



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO (PRPG)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

IAN DOMINGOS DOS SANTOS

**O Ensino da Mecânica Clássica no Contexto de Simulações Computacionais
Respaldo na Atividade Orientadora de Ensino**

GOIÂNIA - GO
2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
GERÊNCIA DE CURSOS E PROGRAMAS INTERDISCIPLINARES

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

IAN DOMINGOS DOS SANTOS

3. Título do trabalho

O ENSINO DA MECÂNICA CLÁSSICA NO CONTEXTO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS RESPALDADO NA ATIVIDADE ORIENTADORA DE ENSINO

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Wellington Lima Cedro, Professor do Magistério Superior**, em 12/12/2025, às 16:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ian Domingos Dos Santos, Discente**, em 09/01/2026, às 10:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5857561** e o código CRC **EEE156A3**.

IAN DOMINGOS DOS SANTOS

**O Ensino da Mecânica Clássica no Contexto de Simulações Computacionais
Respaldado na Atividade Orientadora de Ensino**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pró-reitoria de Pós-graduação (PRPG) da Universidade Federal de Goiás (UFG), como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemática..

Área de concentração: Qualificação de Professores de Ciências e Matemática

Orientador(a): Dr. Wellington Lima Cedro

GOIÂNIA
2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Santos, Ian Domingos dos
O Ensino da Mecânica Clássica no Contexto de Simulações
Computacionais Respalado na Atividade Orientadora de Ensino [manuscrito] / Ian
Domingos dos Santos. - 2025.
132 f.: 2025

Orientador: Prof. Dr. Wellington Lima Cedro
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Pró-reitoria de
Pós-graduação (PRPG), Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e
Matemática, Goiânia, 2025.
Bibliografia.
Inclui: siglas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Situações Desencadeadoras de Aprendizagem.. 2. Ensino de
Mecânica Clássica.. 3. Simulações Computacionais.. 4. Teoria Histórico-cultural..

I. Cedro, Wellington Lima, orient. II. Título.

CDU 51:37



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

GERÊNCIA DE CURSOS E PROGRAMAS INTERDISCIPLINARES

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata da sessão de Defesa de Dissertação de IAN DOMINGOS DOS SANTOS, que confere o título de Mestre(a) em EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA, na área de concentração em **Qualificação de Professores de Ciências e Matemática**.

Ao/s **03 dias do mês de outubro de 2025**, a partir da(s) **08:30**, por VIDEOCONFERÊNCIA, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “O ENSINO DA MECÂNICA CLÁSSICA NO CONTEXTO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS RESPALDADO NA ATIVIDADE ORIENTADORA DE ENSINO”. Os trabalhos foram instalados pelo(a) Orientador(a), Professor(a) Doutor(a) WELLINGTON LIMA CEDRO - UFG com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor(a) Doutor(a) ADDA DANIELA LIMA FIGUEIREDO ECHALAR - UFG, membro titular externo; Professor(a) Doutor(a) JULIANO CAMILLO - UNICAMP, membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido(a) o(a) candidato(a) **aprovado(a)** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo(a) Professor(a) Doutor(a) WELLINGTON LIMA CEDRO, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Juliano Camillo, Usuário Externo**, em 03/10/2025, às 10:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Wellington Lima Cedro, Professor do Magistério Superior**, em 03/10/2025, às 11:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar, Professora do Magistério Superior**, em 13/01/2026, às 14:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5639350** e o código CRC **A07A00C9**.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Ivan e Nilzimar. Aos meus avós, Geralda, Abadia e Luziano. E aos meus irmãos, Iara e Rodrigo. Que sempre estiveram ao meu lado, acreditando nos estudos como um instrumento fundamental de transformação. Dedico também a todos os professores que estão na luta diariamente enfrentando todas as adversidades em sala de aula, mas que não se deixam abater e lutam por uma educação de qualidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Wellington Lima Cedro que me auxiliou grandemente, para que eu pudesse me desenvolver enquanto pesquisador. Agradeço pelas orientações e pela paciência com os meus atrasos. Todo o conhecimento adquirido com o senhor ao longo de todos esses anos, possibilitou que eu me tornasse um professor melhor.

Agradeço a todos os professores que fizeram parte da minha trajetória de estudos, lembro de cada um e tenho um carinho especial por todos. Agradeço em especial aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM), à Prof. Dr^a Adda Echalar e ao Prof. Dr. Juliano Camillo pelos ensinamentos e contribuições para com a pesquisa.

Sou grato aos colegas do PPGECM que compartilharam os momentos de aprendizado e de angústias e tornaram o processo mais leve.

Agradeço aos colegas do Grupo de Estudos e Pesquisas Sobre a Atividade Matemática (GEMAT) e aos colegas do Grupo de Estudos e Pesquisas Sobre a Atividade Pedagógica (GEPAPe) do Núcleo Nós, por todas as trocas enriquecedoras durante os encontros dos grupos de estudos.

Sou grato aos estudantes do CEPMG Dr. Negreiros que participaram do processo e foram essenciais no desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço aos meus amigos e familiares, bem como a todos que contribuíram de alguma forma para que este trabalho pudesse ser realizado.

Por fim, agradeço a Deus por me dar forças em diversos momentos da vida.

“Pensar é conceber, fragmentar e sequenciar –
ao mesmo tempