numa abordagem investigativa. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.7, n. 2, p. 98-116, 2012.

CRESPO, Miguel Ángel Gómez; POZO, Juan Ignacio. A solução de problemas em Ciências da Natureza. In: ANGÓN, Yolanda Postilo; CASTILLO, Jesús Domínguez; CRESPO, Miguel Ángel Gómez; ECHEVERRÍA, María del Puy Pérez; POZO, Juan Ignacio (org.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p. 67-102.

CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. David. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre: Penso, 2021. 233 p.

ECHEVERRÍA, María del Puy Pérez; POZO, Juan Ignacio. Aprender a Resolver Problemas e Resolver Problemas para Aprender. In: ANGÓN, Yolanda Postilo; CASTILLO, Jesús Domínguez; CRESPO, Miguel Ángel Gómez; ECHEVERRÍA, María del Puy Pérez; POZO, Juan Ignacio (org.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p. 13-42.

FLEURY, M. T. L.; FLEURY, A. Construindo o conceito de competência. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 5, n. spe, p. 183–196, 2001.

FRANCIS, Jill J. *et al.* What is an adequate sample size? Operationalising data saturation for theory-based interview studies. **Psychology & Health**, v. 25, n.10, p. 1229-1245, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08870440903194015>. Acesso em: 10 jan. 2022.

FRANCO, Maria Laura Puglise Barbosa. **Análise de conteúdo**. Campinas: Autores Associados, 2021. 87 p.

FREEDMAN, R. A.; YOUNG, H. D. **Física I: mecânica**. 14 ed. São Paulo: Pearson, 2016.

FONSECA, M. G.; GONTIJO, C. H. Pensamento crítico e criativo em Matemática: uma abordagem a partir de problemas fechados e problemas abertos. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 14, n. 34, p. 1-18, 30 mar. 2021.

FONTANELLA, Bruno José Barcellos et al. Amostragem em pesquisas qualitativas: proposta de procedimentos para constatar saturação teórica. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 27, n. 2, p. 389-394, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2008000100003>. Acesso em: 20 jan. 2023.

FURTADO, U.; LEONEL, A. Resolução de problemas e problemas abertos: uma investigação no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 3, n. 2, 11 set. 2020.

GLASER, Barney G.; STRAUSS, Anselm L. **Discovery of grounded theory: strategies for qualitative research**. Routledge, 2017.

GIL, D.; et al. Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis: UFSC, v. 9, n. 1, 1992. p. 07-19.

HENNINK, Monique M.; KAISER, Bonnie N.; MARCONI, Vincent C. Code saturation versus meaning saturation: how many interviews are enough? **Qualitative Health Research**, v. 27, n. 4, p. 591-608, 2017. Disponível em: [Code Saturation Versus Meaning Saturation \(sagepub.com\)](https://doi.org/10.1177/1049731517708855) . Acesso em: 10 jan. 2022.

HENNINK, Monique; KAISER, Bonnie N. Sample sizes for saturation in qualitative research: a systematic review of empirical tests. **Social Science & Medicine**, Elsevier, v. 292, 114523, jan.2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277953621008558?via%3Dihub#abs0015>. Acesso em: 10 jan. 2022.

HOUAISS, Antônio; RODITI, Itzhak. **Dicionário Houaiss de Física**. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Objetiva Ltda, 2005. 244 p.

LARKIN, Jill *et al.* Expert and Novice Performance in Solving Physics Problems. **Science**, v. 208, n. 4450, jun. 1980. p. 1335-1342

LAMARQUE, Tatiele; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. Atividades didáticas baseadas em problemas de lápis e papel para o ensino de Física: limites e possibilidades. In: Congresso Internacional PBL 2010 - Aprendizagem baseada em problemas e metodologias ativas de aprendizagem, 2010, São Paulo, Brasil. **Anais [...]**. São Paulo: USP-PAN PBL, 2010. Disponível em: <http://each.uspnet.usp.br/pbl2010/trabs/trabalhos/TC0317-2.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2023.

MACHADO, Nilson José. As Competências para Ensinar no Século XXI – a formação dos professores e o desafio da avaliação. In Perrenoud, P. et.al. **Sobre a ideia de competência**. Porto Alegre: Artmed, 2002. cap. 6, p. 137-155.

MENDES, Rosana Maria; MISKULIN, Rosana Giaretta Sguerra. A análise de conteúdo como uma metodologia. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 47, n. 165, p. 1044-1066, jul. 2017. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15742017000300013&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 10 jan. 2023.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.) *et al.* Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade. In: **Ciência, Técnica e Arte: o Desafio da Pesquisa Social**. Petrópolis: Vozes, 2002. cap.1, p. 9-29.

MOREIRA, K. D. et al. Metodologia para o desenvolvimento de competências secretariais no contexto da gestão universitária. **Revista de Gestão e Secretariado** (Management and Administrative Professional Review), [S. l.], v. 11, n. 1, p. 151–175, 2020. DOI: 10.7769/gesec.v11i1.1043. Disponível em: <https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/1043>. Acesso em: 25 abr. 2023.

MORETTO, Vasco Pedro. **Prova: um momento privilegiado de estudo, não um acerto de contas**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2014. 186 p.

MORSE, J. The significance of saturation. **Qualitative Health Research**, v.5, n. 2, p.147–149, mai. 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/104973239500500201>. Acesso em: 10 jan. 2022.

MORSE, J. Data were saturated. **Qualitative Health Research**, v. 25, n. 5, p. 587–588, mai. 2015. Disponível em <https://doi.org/10.1177/1049732315576699>. Acesso em 10 jan. 2022.

MOSCA, Gene; TIPLER, Paul A. **Física para cientistas e engenheiros: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC- Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, 2019. v 1.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física básica 1 – mecânica**. 5 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2013. v.1.

OLIVEIRA, Anna A. P. O Plano de Modernização do Ensino do Exército 30 anos depois. In. 9º ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS, 9., 2023, Belo Horizonte. Anais [...]. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (Campus Coração Eucarístico), 2023. Disponível em: <file:///C:/Users/55199/Downloads/V1%20ABRI%20O%20Plano%20de%20Moderniza%C3%A7%C3%A3o%20do%20Ensino%20do%20Ex%C3%A9rcito%2030%20anos%20depois-4.pdf>. Acesso em: 10 out. 2023.

O'REILLY, Michelle; PARKER, Nicola. 'Unsatisfactory Saturation': a critical exploration of the notion of saturated sample sizes in qualitative research. **Qualitative Research**, v.13, n.2, p. 190–197, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1468794112446106>. Acesso em: 10 jan. 2022.

PALMEIRA, Lana Lisiêr de Lima; CORDEIRO, Carla Priscilla Barbosa Santos; PRADO, Edna Cristina do. A análise de conteúdo e sua importância como instrumento de interpretação dos dados qualitativos nas pesquisas educacionais. **Cadernos de Pós-graduação**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 14-31, jan./jun. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/cpg.v19n1.17159>. Acesso em: 10 jan. 2023.

PEREIRA, F. da S. As transformações no sistema de ensino do Exército Brasileiro. **Revista Navigator - Dossiê Amazônia: história marítima, fluvial e naval**. Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 135-148, 2018. Disponível em:

<https://portaldeperiodicos.marinha.mil.br/index.php/navigator/article/view/675>

Acesso em: 10 nov. 2023.

PERRENOUD, Philippe. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000. 192 p.

PERRENOUD, Philippe. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed, 1999. 96 p.

POZO, Juan Ignacio. **Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2002. 296 p.

RIBEIRO, D. D. C. D. A.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. A metodologia de resolução de problemas no ensino de ciências: as características de um problema eficaz. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 22, p. e24006, 2020. Disponível em:

[http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2237-](http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2237-94602019000500271&lng=pt&nrm=iso)

[94602019000500271&lng=pt&nrm=iso](http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2237-94602019000500271&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 07 jan. 2023.

SACRISTÁN, José Gimeno. O que Significa o Currículo? *In*: SACRISTÁN, José Gimeno (org.). **Saberes e Incertezas sobre o Currículo**. Porto Alegre: Penso, 2013. 542 p.

SAMPIERI, Roberto Hernández; CALLADO, Carlos Fernández; LUCIO, Maria del Pilar Baptista. **Metodologia de pesquisa**. Porto Alegre: Penso, 2013. 624 p.

SANDELOWSKI, M. Sample size in qualitative research. **Research in Nursing & Health**, Wiley Online Library, v. 18, issue 2, p.179-183, abr. 1995. 179–183. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/nur.4770180211>. Acesso em: 10 jan. 2022.

SANTAELLA, Lúcia. Da cultura das mídias à cibercultura: o advento do pós-humano. **Revista FAMECOS**, [S. l.], v. 10, n. 22, p. 23–32, 2008. DOI: 10.15448/1980-3729.2003.22.3229. Disponível em:

<https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistafamecos/article/view/3229>.

Acesso em: 10 de out. 2022.

SILVA, M. R. dos S. da; OLAVE, M. E. L. Contribuição das tecnologias Digitais associadas à indústria 4.0 para a formação profissional. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, [S. l.], v.17, n.2, p. 82-110, 2020. DOI: 10.25112/rgd.v17i2.2047. Disponível em:

<https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistagestaoedesenvolvimento/article/view/2047>. Acesso em: 10 de out. 2023.

WELLER, Wivian; ZARDO, Sinara Pollom. Entrevista narrativa com especialistas: aportes metodológicos e exemplificação. **Revista da FAEBA: Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 22, n. 40, p. 131-143, dez. 2013. Disponível em:

http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-70432013000200012&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 22 jan. 2023.

YIN, Robert K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016. 313 p.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: mecânica**. 10 ed. Rio de Janeiro: LTC- Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, 2016. v 1. 361 p.

APÊNDICES

APÊNDICE A - O ensino militar no Exército Brasileiro

Neste apêndice, serão explicitados conceitos, definições e termos conforme constam nas leis, documentos oficiais e glossários do EB de modo a facilitar o seu entendimento e a compreensão da intenção de seus elaboradores a partir do contexto em que foram produzidos.

Para auxiliar na compreensão da motivação e da relevância da presente pesquisa, que teve como objetivo identificar as principais habilidades que devem ser desenvolvidas no conteúdo de dinâmica, na disciplina de Física I, do CFO LEMB, será importante explicitar as relações das normas que estão associados ao ensino militar no EB observando a sua evolução temporal. Encontramos três marcos normativos importantes que norteiam o sistema de ensino no Exército e, particularmente, o CFO LEMB:

- a) A Lei n 9.394/96, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB), em seu artigo 83, dispõe que o ensino militar é regulado em lei específica, admitida a equivalência de estudos, de acordo com as normas fixadas pelos sistemas de ensino (Brasil, 1996). A LDB outorga independência total com relação à criação de cursos e seus respectivos currículos pelas Forças Armadas pois são elas que editam suas leis de ensino atendendo, assim, as especificidades da formação militar.
- b) O Parecer CNE/CES nº 1295/2001, de 6 de novembro de 2001, reconhece a importância das Ciências Militares desenvolvidas no âmbito das três Forças Armadas - Marinha, Exército, Aeronáutica - e auxiliares o que justifica sua inclusão no rol das ciências estudadas no Brasil, resguardando-se os aspectos bélicos, exclusivos das Forças Armadas (Brasil, 2001). O Parecer estabelece normas relativas à admissão de equivalência de estudos e inclusão efetiva das Ciências Militares no rol das ciências estudadas no país.
- c) A Portaria Interministerial 830-MD/ MEC, de 23 de maio de 2008, dispõe que o curso de formação de oficiais ministrado pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) é equivalente à modalidade de bacharelado (Brasil, 2008). O CFO LEMB, ministrado pela AMAN, é considerado um curso de graduação: Bacharelado em Ciências Militares.

Constata-se que, desde a promulgação da LDB (Brasil, 1996), o CFO LEMB vem incorporando relevância ao longo do tempo ao ser equiparado a um curso de graduação e na área de Ciências Militares, sendo que o estudo desta área é considerado importante para o país. Para dar mais efeito ao Parecer CNE/CES nº 1295/2001, de 6 de novembro de 2001 (Brasil, 2001), o Comando Militar do Exército Brasileiro, através da Portaria nº 734, de 19 de agosto de 2010, conceitua Ciências Militares como sendo o sistema de conhecimentos relativos à arte bélica, obtido mediante pesquisa científica, práticas na esfera militar, experiência e observação dos fenômenos das guerras e dos conflitos, valendo-se da metodologia própria do ensino superior militar; ela também estabelece a finalidade e delimita o escopo de estudo das Ciências Militares (Brasil, 2010). Como consequência da demarcação do conceito de Ciências Militares, as competências desejáveis para um oficial combatente começaram a ser engendradas a partir do momento que a observação dos fenômenos das guerras e dos conflitos passaram a ocorrer.

O Estado-Maior do Exército (EME) é um órgão de direção geral que deve, dentro das suas finalidades, orientar o preparo e o emprego da Força Terrestre (F Ter) (Brasil, 2015). A F Ter é o instrumento de ação do Exército, estruturada e preparada para o cumprimento de missões operacionais terrestres (Brasil, 2015). A F Ter visa o cumprimento da destinação constitucional do Exército Brasileiro, conforme expresso no Regulamento do Estado-Maior do Exército. E ainda, neste mesmo Regulamento, estão incluídas as orientações gerais para a construção dos currículos das Escolas de Formação do EB visando o melhor preparo da F Ter (Brasil, 2022). O EME tem a liberdade, outorgada pela LDB, para criar cursos e orientar a construção de currículos de modo a atender a política de defesa nacional. Com a participação em estudos de interesse do EB, com a consolidação geral de informações, com a medição do desempenho organizacional e acompanhamento de indicadores estratégicos, o EME tem esboçado a visão do futuro do emprego da F Ter e, a partir dela, pode planejar, organizar, coordenar e controlar o funcionamento do Sistema de Ensino do Exército. Assim, as Escolas de Formação do EB podem preparar o militar que irá enfrentar os desafios futuros que foram previstos pelo EME de modo a atender a suas finalidades.

A Lei que institui o Sistema de Ensino no Exército (Brasil, 1999), já define que o curso de graduação, no EB, qualifica em profissões de nível superior, com ou sem correspondentes civis, para a ocupação de cargos e para o desempenho de funções

militares. A Lei ressalta que, no preparo para o desempenho de funções militares, o Sistema de Ensino do Exército deve valorizar atitudes e comportamentos dos concludentes de suas modalidades de ensino, dentre elas: a educação integral, a atualização científica e tecnológica e o desenvolvimento do pensamento estruturado. (Brasil,1999). Pode-se identificar, na Lei, a valorização de atitudes e valores em consonância com a construção de conhecimentos acadêmicos. As bases para a adoção do ensino por competências no EB foram construídas na Lei de Ensino do EB pois, no ensino tradicional, o enfoque é apenas na transmissão de conteúdos acadêmicos pelos professores.

A partir de 2012, no contexto da formação do oficial combatente do EB, as competências e habilidades inerentes à profissão militar foram elencadas como norteadoras de todo o currículo do seu curso de graduação, Curso de Formação de Oficiais Combatentes da Linha de Ensino Militar Bélico, cuja duração passou de quatro para cinco anos. Conforme determinado pelas Instruções Reguladoras para a Organização, o Funcionamento e a Matrícula nos Cursos de Formação de Oficiais de Carreira da Linha de Ensino Militar Bélico, de 2021, o primeiro ano é cursado na Escola Preparatória de Cadetes do Exército (EsPCEEx), na Cidade de Campinas, no Estado de São Paulo e, os demais quatro anos, na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), na Cidade de Resende, no Estado do Rio de Janeiro (Brasil, 2021).

No início do século XXI, o Estado Maior do Exército identificou a urgência em preparar a F Ter para os cenários de incertezas e os desafios vindouros. Dentre os desafios que ainda perduram, está a de formar e preparar o oficial combatente para compreender a complexidade dos modelos de funcionamento dos novos armamentos que abarcam conceitos de Física, Química, Matemática e Informática, e, ainda, torná-lo capaz de mobilizar suas estratégias cognitivas para atuar nas situações reais da atividade militar. As inovações tecnológicas trouxeram mudanças significativas na doutrina militar, novos contextos de confrontos bélicos precisaram ser considerados (Oliveira, 2023). “O desenvolvimento estratégico das tecnologias da informática e comunicação terá, então, reverberações por toda a estrutura social das sociedades capitalistas avançadas” (Santaella, 2003, p.23).

A adoção de uma abordagem por competências no ensino militar, ao invés da mera transmissão de conteúdo, passou a atender a formação do oficial combatente pois, conforme preconiza Perrenoud (1999), uma competência está sempre vinculada à existência de conhecimentos, de técnicas, de *savoir-faire*, de esquemas etc. que

serão mobilizados na realização de uma ação eficaz em uma determinada situação complexa.

O CFO LEMB é estruturado ao longo de cinco anos. Os dois primeiros anos fazem parte do Curso Básico, os três últimos anos do curso são dedicados às sete especialidades: Arma de Infantaria, Arma de Artilharia, Arma de Cavalaria, Arma de Engenharia, Arma de Comunicações, Quadro de Material Bélico e Serviço de Intendência. Ao final do curso, o concludente será Bacharel em Ciências Militares.

O Curso Básico, tem como alguns dos seus objetivos assegurar os conhecimentos mínimos e necessários que habilitem os alunos ao prosseguimento na formação de oficial combatente; preparar o combatente básico e desenvolver habilidades técnicas. No curso básico, todos os alunos cursam as mesmas disciplinas para que ocorra uma uniformização no desenvolvimento de determinadas competências e habilidades que irão compor a base para as disciplinas específicas de cada Arma, Quadro e Serviço. O CFO LEMB fornece o embasamento necessário ao futuro oficial para que exerça as funções de comandante e líder de pequenas frações e de subunidades das respectivas Armas, Quadro e Serviço.

Nos três últimos anos da formação, as disciplinas são voltadas para os cursos específicos e têm um enfoque eminentemente técnico e prático. Os alunos, então denominados cadetes, cursam as disciplinas exclusivas das sua respectiva Arma, Quadro ou Serviço. Essas disciplinas desenvolvem as competências necessárias e exclusivas do seu curso. Nos últimos oito meses da formação, os cadetes fazem o Estágio de Tropa, para serem orientados no desempenho das funções para as quais foram preparados ao longo do curso em uma unidade militar específica da sua Arma, Quadro ou Serviço. Neste momento, são também avaliados quanto ao conjunto de competências que desenvolveram ao longo do CFO LEMB. Ao final dos cinco anos, os concludentes são declarados Aspirantes a Oficial e irão servir em alguma das unidades militares específicas da sua Arma, Quadro ou Serviço localizadas no território nacional.

Desde 2012, a efetivação do ensino por competências, no CFO LEMB, foi feita pela emissão e construção de uma série de documentos que nortearam o sistema de ensino do EB. Para clarificar a estrutura de ensino no Exército, o quadro 20 mostra a cadeia de subordinação, em termos hierárquicos, dos Órgãos e Escolas de Formação do CFO LEMB, em função das respectivas missões institucionais. Esta cadeia de

subordinação é seguida para fins de emissão e recepção de documentos e ordens referentes ao ensino militar.

Quadro 20 - Missão Institucional dos Órgãos Normativos e Escolas de Formação do CFO LEMB no organograma de subordinação.

Órgãos/Escolas de Formação	Missão Institucional
Ministério da Defesa (MD)	Esclarecer e mobilizar a sociedade brasileira em torno de uma Estratégia Nacional de Defesa que assegure os interesses e a soberania do Brasil.
Exército Brasileiro (EB)	Contribuir para a garantia da soberania nacional, dos poderes constitucionais, da lei e da ordem, salvaguardando os interesses nacionais e cooperando com o desenvolvimento nacional e o bem-estar social. Para isso, prepara a Força Terrestre, mantendo-a em permanente estado de prontidão.
Departamento de Ensino e Cultura do Exército (DECEX)	Planejar, organizar, dirigir e controlar as atividades relativas à educação, à cultura, à educação física, aos desportos e à pesquisa científica nas áreas de defesa, ciências militares, doutrina e pessoal, excluindo as atividades de ensino voltadas para a Instrução Militar e para a Ciência, Tecnologia e Inovação.
Diretoria de Ensino Superior Militar (DESMil)	Dirigir a formação dos oficiais de carreira das linhas de ensino militar bélico, complementar, de saúde, dos oficiais da reserva e dos capelães militares. Também conduz o aperfeiçoamento e os altos estudos dos oficiais pertencentes a todas as linhas de ensino militar.
Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN)	Formar o Aspirante-a-oficial das Armas, do serviço de Intendência e do Quadro de Material Bélico, habilitando-o para os cargos de tenente e capitão não aperfeiçoado. Graduar o bacharel em Ciências Militares e iniciar a formação do chefe militar.
Escola Preparatória de Cadetes do Exército (EsPCEX)	Selecionar os candidatos e dar início à formação do oficial combatente do Exército Brasileiro ao preparar o futuro cadete da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN); iniciar a formação do líder militar.

Fonte: a autora, 2022.

O DECEX é um grande sistema de ensino, educação, cultura, pesquisa e desporto com vários estabelecimentos militares distintos subordinados a ele e, outros, apesar de não serem subordinados, recebem, diretamente, a sua assessoria técnica para alguns cursos que ministram, conforme consta no Catálogo de cursos do DECEX (BRASIL, 2019).

Os estabelecimentos de ensino, centros e institutos de pesquisa subordinados ao DECEX são: [Academia Militar das Agulhas Negras – AMAN](#), [Centro Conjunto de](#)

[Operações de Paz do Brasil – CCOPAB](#), [Centro de Educação a Distância do Exército - CEADEx](#), [Centro de Estudos de Pessoal e Forte Duque de Caxias - CEP/FDC](#), [Centro de Estudos e Pesquisas de História Militar do Exército - CEPHiMEx](#), [Centro de Idiomas do Exército - CIDEx](#), [Centro de Preparação de Oficiais da Reserva de Belo Horizonte - CPOR/BH](#), [Centro de Preparação de Oficiais da Reserva de Porto Alegre - CPOR/PA](#), [Centro de Preparação de Oficiais da Reserva do Recife - CPOR/R](#), [Centro de Preparação de Oficiais da Reserva do Rio de Janeiro - CPOR/RJ](#), [Centro de Preparação de Oficiais da Reserva de São Paulo - CPOR/SP](#), [Centro de Psicologia Aplicada do Exército - CPAEx](#), [Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais – EsAO](#), [Escola de Aperfeiçoamento de Sargentos das Armas - EASA](#), [Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea - EsACosAAe](#), [Escola de Comando e Estado-Maior do Exército – ECEME](#), [Escola de Educação Física do Exército – EsEFEx](#), [Escola de Equitação do Exército – EsEqEx](#), [Escola de Instrução Especializada - EsIE](#), [Escola de Sargentos das Armas - ESA](#), [Escola de Sargentos de Logística - EsSLog](#), [Escola de Saúde e Formação Complementar do Exército - ESFCEEx](#), [Escola Preparatória de Cadetes do Exército - EsPCEEx](#), [Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército - IPCFEx](#).

Os estabelecimentos de ensino de Educação Básica subordinados ao DECEEx são: [Colégio Militar de Brasília – CMB](#), [Colégio Militar de Belém – CMBel](#), [Colégio Militar de Belo Horizonte – CMBH](#), [Colégio Militar de Curitiba – CMC](#), [Colégio Militar de Campo Grande – CMCG](#), [Colégio Militar de Fortaleza – CMF](#), [Colégio Militar de Juiz de Fora – CMJF](#), [Colégio Militar de Manaus – CMM](#), [Colégio Militar de Porto Alegre – CMPA](#), [Colégio Militar de Recife – CMR](#), [Colégio Militar do Rio de Janeiro – CMRJ](#), [Colégio Militar de Salvador – CMS](#), [Colégio Militar de Santa Maria – CMSM](#), [Colégio Militar de São Paulo – CMSP](#).

Os estabelecimentos de ensino, centros de instrução, e organizações militares de encargo de ensino não subordinados, mas com orientação técnico-pedagógica do DECEEx são:

[Hospital Central do Exército - HCE](#), [Hospital Militar de Área de Brasília - HMAB](#), [Hospital Militar de Área de Porto Alegre - HMAPA](#), [Hospital Militar de Área de São Paulo - HMASP](#), [Instituto de Biologia do Exército – IBEx](#), Núcleos de Preparação de Oficiais da Reserva - NPOR, [Batalhão de Polícia do Exército de Brasília - BPEB](#), [Centro de Adestramento – Leste](#), Centro de Adestramento - Sul, [Centro de Instrução de Aviação do Exército - CIAVEx](#), [Centro de Instrução de Blindados General Walter](#)

[Pires - CIBld GWP](#), [Centro de Instrução de Operações Especiais - CIOpEsp](#), [Centro de Instrução de Guerra na Selva - CIGS](#), [Centro de Instrução de Paraquedista General Penha Brasil - CI Pqdt GPB](#), [Centro de Instrução de Guerra Eletrônica - CIGE](#), Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes - CI Art Msl Fgt, [Centro de Instrução de Embarcações do Comando Militar da Amazônia - CECMA](#), [Escola de Comunicações - EsCom](#), Escola de Inteligência Militar do Exército - EsIMEx, Escola Nacional de Defesa Cibernética - EnaDCiber, [Instituto de Economia e Finanças do Exército - IEFEx](#), [1º Batalhão de Operações Psicológicas - 1º Btl Op Psc](#), [1º Batalhão de Polícia do Exército - 1º BPE](#), 2º Batalhão de Polícia do Exército - 2º BPE, [2º Batalhão Ferroviário / Centro de Instrução de Engenharia - 2º B Fv / CIEng](#), [2º Centro de Geoinformação - 2º CGEO](#), 3º Batalhão de Polícia do Exército - 3º BPE, 4º Batalhão de Polícia do Exército - 4º BPE, 9º Batalhão de Manutenção - 9º B Mnt, [11º Batalhão de Infantaria de Montanha / Centro de Instrução de Operações em Montanha - 11º BIMth / CIOpMth](#), 17º Batalhão de Fronteira / Centro de Instrução de Operações no Pantanal - 17º B Fron / CIOPan, 28º Batalhão de Infantaria Leve / Centro de Instrução de Operações Urbanas - 28º BIL / CIOU, 72º Batalhão de Infantaria Motorizado / Centro de Instrução e Operações na Caatinga - 72º BIMtz / CIOpC, 1º Grupo de Artilharia Antiaérea - 1º GAA Ae, 4º Batalhão de Engenharia de Combate - 4º BEC, 4º Grupo de Artilharia de Campanha Leve - 4º GAC L, 6º Regimento de Cavalaria Blindado - 6º RCB, 10º Batalhão de Infantaria Leve - 10º BIL, 12º Grupo de Artilharia de Campanha - 12º GAC, 13º Regimento de Cavalaria Mecanizado - 13º RC Mec, 14º Grupo de Artilharia de Campanha - 14º GAC, 16º Batalhão de Infantaria Motorizado - 16º BIMtz, 20º Regimento de Cavalaria Blindado - 20º RCB, 23º Batalhão de Caçadores - 23º BC, 23º Batalhão de Infantaria - 23º BI, 41º Batalhão de Infantaria Motorizado - 41º BI Mtz.

Ressalta-se que as únicas escolas de formação do CFO LEMB são a EsPCEEx e a AMAN. Apesar das escolas possuírem Diretores de Ensino diferentes, que são os seus respectivos comandantes, aliam-se na continuidade de um curso único para atender a formação do Bacharel em Ciências Militares.

Inicialmente, no âmbito da Linha de Ensino Militar Bélico, no artigo primeiro das Instruções Reguladoras do Ensino por Competências: Currículo e Avaliação, de 2013 foi determinado que o ensino passaria a ser por competência (Brasil, 2013). Então, AMAN e EsPCEEx passaram a adotar a metodologia do ensino por competências.

No Ensino Militar, entende-se competência como a ação de mobilizar recursos diversos, integrando-os para decidir e atuar em uma família de situações, e a habilidade, como sendo o conjunto de características do repertório do indivíduo relacionado às suas capacidades, conhecimentos e atitudes, que confere competência ao mesmo (Brasil, 2022). Depreende-se que uma determinada competência é construída, pelo aluno, a partir das várias habilidades que ele já possui ou desenvolveu ao longo do curso.

Define-se Currículo, no Glossário de Termos do DECEX como sendo o conjunto de experiências de ensino espontâneas ou intencionais que permeiam os contextos educativos (Brasil, 2015). Define-se construção curricular, nas Normas para a Construção de Currículos, de 2018, como sendo os trabalhos de elaboração ou de revisão curricular e que ocorrerá quando da alteração das normas que regem o ensino, do perfil profissiográfico, da atualização doutrinária e conteúdo ou por determinação do Escalão Superior (Brasil, 2018).

Ainda, segundo as Normas para a Construção de Currículos, de 2018 (Brasil, 2018), na construção curricular do CFO LEMB, o início se dá com a elaboração do mapa funcional que é um documento descritivo da atividade laboral de forma totalizante e serve para orientar o processo formativo e as ações de avaliação, discriminando as competências a serem desenvolvidas no curso ou estágio. No mapa funcional, as competências são divididas em competências principais (CP) que são macro competências e são elas que englobam e determinam as unidades de competências (UC) e os elementos de competências (EC) que são a expressão das atribuições fundamentais a serem desempenhadas pelo concludente do curso (Brasil, 2018). A estrutura curricular está organizada em uma árvore hierarquizada de competências que nasce na CP, mais geral, e se ramifica até o EC que são mais específicos e indicam uma competência que o oficial deverá demonstrar em atuação profissional.

As Normas para a Construção de Currículos, de 2018 (Brasil, 2018), ainda explicitam a construção do Perfil Profissiográfico, documento que determina as habilitações profissionais a serem obtidas pelos concludentes dos cursos. No Perfil Profissiográfico, surgem as competências profissionais que devem ser reproduzidas das UC, EC e CP do Mapa Funcional (Brasil, 2018). Na LEMB, para cada Arma, Quadro ou Serviço, há um curso de formação distinto que possui o seu respectivo Perfil Profissiográfico e Mapa Funcional. Assim, as competências são condizentes

com as especificações profissionais de cada curso. Porém, existem algumas competências que são comuns a todos eles.

Também, de acordo com as Normas para a Construção de Currículos, de 2018, as disciplinas do curso serão retiradas do estudo relacionado às CP, UC e EC, podendo elas corresponder a mais de uma disciplina. As disciplinas do curso básico desenvolvem as competências comuns a todos os cursos (Brasil, 2018).

No final da construção curricular, ocorre a elaboração do Plano de Disciplina (PLADIS) por cada disciplina elencada no curso. O PLADIS, do CFO LEMB, é um documento de planejamento pedagógico que destaca as atividades de ensino-aprendizagem no âmbito da disciplina. Nele constam os assuntos e os conteúdos a serem abordados, o conjunto de competências CP, UC e EC que são desenvolvidas pela disciplina, distribuição de carga horária, a grade de avaliações, orientações metodológicas e as referências bibliográficas. Nas orientações metodológicas, constam os padrões de desempenho que explicitam as habilidades a serem desenvolvidas em cada assunto abordado (Brasil, 2018).

As características do ensino por competências ficam bastante evidentes em todas as etapas de elaboração da construção curricular. A previsão do desenvolvimento das competências nos diversos documentos: Perfil Profissiográfico, Mapa Funcional e PLADIS segue uma ordem estruturada e interligada de modo que, ao final do CFO LEMB, o concludente efetivamente possua as competências previstas, conforme as indicações do EME, para o desempenho profissional.

APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Mapeamento de habilidades em Física: uma pesquisa a partir de problemas abertos

Martha Van Der Veen Cotrim e Dirceu da Silva

Número do CAAE: 52528121.1.0000.8142

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa como voluntário. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante da pesquisa e é elaborado em duas vias, assinadas e rubricadas pelos pesquisadores e pelo participante, sendo que uma via deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com os pesquisadores. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

A presente pesquisa tem como objetivo identificar as principais habilidades a serem desenvolvidas na disciplina de Física I do Curso de Formação de Oficiais da Linha de Ensino Militar Bélico do Exército Brasileiro, especificamente, no conteúdo de dinâmica, e que são importantes para o Oficial Combatente. As habilidades se constituem em operações, analogias, induções, deduções, transposições de conhecimentos etc. que formam os esquemas mentais necessários para resolver um problema com o qual você se depara.

Conhecendo as habilidades mais relevantes, será possível aos docentes da disciplina de Física I, o planejamento de atividades contextualizadas, determinação de objetivos e de padrões de desempenho que oportunizem uma aprendizagem mais significativa e que, assim, preparem melhor os alunos do Curso de Formação de Oficiais da Linha de Ensino Militar Bélico do Exército Brasileiro para um desempenho profissional de natureza militar.

Procedimentos:

Ao aceitar participar do estudo, você será convidado a receber um problema aberto e desenvolver, a partir da sua experiência profissional, uma possível solução detalhada para ele. O problema aberto que será proposto a você irá envolver o conteúdo de dinâmica e será contextualizado em alguma situação prevista em manuais militares. Nos problemas abertos, não existe “a solução correta” pois o desenvolvimento da solução é uma escolha particular de cada participante da

pesquisa e ela evidenciará as habilidades que cada um considera mais relevantes para a resolução do problema proposto.

Os pesquisadores farão o contato prévio para determinar a maneira mais conveniente para você receber o problema proposto: e-mail, WhatsApp, compartilhamento no Google Drive etc. O retorno do desenvolvimento da sua resolução também poderá ser por e-mail, WhatsApp etc. Não há tempo estipulado para a resolução do problema, mas solicito que a devolução ocorra dentro de quinze dias após o recebimento da proposta. Caso haja alguns problemas característicos pelo uso de meios eletrônicos e da internet durante a sua participação na pesquisa, os pesquisadores se dispõem a solucionar o que for possível.

Os dados dessa pesquisa serão digitalizados e armazenados pelos pesquisadores, como arquivo digital, em uma pasta do Google Drive, por um período de 5 anos após o final da pesquisa, de acordo com a Res. CNS 510/16. Após este período o material coletado será devidamente excluído.

Desconfortos e riscos:

A pesquisa não prevê qualquer risco ou danos aos participantes, e você poderá interromper a sua contribuição para esta pesquisa com total liberdade, quando desejar. Você não deve participar deste estudo se não se sentir confortável em realizar a atividade de desenvolver uma solução detalhada para o problema aberto proposto.

Benefícios:

Os benefícios da execução da pesquisa serão indiretos aos sujeitos participantes. Porém, tendo em vista a importância da formação acadêmica do Oficial Combatente para o Exército Brasileiro, espera-se que esta pesquisa contribua, de maneira significativa, para a determinação das habilidades fundamentais para compor o currículo da disciplina de Física I. O desenvolvimento do conteúdo dessa disciplina deve auxiliar o oficial a lidar, de uma maneira mais eficiente, com as situações reais da sua atividade profissional.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Você terá direito ao acesso aos resultados da pesquisa e, na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado; se necessário será atribuído um nome fictício aos participantes da pesquisa.

Ressarcimento e indenização:

A pesquisa será realizada por meios eletrônicos. Não é esperado que a pesquisa lhe traga algum ônus ou custos, mas se você tiver alguma despesa

decorrente dela, a pesquisadora compromete-se a ressarcir-lo. Você também terá a garantia ao direito à indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa quando comprovados nos termos da legislação vigente.

Acompanhamento e assistência:

A qualquer momento os participantes poderão entrar em contato com os pesquisadores para esclarecimentos e assistência sobre qualquer aspecto da pesquisa, através dos contatos abaixo. Você receberá assistência integral e imediata, de forma gratuita, devido a danos diretos e indiretos, imediatos e tardios pelo tempo que for necessário em caso de danos decorrentes da pesquisa.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, se precisar consultar esse registro de consentimento ou quaisquer outras questões, você poderá entrar em contato com os pesquisadores nos respectivos endereços profissionais: Martha Van Der Veen Cotrim, EsPCEEx/Divisão de Ensino, Seção de Física I, Av. Papa Pio XII nº 355, Jardim Chapadão, Campinas-SP, Tel. (19)981810196, e-mail marthavdvc@gmail.com ou Dirceu da Silva, Faculdade de Educação da Unicamp, Av. Bertrand Russel nº 801, Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, Campinas-SP, Tel. (19)3521-5686, e-mail dirceu@unicamp.br.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais (CEP-CHS) da UNICAMP das 08h 30min às 11h 30min e das 13h às 17h na Rua: Bertrand Russell, 801, Bloco C, 2º piso, sala 05, CEP 13083-865, Campinas – SP; telefone (19) 3521-6836; e-mail: cepchs@unicamp.br

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP):

O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas.

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar:

Data: ____/____/____.

Nome do (a) participante da pesquisa:

(Assinatura do participante da pesquisa)

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 510/2016 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante da pesquisa. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante da pesquisa.

Data: ____/____/____.

(Assinatura do pesquisador)

Data: ____/____/____.

(Assinatura do pesquisador)

APÊNDICE C - Problema Aberto 1

Nome:

Data de nascimento:

Formação acadêmica:

Ano de formação:

Função que desempenha atualmente:

PROBLEMA ABERTO 1

A presente pesquisa tem como objetivo, a partir da solução de um problema aberto, identificar as principais habilidades a serem desenvolvidas na disciplina de Física I do Curso de Formação de Oficiais da Linha de Ensino Militar Bélico do Exército Brasileiro, especificamente no conteúdo de dinâmica, e que são importantes para o Oficial Combatente. As habilidades constituem-se em operações, analogias, induções, deduções, transposições de conhecimentos etc. que formam os esquemas mentais necessários para resolver um problema com o qual você se depara.

Conforme acordado em nosso contato prévio, encaminho um problema aberto para que você sugira uma possível solução e, assim, contribuir para a minha pesquisa. Desde já, agradeço imensamente a sua participação!

Contexto

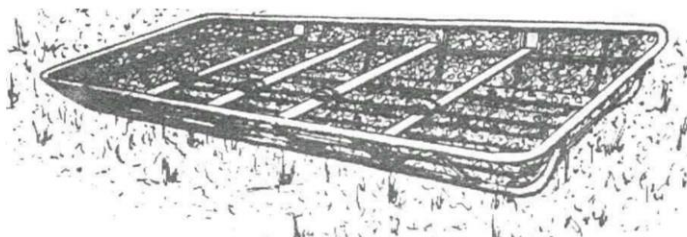
Uma das principais atividades das Forças Armadas é a evacuação de doentes e feridos militares em situações de combate ou a evacuação da população civil ferida em situações de acidentes ou catástrofes de qualquer natureza. Quando não é possível transportá-los por meios convencionais, o deslocamento é feito a pé com o paciente deitado em uma padiola carregada por quatro ou seis militares, como na figura 1. Sabendo que o transporte de doentes e feridos sempre deve ser feito com prudência e serenidade, em terrenos acidentados, com grandes aclives, declives ou cursos d'água que devem ser transpostos, alguns dispositivos são montados para garantir a travessia com segurança. Na figura 2, há um exemplo de dispositivo para paciente transpondo um penhasco e, na figura 3, um exemplo de dispositivo para a transposição de paciente sobre um curso d'água com uso de cabo.

Problema

Você faz parte de um grupo de militares que está transportando um paciente em uma padiola por um terreno acidentado e vocês precisam transpor um obstáculo (aclive, declive ou curso d'água). Qual esquema e quais procedimentos você faria para realizar a transposição? Escolha um possível obstáculo, sugira um dispositivo (caso você deseje, pode escolher um daqueles representado nas figuras mencionadas) e descreva os procedimentos para resolver o problema proposto.

Obs. Por favor, descreva o mais detalhadamente possível o esquema e os procedimentos que você faria para resolver o problema proposto. Como não existe uma solução única ou a solução correta, você estará livre, na sua descrição, para: formular hipóteses para a situação exposta, indicar conceitos matemáticos ou físicos que você empregaria na solução do problema, indicar cálculos intermediários que você talvez precisasse fazer, esboçar desenhos indicando pontos relevantes e/ou as etapas da solução sob o seu ponto de vista, fazer considerações sobre os materiais que talvez você empregasse na execução da solução do problema etc. Enfatizo que você é livre para desenvolver a sua proposta de solução!

Figura 1-Padiola de montanha



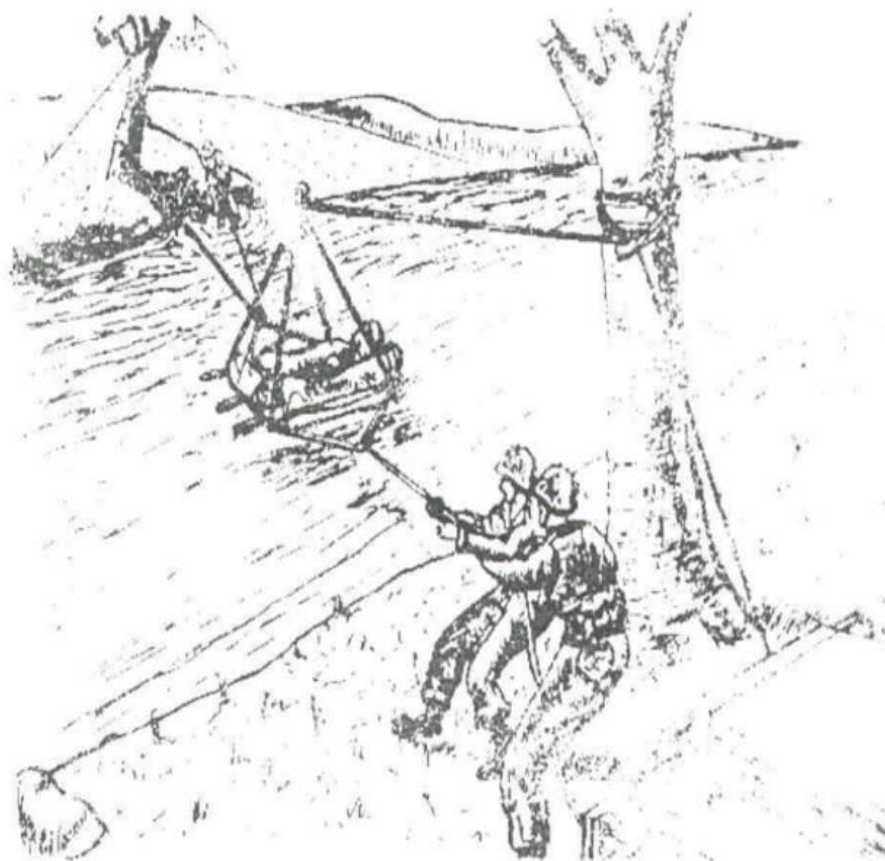
Fonte: Ministério da Defesa. C 8-35, 1991.

Figura 2- Transposição de penhasco



Fonte: Ministério da Defesa. C 8-35, 1991.

|
Figura 3- Transposição de padiola por curso d'água



Fonte: Ministério da Defesa. C 8-35, 1991.

APÊNDICE D - Problema Aberto 2

Nome: _____ Data de nascimento: _____
Formação acadêmica: _____ Ano de formação: _____
Função que desempenha atualmente: _____

PROBLEMA ABERTO 2

A presente pesquisa tem como objetivo, a partir da solução de um problema aberto, identificar as principais habilidades a serem desenvolvidas na disciplina de Física I do Curso de Formação de Oficiais da Linha de Ensino Militar Bélico do Exército Brasileiro, especificamente no conteúdo de dinâmica, e que são importantes para o Oficial Combatente. As habilidades constituem-se em operações, analogias, induções, deduções, transposições de conhecimentos etc. que formam os esquemas mentais necessários para resolver um problema com o qual você se depara.

Conforme acordado em nosso contato prévio, encaminho um problema aberto para que você sugira uma possível solução e, assim, contribuir para a minha pesquisa. Desde já, agradeço imensamente a sua participação!

Contexto

No deslocamento de militares a pé, muitas vezes, eles se deparam com terrenos acidentados que têm aclives ou declives, e faz-se necessário a transposição desses obstáculos, com rapidez e segurança, utilizando-se de meios reduzidos e recursos do próprio local. Para realizar a descida de encostas com declive moderado, o militar poderá utilizar a técnica denominada *rappel* rápido. Para executá-la, inicialmente, uma corda é previamente ancorada na parte superior da encosta e passada por baixo das axilas do militar, conforme a Figura 1. Uma das mãos do militar segura a parte da corda ancorada e a outra, chamada mão de frenagem, segura a parte solta da corda. Para a descida, o militar deve caminhar com os pés tangenciando a encosta, praticamente na posição horizontal, com o

corpo voltado para o alto do declive, conforme a Figura 2. A descida ocorre à medida que a mão de frenagem vai liberando a corda.

Problema

Você precisa descer um declive moderado e utilizar a técnica de *rappel* rápido. Para manter o equilíbrio do seu corpo na posição quase horizontal durante a descida e não bater contra a encosta e/ou cair, o que você deve observar e fazer?

Obs. Por favor, descreva o mais detalhadamente possível o esquema e os procedimentos que você faria para resolver o problema proposto. Como não existe uma solução única ou a solução correta, você estará livre, na sua descrição, para: formular hipóteses para a situação exposta, indicar conceitos matemáticos ou físicos que você empregaria na solução do problema, indicar cálculos intermediários que você talvez precisasse fazer, esboçar desenhos indicando pontos relevantes e/ou as etapas da solução sob o seu ponto de vista, fazer considerações sobre os materiais que talvez você empregasse na execução da solução do problema etc. Enfatizo que você é livre para desenvolver a sua proposta de solução!

Figura 1- Preparo do Rapell



Figura 2- Descida de Rapell



Fonte: Ministério da Defesa. C21-78,1980.

APÊNDICE E - Problema Aberto 3

Nome: _____ Data de nascimento: _____
Formação acadêmica: _____ Ano de formação: _____
Função que desempenha atualmente: _____

PROBLEMA ABERTO 3

A presente pesquisa tem como objetivo, a partir da solução de um problema aberto, identificar as principais habilidades a serem desenvolvidas na disciplina de Física I do Curso de Formação de Oficiais da Linha de Ensino Militar Bélico do Exército Brasileiro, especificamente no conteúdo de dinâmica, e que são importantes para o Oficial Combatente. As habilidades constituem-se em operações, analogias, induções, deduções, transposições de conhecimentos etc. que formam os esquemas mentais necessários para resolver um problema com o qual você se depara.

Conforme acordado em nosso contato prévio, encaminho um problema aberto para que você sugira uma possível solução e, assim, contribuir para a minha pesquisa. Desde já, agradeço imensamente a sua participação!

Contexto

Quando você precisa movimentar grandes cargas (pesos), como viaturas e blindados, a execução de um sistema chamado manobras de força irá facilitar muito o seu trabalho. Utilizando os conceitos da dinâmica, e com o auxílio de cabos e roldanas, é possível montar um sistema em que a vantagem mecânica (V_m) seja grande. Isso faz com que você aplique uma força bem menor para movimentar uma determinada carga do que aquela que você aplicaria sem o auxílio do sistema. Por exemplo, se a V_m for igual a 6, significa que a força a ser aplicada será 6 vezes menor do que aquela que você aplicaria sem usar o sistema.

Uma situação crítica que pode ocorrer durante uma operação militar é o atolamento de blindados. A regra geral para desatolar blindados é: um blindado puxa outro blindado semelhante. Porém, dependendo do solo e da maneira como o

blindado atolou, será necessário usar mais de um blindado para a operação, ou usar a associação de um blindado com um sistema de manobras de força muito bem ancorado (fixado), ou um ou mais sistemas de manobras de força muito bem ancorados. Na Figura 1, há um exemplo de ancoragem para os cabos usados no sistema montado.

As talhas simples ou compostas são usadas para a construção de sistemas de manobras de força. As talhas são conjuntos de cabos e polias em que estas são justapostas uma ao lado da outra e têm o mesmo eixo de rotação, conforme representado na Figura 2. A V_m de uma talha simples é igual o número de cabos que sustentam a carga, conforme representado na Figura 3, e a V_m de uma talha composta é igual ao produto das vantagens mecânicas de cada talha simples que a compõem, conforme representado na Figura 4.

Exemplos possíveis de montagens com sistemas de manobras de força usadas para desatolar blindados são mostrados nas Figuras 5 e 6.

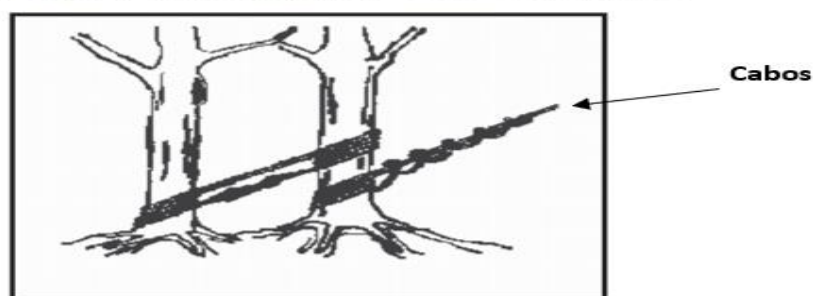
Problema

Você precisa desatolar um blindado que se encontra na situação mais crítica possível: ele está atolado até a altura da sua torre. Nesta situação, ele oferece uma resistência ao movimento equivalente ao triplo do seu peso. Para isso, você precisa montar um dispositivo que envolva o sistema de manobras de força e vencer a resistência que o blindado oferece para poder movimentá-lo. Qual montagem e quais procedimentos você faria para desatolar o blindado? Sugira uma montagem (caso você deseje, pode escolher uma daquelas representadas nas figuras mencionadas) e descreva os procedimentos para resolver o problema proposto.

Obs. Por favor, descreva o mais detalhadamente possível o esquema e os procedimentos que você faria para resolver o problema proposto. Como não existe uma solução única ou a solução correta, você estará livre, na sua descrição, para: formular hipóteses para a situação exposta, indicar conceitos matemáticos ou físicos que você empregaria na solução do problema, indicar cálculos intermediários que

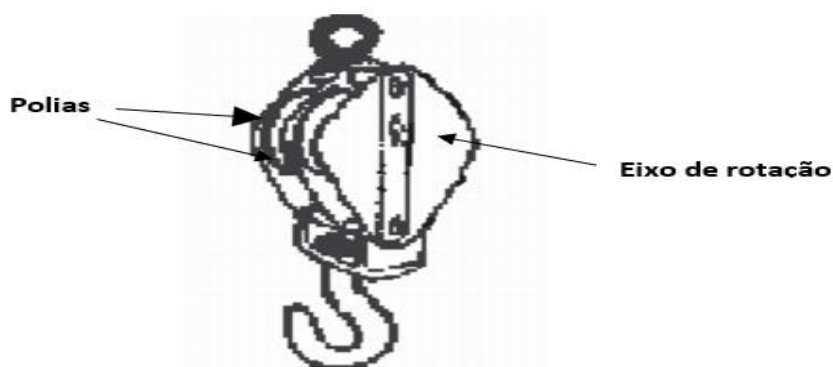
você talvez precisasse fazer, esboçar desenhos indicando pontos relevantes e/ou as etapas da solução sob o seu ponto de vista, fazer considerações sobre os materiais que talvez você empregasse na execução da solução do problema etc. Enfatizo que você é livre para desenvolver a sua proposta de solução!

Figura 1- Ancoragem de cabos em árvores



Fonte: Ministério da Defesa. C 21-78, 1980

Figura 2- Duas polias justapostas



Fonte: Ministério da Defesa. C 21-78, 1980

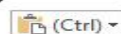
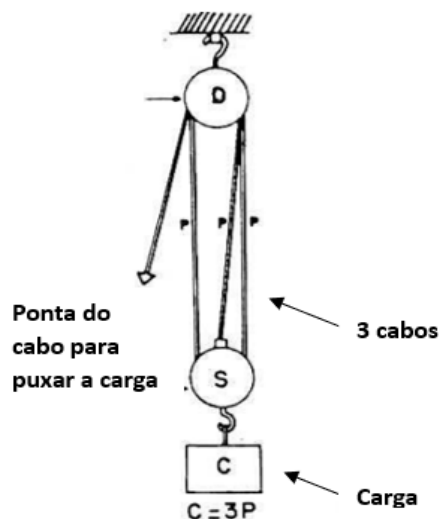
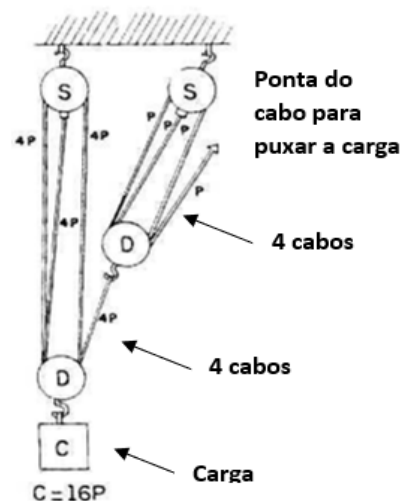


Figura 4- Talha simples, $V_m = 3$



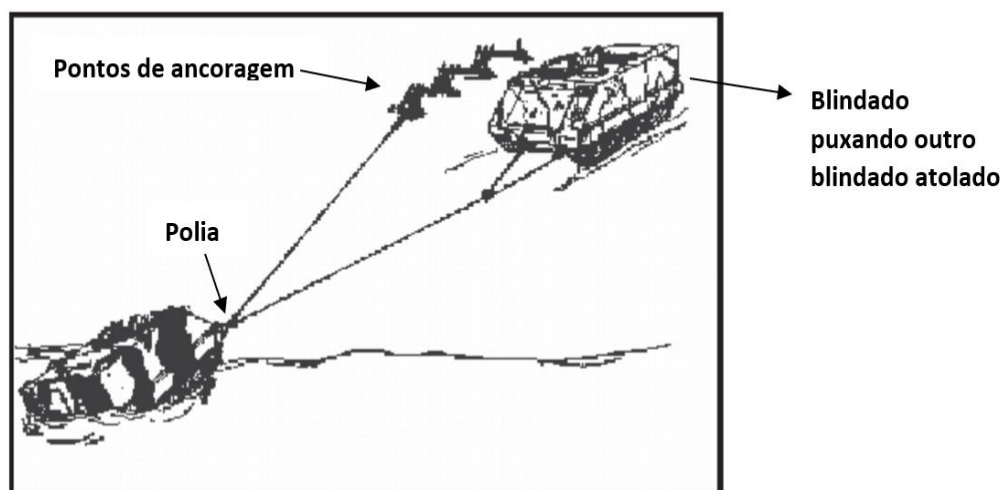
Fonte: Ministério da Defesa. C 21-78, 1980.

Figura 3- Talha composta, $V_m = 4 \times 4 = 16$



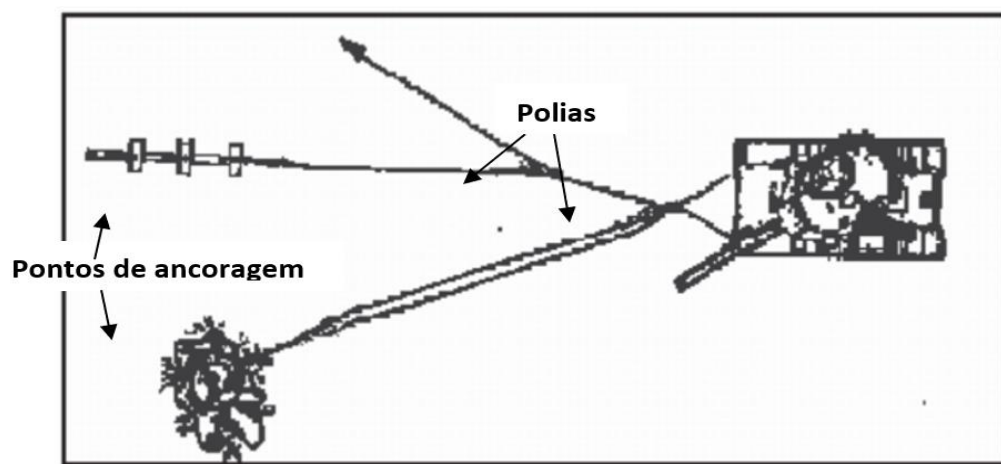
Fonte: Ministério da Defesa. C 21-78, 1980

Figura 5- Montagem com sistema de manobra de força com talha simples e blindado, $V_m = 2$



Fonte: Ministério da Defesa. C 21-78, 1980

Figura 6: Montagem com sistema de manobra de força com talha composta, $V_m = 3 \times 2 = 6$



Fonte: Ministério da Defesa. C 21-78, 1980

APÊNDICE F - Problema Aberto 4

Nome:

Data de nascimento:

Formação acadêmica:

Ano de formação:

Função que desempenha atualmente:

PROBLEMA ABERTO 4

A presente pesquisa tem como objetivo, a partir da solução de um problema aberto, identificar as principais habilidades a serem desenvolvidas na disciplina de Física I do Curso de Formação de Oficiais da Linha de Ensino Militar Bélico do Exército Brasileiro, especificamente no conteúdo de dinâmica, e que são importantes para o Oficial Combatente. As habilidades constituem-se em operações, analogias, induções, deduções, transposições de conhecimentos etc. que formam os esquemas mentais necessários para resolver um problema com o qual você se depara.

Conforme acordado em nosso contato prévio, encaminho um problema aberto para que você sugira uma possível solução e, assim, contribuir para a minha pesquisa. Desde já, agradeço imensamente a sua participação!

Contexto

Na selva, em regime de sobrevivência, a construção de um abrigo eficiente, seguro e limpo é fundamental para a manter as condições físicas e psicológicas do militar durante uma ação de combate. Por definição, abrigos são construções preparadas pelo combatente, com os meios que a selva e o próprio equipamento lhe oferecem para a proteção contra as intempéries e os animais selvagens.

Os abrigos semipermanentes são construídos com materiais da região e dão condições à permanência na selva por um longo período. A cobertura é construída com galhos, folhas, palha e cipós entrelaçados; a base para deitar-se, que deve estar acima do solo para evitar insetos e cobras, e a estrutura são construídos com troncos, galhos e cipós também entrelaçados. As Figuras 1, 2 e 3 são exemplos de abrigos semipermanentes.

Problema

Você precisa construir um abrigo semipermanente para sobreviver na selva e o fará utilizando material da própria selva. Nesta situação, você precisa prever a segurança em relação a estabilidade da estrutura (ele precisa suportar a cobertura) e a base para deitar-se (precisa suportar o seu peso) além da cobertura que deve oferecer proteção da chuva. Qual montagem e quais procedimentos você faria para construir esse abrigo? Sugira uma montagem (caso você deseje, pode escolher uma daquelas representadas nas figuras mencionadas) e descreva os procedimentos para resolver o problema proposto.

Obs. Por favor, descreva o mais detalhadamente possível o esquema e os procedimentos que você faria para resolver o problema proposto. Como não existe uma solução única ou a solução correta, você estará livre, na sua descrição, para: formular hipóteses para a situação exposta, indicar conceitos matemáticos ou físicos que você empregaria na solução do problema, indicar cálculos intermediários que você talvez precisasse fazer, esboçar desenhos indicando pontos relevantes e/ou as etapas da solução sob o seu ponto de vista, fazer considerações sobre os materiais que talvez você empregasse na execução da solução do problema etc. Enfatizo que você é livre para desenvolver a sua proposta de solução!

Figura 1: Tapiri simples



Cobertura
construída com
galhos, folhas,
palhas e cipós

Base para deitar-
se elevada e
construída com
troncos, galhos e
cipós

Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA. IP 21-80,1999

Figura 2- Tapiri de duas águas



Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA. IP 21-80,1999

Figura 3- Tapiri caboclo



Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA. IP 21-80,1999

ANEXOS

ANEXO A - Solução dada ao Problema Aberto 1 pelo Especialista 2

Paciente atravessando um curso d'água. Vejo dois problemas cruciais nessa situação: primeiro a flutuabilidade e segundo o arraste gerado pela correnteza.

A flutuabilidade pode ser resolvida utilizando-se algumas toras de madeira, de preferência com mesma espessura para manter o paciente o mais plano possível.

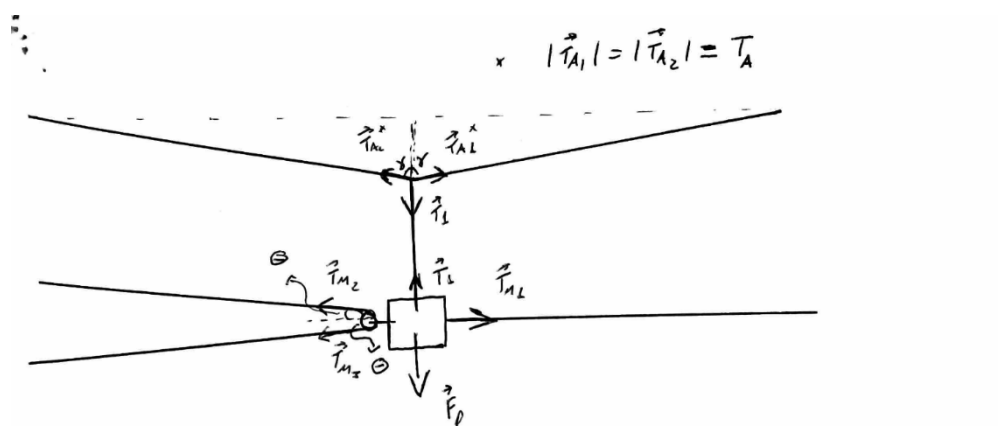
Atravessar a padiola com o lado mais comprido na direção da correnteza diminui o arraste, mas pode aumentar a instabilidade, pois os troncos estarão menos afastados e deverão ser maiores do que se escolhermos atravessar com a largura na direção da correnteza. Nesse caso, o comprimento dos troncos deverá ser maior que a largura da padiola para aumentar a estabilidade e evitar que o paciente seja jogado na água.

Cortar uma das extremidades dos troncos em formato de cunha e prendê-los com uma pequena inclinação em relação a correnteza é interessante para diminuir mais o arraste e utilizar a correnteza para empurrar o dispositivo para o outro lado do curso.

Devemos amarrar uma corda em cada uma das extremidades da padiola, uma que irá ser utilizada para puxar para a margem oposta e outra em caso de o paciente precisar voltar.

Para termos uma segurança a mais em relação a correnteza, uma corda deve ser atravessada de um lado a outro do curso d'água e ancorada firmemente. A padiola deve ser presa nessa corda com o auxílio de mosquetões. Caso ocorra algum problema no processo, o paciente não será levado pela correnteza.

ANEXO B - Solução dada ao Problema Aberto 1 pelo Especialista 4



$$|\vec{F}_p| = |\vec{T}_1|$$

$$2 T_A \cos \gamma = T_1 = F_p$$

$$2 T_A \cos \gamma = m \cdot g$$

$$T_A = \frac{m \cdot g}{2 \cos \gamma}$$

$T_A \rightarrow$ TRAÇÃO NA CORDA DA ÁRVORE

$m \rightarrow$ MASSA DO PACIENTE + MACA

$\rightarrow$ DESLOCANDO O PACIENTE
COM VELOCIDADE CONSTANTE:

$$|\vec{T}_{M2}| = |\vec{T}_{M3}| = T_M$$

$$2 T_M \cos \theta = T_{M1}$$

$$\frac{T_{M1}}{T_M} = 2 \cos \theta$$

$\rightarrow$ RELAÇÃO ENTRE AS
TRAÇÕES/FORÇAS NA
CORDA QUE CONTROLA A
VELOCIDADE (T_M) E NA
CORDA QUE PUXA A RADIOGRA (T_{M1})

ANEXO C - Solução dada ao Problema Aberto 1 pelo Especialista 5

Pg 1

Problema Aberto 1

A discussão se dará para o problema do içamento de uma vítima inconsciente por uma encosta de altura H , completamente vertical, conforme esquema abaixo:

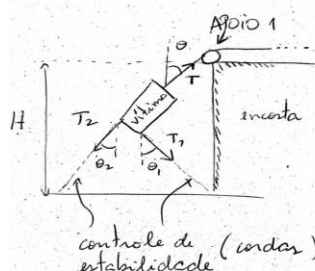


diagrama fora de escala mas que permite ter uma ideia geral da situação de equilíbrio:

$$T = \frac{T_1 \cos \theta_1 + T_2 \cos \theta_2}{\cos \theta} \quad (1)$$

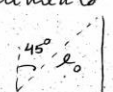
O primeiro ponto a ser considerado é admitir que a padiola e as pernas que sustentam a vítima estão na parte superior da encosta. Portanto, a solução do problema poderia ser encontrada estimando-se a altura H .

Ponto 1) Estimativa de H

Com uma corda suficiente longa, um militar poderia lançar uma das extremidades muito abaixo e ao suspender a corda avaliar o comprimento H .

Ponto 2) Estimativa dos comprimentos das cordas de estabilidade empregadas na estabilidade da padiola + vítima.

Dado que na eq. (1) T é minimizado para $\theta \rightarrow 0^\circ$ e para θ_1 e θ_2 suficientemente próximos de $\pi/2$, embora $\theta_{1,2} \rightarrow \pi/2$ seja uma impossibilidade física, $\theta_1 = \theta_2 \approx \pi/4$ rad é de razoável execução e portanto a geometria fornece um valor "l" p/ o comprimento de uma das cordas de controle:

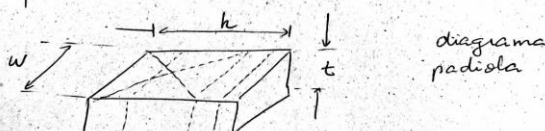
$$l_0 = \frac{H}{\cos 45^\circ} = \sqrt{2} H$$


Considerando que deve-se ter um pouco mais de corda para poder segurá-la e manipulá-la com segurança, deve-se ter, no mínimo, duas cordas de comprimento L_c :

$$L_c = l_0 + l = \sqrt{2} H + l \quad (2)$$

em que l pode ser assumido como algo ≈ 2 m.
Ex. se a encosta tiver $H = 10$ m, $L_c \approx 16$ m.

Ponto 3) Estimativa dos comprimentos das cordas padiola + vítima



h: comprimento da padiola
 w: largura " "
 t: espessura " " + vítima

Pg 2

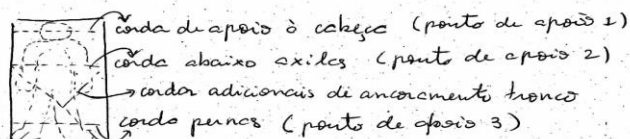
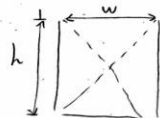


diagrama dos cordões padiola + vítima

Para facilitar a análise, assume-se que a ancoragem da vítima na padiola é feita apenas com uma única corda, cujo comprimento mínimo deve ser o perímetro da seção transversal do conjunto padiola + vítima multiplicado pela quantidade de pontos de apoio, que neste exemplo é 3.

$$L' = \underbrace{3}_{\text{pontos de apoio}} \times \underbrace{2(w+t)}_{\text{perímetro da seção transversal}} \text{ por } x$$

Soma-se a esse comprimento mínimo um acréscimo em "x" por toda a extensão do conjunto padiola + vítima



$$L'' = 2 \times \left[\sqrt{h^2 + w^2} + t \right] \times 2$$

↑
duas diagonais angulos

+ diagonal acima e abaixo da padiola

Assim, o comprimento da corda de ancoragem p/ três apoios no corpo da vítima + ancoragem em "x" + "n" voltas em cada apoio + comprimento de sobra p/ nós e amarração, fornece a expressão:

$$L_{PV} = n \left[3 \cdot 2(w+t) + 2 \times (\sqrt{h^2 + w^2} + t) \times 2 \right] + l \quad (3)$$

Assumindo $n = 2$ e $l = 5m$

Estimando $w = 1m$, $h = 2m$, $t = 0,5m$

$L_{PV} \approx 45m$, o que parece muito mais ~~se~~ contribuiria com cerca de 3kg se a mesma fosse de polipropileno 10mm.

Ponto 4) Estimativa de comprimento da corda que suspende/abaixa a padiola.

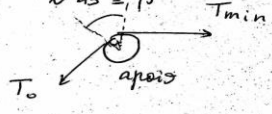
Este comprimento dependerá do ponto de ancoragem disponível na parte superior da montanha.

Esta corda também poderá ser usada para um militar descer de "rappel" como também p/ descer a padiola até o fundo.

Ponto 5) Materiais para diminuição do atrito entre corda e apoios

Const^{ta} todo contato entre corda/ancoragem há pg 3
 atrito, mas tecidos resistentes como aqueles usados
 nas gândolas dos militares, podem servir de
 peça intermediária entre corda/banco, corda/rocha,
 corda/encosto de forma a minimizar o atrito
 entre cordas e apoios.

Ponto 6) Tração mínima para o içamento com 1 apoio.

Considerando o diagrama da pg. 1 e atrito no
 apoio 1, pode-se analisar em maior detalhe a situação:
 Ex: $\sim 45^\circ = \beta$  Sche-ur (Hibbeler, Estática 12ª ed)
 que no equilíbrio pg. 318

$$T_{min} = T_0 e \mu \beta$$

onde μ é o coeficiente de atrito estático entre
 a corda e o apoio e β é o ângulo do arco formado
 pelo contato da corda ao longo do apoio.

Entretanto, quando desce-se que o movimento
 ocorre no sentido horário (contrário a tendência do movimento
 que é de padeiro descer) segundo a padeiro subir, T_{min}
 deve ~~ser~~ superar as forças de atrito e o peso da
 padeiro + vítima, diante disto, minimiza o atrito,

representado pelo coeficiente μ e minimiza o contato
 da corda com o apoio, representado por β , em tese
 minimiza T_{min} necessária para o içamento.
 Realisticamente, $\frac{\pi}{4} \leq \beta \leq \frac{3\pi}{4}$ é exigível. Porém,
 valores "pequenos" de β tornam a manobra mais
 instável e insegura, já que a ancoragem deixaria
 de fornecer um ponto fixo ($\beta \rightarrow 0$) caso de emergência
 para a frenagem da corda.

Para ilustrar valores:

$$\text{Se } T_0 = 2000 \text{ N}, \mu = 1 \text{ e } \beta = \pi$$

$$T_{min} \approx 46300 \text{ N} !$$

Os segs, vários
 homens devem ser empregados para produzir esse
 tração, além da escolha da corda ou funda-
 mental para resistir tração exponencialmente superio-
 res ao valor nominal do ^{peso de} padeiro + vítima.

Vale mencionar que a adição de mais apoios ao
 longo do sistema, dificultaria ainda mais o içame-
 nto e exigiria mais da resistência da corda.

ANEXO D - Solução dada ao Problema Aberto 1 pelo Especialista 6

Problema Aberto 1

Digamos que seja necessário levar a padiola com o paciente para um terreno mais elevado, onde o resgate possa ser feito com mais segurança por meio de uma aeronave de asa móvel e, para tal, seja preciso transpor um declive com 40° de inclinação e 20m de comprimento; e que, além disso, não se disponha de roldanas, mas apenas de mosquetões, corda e materiais de campanha.

Neste caso, seria conveniente fazer uma associação de mosquetões (no lugar das polias) do tipo moitão (ou cadernal), na qual seriam colocados dois mosquetões (mais um terceiro para prender o conjunto) em um ponto de ancoragem (haste fixa ou árvore) no terreno elevado e outros dois mosquetões (mais um terceiro para prender o conjunto) na padiola, nos quais será introduzida uma corda de 100m.

Este sistema reduzirá o peso a ser deslocado (padiola + ferido), aproximadamente, à quarta parte e, em contrapartida, para transpor o declive de 20m, será necessário puxar, pelo menos, 80m de corda.

Por fim, com o intuito de minimizar o atrito da corda com o mosquetão e da padiola com o terreno, seria interessante lubrificar os mosquetões com algum composto oleoso e, sob a padiola, colocar um poncho ou algum tecido de baixa aderência.

ANEXO E - Solução dada ao Problema Aberto 1 pelo Especialista 7

PROBLEMA ABERTO 1

R: Primeiro, verificarei todo material que disposto para realizar a transposição. Junto com minha equipe, verificarei as condições de todo material e equipamentos disponíveis (data de validade, desgaste de cordas e polia), bem como se é suficiente para cumprir a missão.

Na sequência, dividirei o material e as tarefas, para que cada militar saiba sua atividade a ser cumprida, sem esquecer que o paciente deve sempre ficar acompanhado de um membro da equipe para atender suas necessidades.

Com apoio do grupo, definirei o que deve ser montado, instalado e amarrado primeiro e, durante a execução começarei a orientar toda a sequência ordenada das tarefas aos militares. O objetivo final é a amarração da padiola nas cordas e o posicionamento do pessoal para transição.

Esta descrição de procedimentos descrita foi baseada na escolha do obstáculo da figura 2. Todos os detalhes por serem necessários serão discutidos com os militares executantes, sendo decidido passo a passo o que será realizado, buscando sempre a segurança do ferido, do pessoal envolvido e o mínimo de desgaste do material.

ANEXO F - Solução dada ao Problema Aberto 1 pelo Especialista 8

PROBLEMA ABERTO ①

PARA TRANSPORTAR UM FERIDO PARA CIMA EM UMA MONTANHA, PRIMEIRO ERA VERIFICAR QUAL O TAMANHO DO CORDÃO DESEJO NÍVEL E QUANTOS MOSQUETÕES.

EM SEQUÊNCIA ERA PROCURAR UM PONTO DE ANCORAGEM QUE CONSEGUISSSE SUPORTAR PARTE DA CARGA PARA SUBIR O FERIDO. BASEADO NO PESO DO FERIDO E O PESO DA PADIOLA, MONTARIA UM SISTEMA MONTÃO PARA AUXILIAR NA SUBIDA, LEVANDO EM CONSIDERAÇÃO O TAMANHO DA CORDA E O PONTO DE ANCORAGEM PARA DETERMINAR A QUANTIDADE DE MOSQUETÕES QUE SERIAM UTILIZADOS.

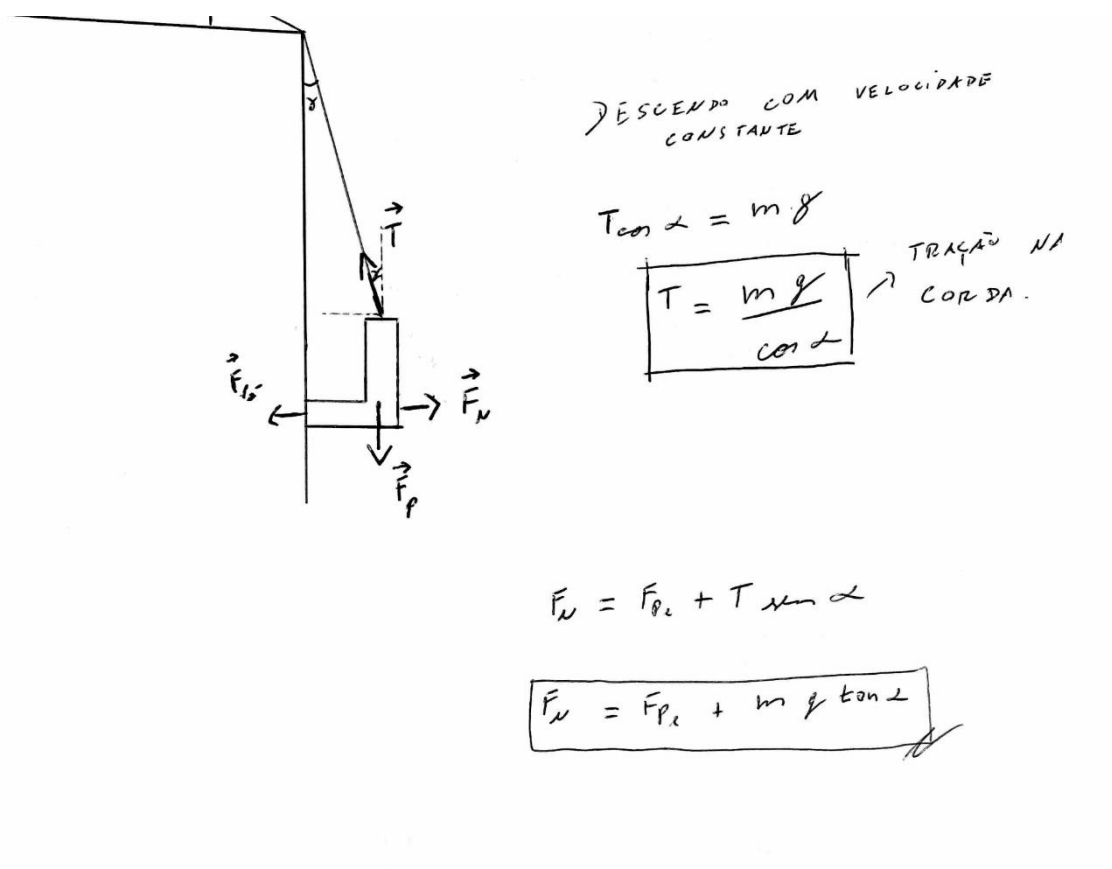
DEPENDENDO DO LOCAL, E TERÍAMOS USARIA UM MOSQUETÃO FIXO PARA MUDAR O SENTIDO QUE ERA PUXAR O FERIDO, E AUXILIAR NO RESGATE.

ANEXO G- Solução dada ao Problema Aberto 2 pelo Especialista 2

Problema Aberto 2

Os músculos do tronco e abdômen devem estar ativos para que a corda não afrouxe e perca contato com o corpo. Utilização da luva para proteger a mão do atrito com a corda. O corpo deve estar perpendicular à superfície do penhasco para otimizar a normal e consequentemente aumentar a força de atrito. Caso isso não ocorra, uma componente da força aplicada estará paralela à superfície fazendo com que o militar escorregue.

ANEXO H - Solução dada ao Problema Aberto 2 pelo Especialista 4

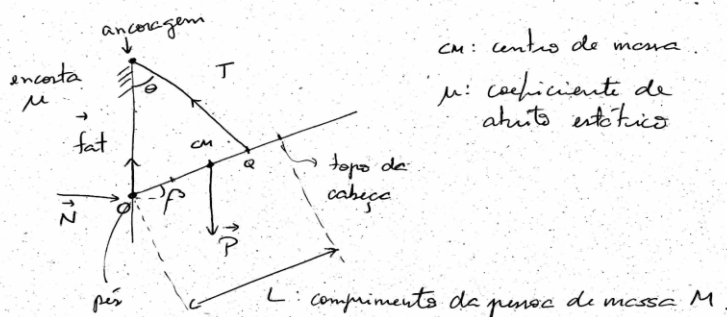


ANEXO I - Solução dada ao Problema Aberto 2 pelo Especialista 5

Problema Aberto 2

Pg 4

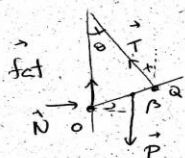
Primeiramente, considere o diagrama esquemático:



- (i) aumentando o centro de massa a uma distância $\frac{L}{2}$ do ponto onde os pés estão apoiados (ponto "O").
- (ii) aumentando que o ponto Q (onde a corda é segurada pela pessoa) está a uma distância $\frac{3}{4}L$ do ponto "O".

A ideia é analisar as forças e os torques sobre a barra para que ela permaneça em equilíbrio estático.

$$\sum \vec{F} = 0 :$$



$$\begin{cases} T \cos \theta + fat = P & (\sum F_y = 0) \\ T \sin \theta = N & (\sum F_x = 0) \end{cases}$$

onde $fat = \mu N$ é a força de atrito estática máxima.

$$\sum \vec{\tau}_O = 0 \Rightarrow$$

$$- P \cdot \underbrace{\frac{L}{2}}_{\text{braço de alavanca}} \cdot \cos \beta + T \cos \theta \cdot \underbrace{\frac{3}{4}L \cdot \cos \beta}_{\text{braço de alavanca}} + T \sin \theta \cdot \underbrace{\frac{3}{4}L \cdot \sin \beta}_{\text{braço de alavanca}} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{PL \cos \beta}{2} = T \cdot \frac{3}{4}L (\cos \theta \cos \beta + \sin \theta \sin \beta)$$

$$\left| P \cos \beta = \frac{3}{2} T \cos(\theta - \beta) \right| \quad (1) \quad (\text{torques})$$

$$\left| \begin{array}{l} T \cos \theta + \mu N = P \\ T \sin \theta = N \end{array} \right| \quad (2) \quad (\text{forças})$$

A primeira análise leva em conta as equações das forças sobre a pessoa:

(Pg. 5.)

$$\begin{cases} T \cos \theta + \mu N = P \\ T \sin \theta = N \end{cases} \rightarrow T = \frac{P - \mu N}{\cos \theta}$$

$$\hookrightarrow \left(\frac{P - \mu N}{\cos \theta} \right) \sin \theta = N$$

$$P \tan \theta - \mu N \tan \theta = N$$

$$\boxed{\uparrow N} = \frac{P \tan \theta}{1 + \mu \tan \theta} = \boxed{\frac{P}{\downarrow \frac{1}{\tan \theta} + \mu}} \quad (3)$$

- se ao maximizar a normal N , o limite máximo da força de atrito também aumenta, então conforme θ aumenta, N terá seu denominador menor e por isso N aumentará.
- devido ao vínculo geométrico, uma aumento do ângulo θ promoverá uma diminuição do ângulo ϕ , já que a distância OQ fixa.

No limite em que $\phi \rightarrow 0$ (corpo totalmente na horizontal), temos a equação p/ as torções:

$$P \cos \phi = \frac{3}{2} T \cos(\theta - \phi)$$

$$\lim_{\phi \rightarrow 0} \Rightarrow \boxed{P = \frac{3}{2} T \cos \theta} \quad (4)$$

em que a equação $N = T \sin \theta$ do conjunto (2) fica

$$\boxed{N} = \left(\frac{2P}{3 \cos \theta} \right) \sin \theta = \boxed{\frac{2P \tan \theta}{3}} \quad (5)$$

que pode ser combinada com a equação das forças (eq. (3)):

$$N = \frac{P \tan \theta}{1 + \mu \tan \theta} \stackrel{(5)}{=} \frac{2}{3} P \tan \theta$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} = 1 + \mu \tan \theta \rightarrow \boxed{\mu = \frac{1}{2 \tan \theta}} \quad (6)$$

[para $\phi = 0^\circ$]

Em particular, a eq. (6) nos indica [pg 6]
 que conforme o ângulo entre a corda e a encosta
 é "pequeno", o coeficiente de atrito entre o calçado
 e a encosta deve ser suficientemente "grande"
 para que a pessoa não escorregue.

Em resumo:

- Verificação do estado e do tipo de superfície da encosta, evitando líquidos, poeira excessiva e demais agentes que diminuam o coeficiente de atrito.
- Manter ρ (ângulo de inclinação do corpo em relação à horizontal) o mais próximo de 0° possível para que idealmente a situação só ^{dependa} ~~dependa~~ do ângulo θ que pode ser controlado com a flexão dos punhos, impactando no valor da normal "N" e consecutivamente no valor máximo da força de atrito estático.

ANEXO J - Solução dada ao Problema Aberto 2 pelo Especialista 6

Problema Aberto 2

Na descida de um declive moderado com a técnica de *rappel* rápido, é preciso cuidar para não bater contra a encosta ou, até mesmo, cair. Para manter o equilíbrio do corpo na posição quase horizontal durante a descida, penso que seja importante atentar, dentre outros, para os seguintes aspectos:

- pés totalmente aderidos à encosta;
- corpo retesado e ereto de forma quase perpendicular à encosta;
- mãos protegidas por luvas;
- mão de frenagem rente ao centro do abdômen;
- sincronização entre o movimento de descida dos pés com a soltura da corda ancorada (em caso de dificuldade, convém liberar a corda antes de caminhar com os pés).

ANEXO K - Solução dada ao Problema Aberto 2 pelo Especialista 7

PROBLEMA ABERTO 2

R: Primeiro, manterá a calma para conseguir uma boa percepção e consciência situacional no descida. Caso necessite de uma rápida tomada de decisão e uma pronta resposta esta condição é fundamental.

Em segundo lugar, posicionará os pés bem "chapados na encosta", permitindo um contato máximo com o solo, evitando escorregões. O contato também é fundamental no contato entre a corda e o militar, saltando aos poucos as mãos e "empurrando" a corda, em coordenação com o caminhante de costas pela descida.

Por fim, realizará o deslocamento com máxima atenção às irregularidades do declive, observando possíveis rochas e pedras que possam se soltar de uma posição mais elevada que a minha.

ANEXO L - Solução dada ao Problema Aberto 2 pelo Especialista 8

Figura 1: Corda posicionada embaixo das axilas

Figura 2: Descriçao de Montagem

PROBLEMA ABERTO ②

PARA REALIZAR A DESCIDA UTILIZANDO O RAPEL RÁPIDO, AO ANCORAR A CORDA MONTANDO UM SISTEMA MORTÃO COM A CORDA PARA AJUDAR NA DESCIDA COM SEGURANÇA E O ATRITO DA CORDA COM O MOSQUETÃO IRÁ AJUDAR A TER MAIS CONTROLE NA DESCIDA. AO INICIAR A DESCIDA IRÁ INCLINAR MEU CORPO O MÁXIMO POSSÍVEL PARA QUE OS PÉS FICASSEM O MAIS APOIADOS NA MONTANHA, FAZENDO COM QUE A FORÇA NORMAL DE CONTATO FOSSE MÁXIMA E POR TANTO A FORÇA DE ATRITO FOSSE A MAIOR POSSÍVEL E TIVESSE MAIS EQUILÍBRIO PARA DESCER

ANEXO M - Solução dada ao Problema Aberto 3 pelo Especialista 1

PROBLEMA ABERTO 3

SUPOSIÇÕES:

- Número suficiente de roldanas e cabos;
- Cabo suporta a tração aplicada sem romper;
- Sistema de ancoragem suporta a tração aplicada;
- A tentativa de içar o blindado diretamente não obteve sucesso.

MONTAGEM E PROCEDIMENTO

O sistema utilizado seria o de talha simples, pois é um sistema de montagem relativamente simples (não há necessidade de cortar cabos e a passagem dos cabos é direta através das roldanas).

Um fator limitante para a montagem de qualquer sistema de vantagem mecânica é a metragem do cabo disponível, a quantidade de cabo nos dirá quantas roldanas poderão ser utilizadas e consequentemente qual a vantagem mecânica obtida.

O ponto de ancoragem seria uma árvore nas proximidades da manobra de força. Essa árvore também seria ancorada a outras árvores próximas por motivo de segurança.

Após a montagem do sistema de talha simples, ancorando as polias fixas a árvore e fixando as polias móveis ao blindado atolado, fixamos a ponta de aplicação da força ao blindado rebocador.

É importante ter em mente que quanto maior a vantagem mecânica, maior a distância percorrida pelo blindado rebocador, sendo necessário que o caminho a frente do blindado rebocador esteja livre e seja adequado ao deslocamento a ser realizado.

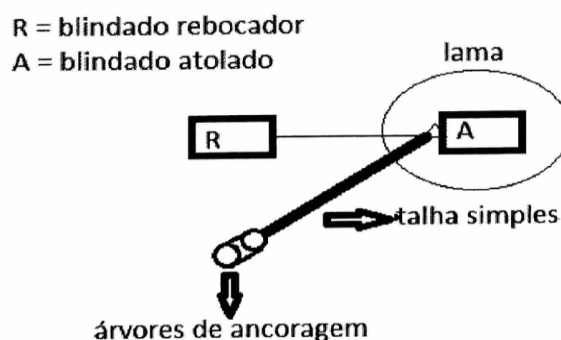
Tanto a questão da vantagem mecânica quanto a relação do deslocamento necessário do blindado rebocador podem ser deduzidas da definição do trabalho W de uma força F , onde :

$$W = F \cdot D$$

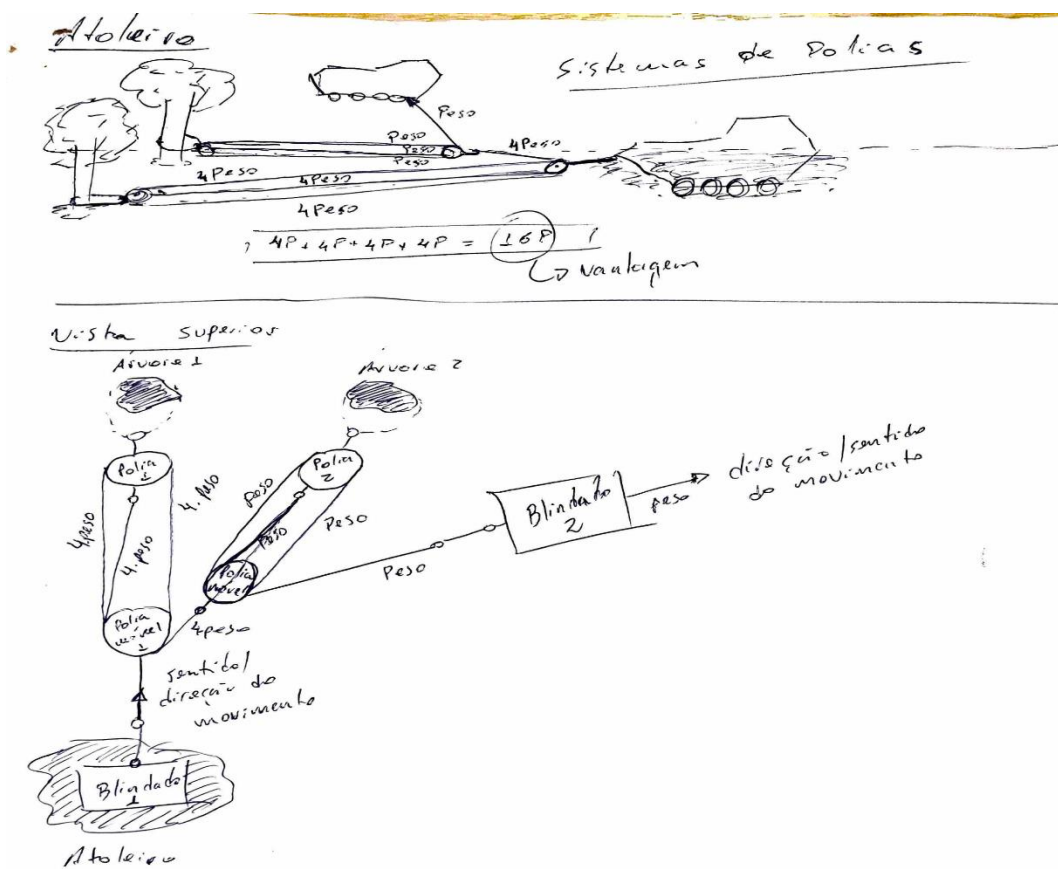
Para o deslocamento do blindado rebocador temos:

$$D = V_m \cdot X$$

Onde D é distância percorrida pelo blindado rebocador, V_m é a vantagem mecânica proporcionada pela talha simples e X é a distância necessária para desatolar o blindado atolado.



ANEXO N - Solução dada ao Problema Aberto 3 pelo Especialista 3



ANEXO O - Solução dada ao Problema Aberto 3 pelo Especialista 9

QUESTÃO TRÊS DO QUESTIONÁRIO

Um blindado pesa bastante. Algumas toneladas. O problema informa que eu precisaria estar utilizando 3 vezes a força peso para conseguir fazer movimentar o blindado. O primeiro problema que surge são as cordas. Elas precisam ser muito resistentes. Acredito que devem ser necessariamente feitas de aço. Cordas de material sintético certamente não aguentariam. Haveria além disso um risco de arrebentação das cordas. Teríamos muita energia acumulada nelas durante a atividade.

Uma formação que envolvesse uma associação que multiplicasse exponencialmente a força utilizada para desatolar o blindado seria uma boa escolha.

Conforme o blindado fosse saindo do atolamento, essa força necessária para puxá-lo começaria a diminuir.

A maior dificuldade aconteceria no início do processo pois toda a tensão sobre os fios e sobre os pontos de apoio seriam máximas. Tudo isso vai diminuir conforme o blindado saia do atolamento.

Eu prestaria atenção no primeiro movimento realizado pelo blindado durante a aplicação da força. O primeiro movimento sugere que a força mínima para arrastá-lo foi atingida. Não haveria necessidade de forçar todo o sistema cordas e ancoragem mais do que isso. O blindado que está puxando teria os parâmetro mínimos para iniciar o deslocamento.

Um primeiro observador próximo ao blindado atolado ficaria olhando para verificar se ele se move durante a aceleração do motor do outro blindado que puxa.. Ao mínimo movimento do atolado ele acenaria para o motorista do blindado que está puxando para indicar que a força mínima foi atingida. É conhecendo essa força mínima que o problema poderá ser resolvido com segurança.

Interessante prestar atenção também, durante o aumento da força de puxada, sobre o a reação das polias e das árvores ou de outro objeto que sirva para ancorar. Se alguma das árvores não resistir e for derrubada o problema piora pois teremos que descobrir mais pontos de ancoragem já que um foi perdido.

Os procedimentos de segurança durante todo o processo seriam uma importante cautela a ser seguida. Se uma das cordas se romper, poderemos ter polias sendo arremessadas em alta velocidade para qualquer ponto próximo colocando em risco a vida dos soldados.

Pensando agora sobre a escolha do sistema do polias eu escolheria a combinação da figura 6 pois conseguimos com ela uma força sobre o blindado atolado maior. Ela, porém, exigiria um maior quantidade de cordas de aço pois, essa combinação, envolve também mais voltas em torno das polias. Percebe-se também da figura que essa combinação exige uma maior quantidade de polias envolvidas.

A combinação da figura 6 possibilita ancorar em pontos de diferentes angulações existentes no terreno. A distribuição da forças de tração sobre as cordas favorece uma distribuição melhor.

A figura 4 nos indica que a partir de 1P teríamos um ganho de 16P. Essa combinação torna-se bastante interessante por causa do enorme peso do blindado e das forças que o seguram no atolamento. Se o blindado pesa 16 toneladas, precisaríamos de apenas uma força mínima da magnitude de três toneladas para iniciar o movimento. Foi dado no problema que precisa ser de três vezes o valor do peso do blindado (considerado aqui o valor de 48 toneladas).

ANEXO P - Solução dada ao Problema Aberto 4 pelo Especialista 1

PROBLEMA ABERTO 4

SUPOSIÇÕES:

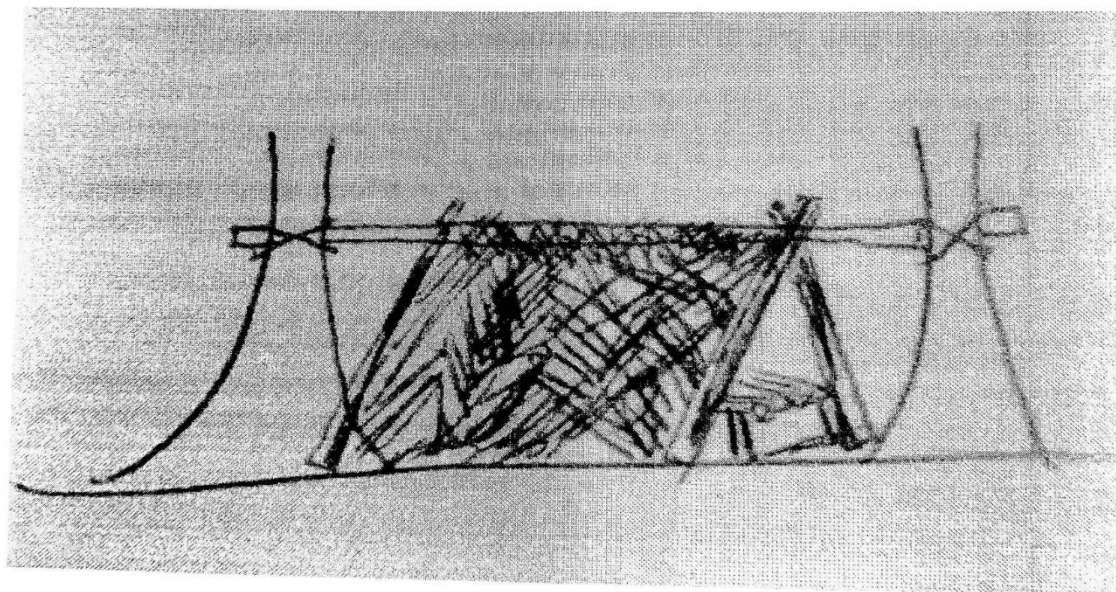
- Material necessário ao corte de madeira disponível;
- Material necessário a amarração da estrutura de madeira disponível;
- Folhagem de palmeira suficiente para montagem da cobertura.

MONTAGEM E PROCEDIMENTO

O modelo escolhido seria o Tapiri caboclo. É importante escolher um local limpo (poucas árvores) e próximo a uma fonte de água.

Para a montagem do abrigo eu escolheria um ponto entre duas árvores próximas de modo a usá-las como apoio para a estrutura superior do abrigo. Como desconheço a relação entre a espessura do graveto utilizado e o peso suportado por ele (não sei se existe essa relação), faria a montagem da base para deitar usando o método de tentativa e erro.

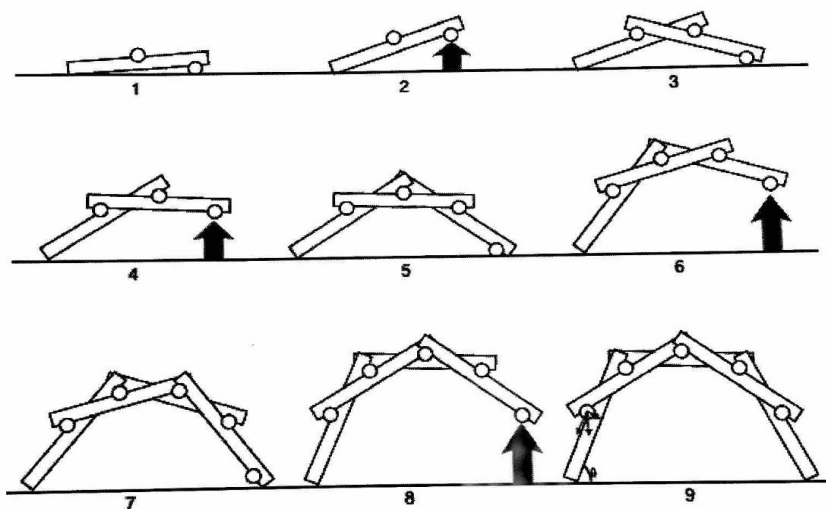
Para a estrutura da cobertura , provavelmente escolheria gravetos superdimensionados para suportar uma cobertura feita de folhas de palmeiras para proteção da chuva.



ANEXO Q - Solução dada ao Problema Aberto 4 pelo Especialista 2

Problema Aberto 4

Podemos sugerir a construção de uma "ponte de da Vinci" ou "ponte autoportante". Nela utilizamos madeiras que ficam apoiadas umas nas outras sem haver a necessidade de fixá-las com amarras ou ferragens, sendo as únicas ferramentas necessárias um facão ou um serrote e uma pá caso queira fixar no chão.

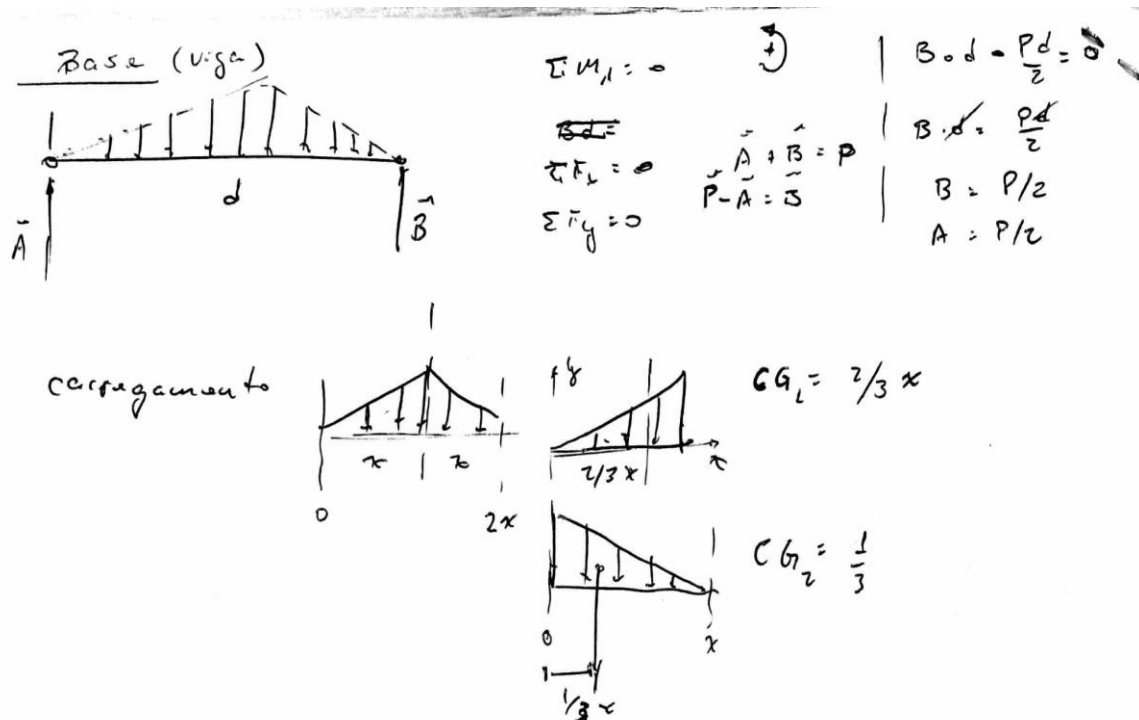
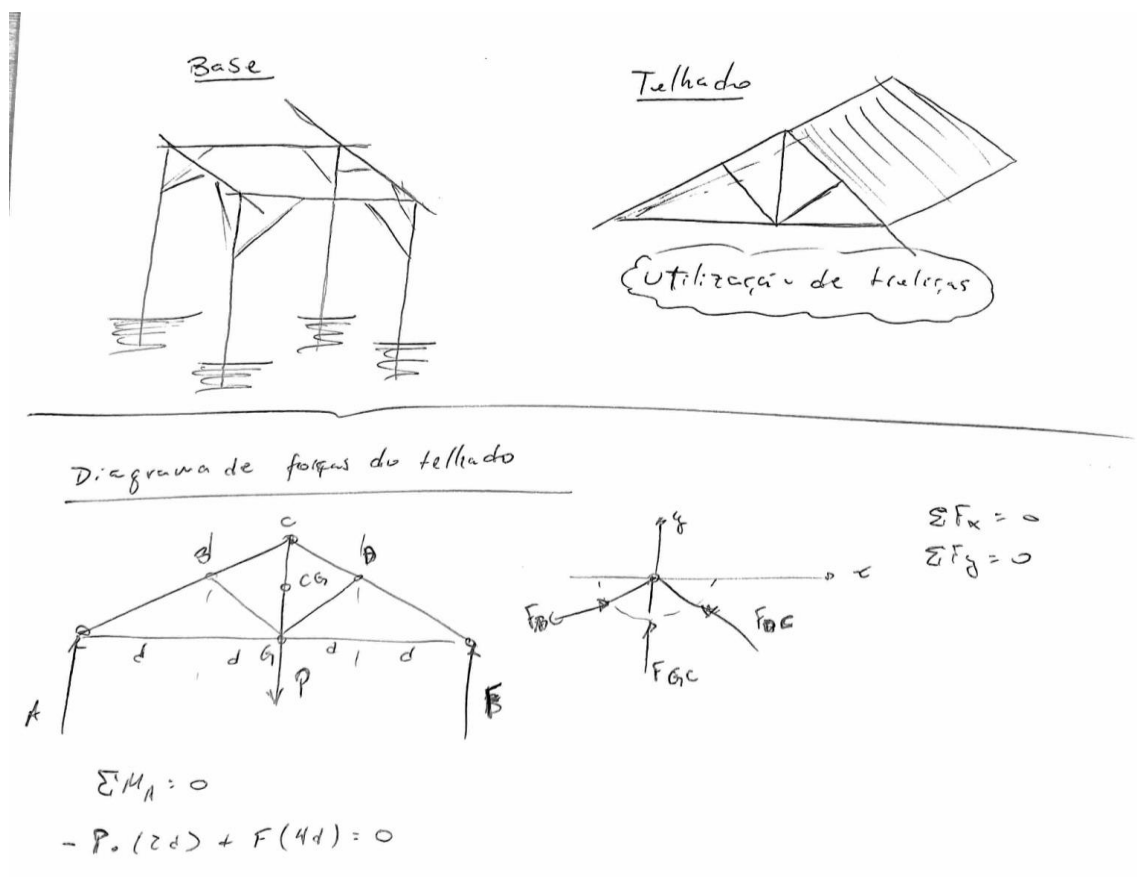


A cama pode ser montada utilizando-se 9 troncos e a ponte montada até o passo 5. Note que existem dois troncos ficarão na horizontal e bem acima do chão. Para a cobertura seriam necessários 15 troncos com a montagem até o passo 9.

Para essa montagem devemos nos preocupar com dois parâmetros: a altura total e o ângulo dos troncos em relação ao solo. A altura deve ser o suficiente para cobrir a cama elevada e cobrir as pessoas de forma prática. O ângulo determinará o comprimento dos troncos. Quanto mais próximo de 90° , menor serão os troncos que serão utilizados, contudo também será menor a resultante normal, ou seja, o atrito entre os troncos e consequentemente a estrutura será menos estável. Para um ângulo menor, teremos que ter mais estável. Esse problema do ângulo pode ser solucionado aumentando a superfície de contato entre os troncos fazendo um entalhe nos encaixes.

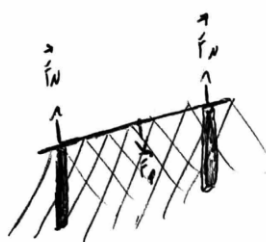
Outro ponto que é interessante, é que a estrutura não precisa suportar um grande peso, somente a cobertura que pode ser feita com ponchos e/ou palha de árvores, então pode ser utilizado pequenos galhos ou bambus.

ANEXO R - Solução dada ao Problema Aberto 4 pelo Especialista 3



ANEXO S - Solução dada ao Problema Aberto 4 pelo Especialista 4

TAPIRI DE DUAS ÁGUAS



$$P = 2N$$

$$N = P/2$$

CADA TRONCO PRECISARÁ SUPORTAR METADE DO PESO DA ESTRUTURA DO TELHADO. É IMPORTANTE QUE CADA TRONCO ESTEJA, COM PELO MENOS, 1 METRO ABAIXO DO SOLO, PARA EVITAR A QUEDA DA ESTRUTURA.

A COBERTURA PODERÁ SER FEITA DE BAMBÚ, COM FOLHAS DE BANANEIRA ENTRELAÇADAS.



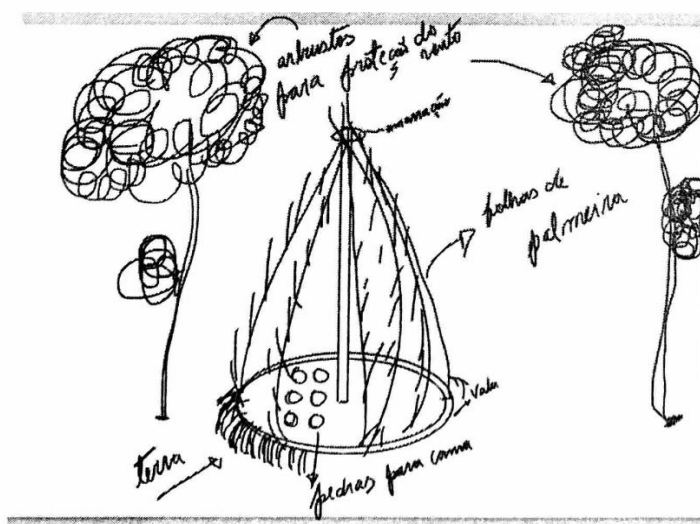
ANEXO T - Solução dada ao Problema Aberto 4 pelo Especialista 9

RESPOSTA:

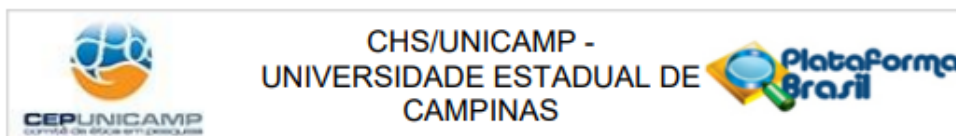
Eu escolheria o abrigo da figura 3 pois me parece bem melhor para se fazer uma camuflagem mais eficiente. Ele possui um aspecto de oca de índio e por isso acredito que seja o mais adaptado às nossas florestas e a nossa realidade da mata Atlântica. Afinal esse formato já foi testado por gerações e gerações de índios.

Escolheria primeiramente o local para a base. Lugar plano de preferência mais alto por onde não escorresse água da chuva. Embaixo ou no meio de alguns arbustos mais altos para proteger do vento e Sol. Colocaria no centro do abrigo um tronco vertical enterrado no chão. Em torno do tronco faria uma vala circular de 40 cm de profundidade para apoiar e fixar as folhas de palmeira que serviriam para formar o teto. Amarraria, a parte de cima, com bambus bem novos que são mais flexíveis.

Utilizaria os seguintes materiais: um tronco de árvore para ser a pilastra central. Cipós ou folhas de palmeira para amarração e teto. Para a cama eu utilizaria pedras para base de apoio e em cima dessas pedras eu colocaria galhos de árvores ou cortes de bambu finos e grossos. Por cima dos bambus colocaria folhas secas, de preferência de palmeira, para ficar macio e poder dormir.



ANEXO U - Parecer Consubstanciado do CEP

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Mapeamento de habilidades em Física: uma pesquisa a partir de problemas abertos

Pesquisador: MARTHA VAN DER VEEN COTRIM

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 52528121.1.0000.8142

Instituição Proponente: Faculdade de Educação

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.272.011

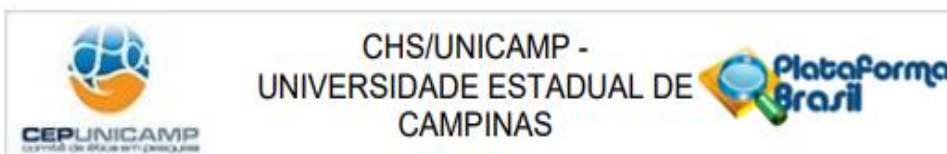
Apresentação do Projeto:

Nesta pesquisa, foi objetivado identificar as principais habilidades que devem ser desenvolvidas particularmente no conteúdo de dinâmica ministrado na disciplina de Física I do primeiro ano do Curso de Formação de Oficiais da Linha de Ensino Militar Bélico do Exército Brasileiro e que são importantes para o exercício profissional na área em questão. Para o mapeamento das habilidades, será feita uma pesquisa com militares do Exército Brasileiro e com professores de Física, experientes em suas respectivas áreas de atuação. Serão propostos a eles, problemas abertos contextualizados em atividades da profissão militar e relacionados ao conteúdo de dinâmica. As habilidades mais importantes irão emergir da análise das soluções dadas aos problemas abertos por esses participantes, pois tais soluções conjugam diversos tipos de conhecimentos, conceitos, estratégias cognitivas, habilidades e ações. O conhecimento dessas habilidades contribuirá, na disciplina de Física I, para o planejamento de atividades, determinação de objetivos e de padrões de desempenho que oportunizem uma aprendizagem mais significativa ao preparar os alunos decurso para o seu futuro desempenho profissional de natureza militar.

Critério de Inclusão:

Os problemas abertos serão propostos a um determinado grupo de especialistas: militares do Exército Brasileiro ou professores de Física. A escolha dos participantes se dará a partir de seu perfil acadêmico e profissional. Os militares participantes poderão tanto estar no serviço ativo

Endereço: Av. Betrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.
Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz" **CEP:** 13.083-865
UF: SP **Município:** CAMPINAS
Telefone: (19)3521-6836 **E-mail:** cepchs@unicamp.br



Continuação do Parecer: 5.272.011

quanto na reserva e os professores de Física participantes podem ser da rede privada ou pública de ensino. Eles precisam atuar ou terem atuado efetivamente, em vários momentos, no caso dos militares, na preparação, ou na instrução ou na execução de atividades previstas nos Manuais Militares; no caso dos professores, terem ministrado o conteúdo de dinâmica no ensino médio ou superior. Assim, têm a experiência profissional em conjunto com as competências e habilidades necessárias para propor soluções aos problemas abertos que evidenciem as habilidades relacionadas ao conteúdo de dinâmica. As competências e habilidades estão presentes na atuação do profissional que vão, ao longo do tempo, se transformando, se aperfeiçoando e possibilitando o surgimento de outras em uma trama cada vez mais elaborada. Então, a escolha dos participantes segue o critério de amostragem intencional que segundo YIN (2016, p.79) devem ser escolhidos aqueles que gerem informações mais relevantes para as questões relativas à pesquisa.

Objetivo da Pesquisa:

Identificar as principais habilidades a serem desenvolvidas no conteúdo de dinâmica e que estão presentes na prática militar do oficial combatente do Exército Brasileiro.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não há riscos previsíveis nem benefícios diretos aos participantes da pesquisa.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Este protocolo se refere ao Projeto de Pesquisa intitulado "MAPEAMENTO DE HABILIDADES EM FÍSICA: UMA PESQUISA A PARTIR DE PROBLEMAS ABERTOS", de Martha Van Der Veen Cotrim.

A pesquisa foi enquadrada na seguinte Área Temática: Ciências Humanas

A Instituição Proponente é Faculdade de Educação da Unicamp, através do programa de Pós-Graduação. Segundo as Informações Básicas do Projeto, a pesquisa tem orçamento estimado em R\$ 7.300,00 (sete mil e trezentos reais).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

ver "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações"

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O protocolo foi considerado aprovado neste CEP e, caso não tenha autorizações institucionais pendentes ou centros co-participantes, pode ser iniciado.

Não estão sob o escopo deste parecer

- Eventuais alterações documentais realizadas sem aviso prévio e/ou não solicitadas pelo CEP em forma de pendência ou de recomendação;

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.

Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz"

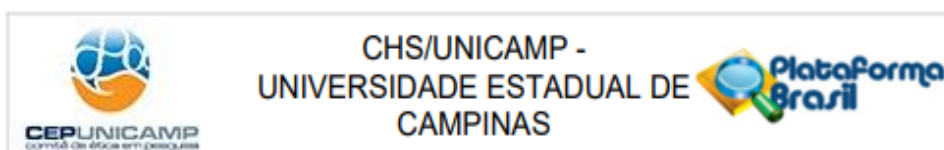
CEP: 13.083-865

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-6836

E-mail: cepchs@unicamp.br



Continuação do Parecer: 5.272.011

- Dados coletados em data anterior a este parecer;
- Caso, eventualmente, os dados sejam coletados com autorizações institucionais pendentes (se necessário);
- Caso, eventualmente, os dados sejam coletados sem a aprovação/autorização do centro co-participante (se necessário).

* Conforme a Resolução 510/16, art.28 inciso V, ao término do estudo deve ser apresentado ao CEP um relatório final da pesquisa via NOTIFICAÇÃO.

** Relatório parcial deve ser apresentado em caso de qualquer problema com os participantes de pesquisa.

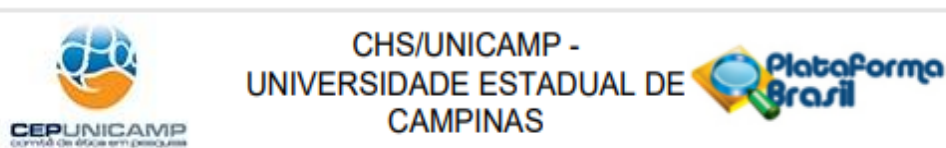
*** Eventuais alterações no protocolo podem ser solicitadas via EMENDA. Em caso de submissão de emenda, a coleta/geração de dados fica suspensa até que a emenda seja aprovada.

**** Documentação pendente pode ser submetida via NOTIFICAÇÃO, devendo-se aguardar seu aceite ou ciência para a continuidade da pesquisa.

Considerações Finais a critério do CEP:

1. Vale lembrar que a interação com os participantes de pesquisa só pode ser iniciada a partir da aprovação desse protocolo no CEP. Os cronogramas de geração/coleta de dados deve acompanhar o relatório final de pesquisa
2. Cabe enfatizar que, segundo a Resolução CNS 510/16, Art.28 Inciso IV, o pesquisador é responsável por "(...) manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa".
3. O participante da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado. (Res.510/16, Cap.III, Art.9, inciso II)
4. Assim como o participante de pesquisa tem liberdade de se recusar a participar, as instituições também têm liberdade para não fornecer dados à equipe de pesquisa. Aprovação no CEP não implica obrigatoriedade de participantes e instituições aceitarem a participação.

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.
Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz" **CEP:** 13.083-865
UF: SP **Município:** CAMPINAS
Telefone: (19)3521-6836 **E-mail:** cepchs@unicamp.br



Continuação do Parecer: 5.272.011

5. A responsabilidade de obtenção de registro de consentimento, bem como o de sua guarda adequada, é de inteira responsabilidade da equipe de pesquisa. Tais documentos podem ser solicitados a qualquer momento pelo sistema CEP-CONEP para fins de auditoria, bem como servem de proteção para os próprios pesquisadores em caso de eventuais reclamações ou denúncias por parte dos participantes.

6. A responsabilidade pelo planejamento e boa gestão de dados é de responsabilidade da equipe de pesquisa.

7. Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas e aguardando a aprovação do CEP para continuidade da pesquisa.

8. Conforme a Resolução 510/16, art.28 inciso V, ao término do estudo deve ser apresentado ao CEP um relatório final da pesquisa via NOTIFICAÇÃO.

9. Caso a pesquisa seja realizada ou dependa de dados a serem observados/coletados em uma instituição (ex. empresas, escolas, ONGs, entre outros), essa aprovação não dispensa a autorização dos responsáveis. Caso não conste no protocolo no momento desta aprovação, estas autorizações devem ser submetidas ao CEP em forma de notificação antes do início da pesquisa.

10. Vale também ressaltar o Art. 3o, inciso VIII da Resolução 510/16:

"São princípios éticos das pesquisas em Ciências Humanas e Sociais:

VIII - garantia da não utilização, por parte do pesquisador, das informações obtidas em pesquisa em prejuízo dos seus participantes;"

11. Vale ressaltar que o papel do CEP é proteger e garantir os direitos do participante de pesquisa. Está além das funções e das capacidades técnicas do CEP o fornecimento de modelos ou a validação jurídica de documentos como termos de licenciamento de uso/reprodução de imagem e voz e demais tipos de autorizações. Qualquer problema legal com tal documentação é de inteira responsabilidade da equipe de pesquisa.

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.
Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz" **CEP:** 13.083-865
UF: SP **Município:** CAMPINAS
Telefone: (19)3521-6836 **E-mail:** cepchs@unicamp.br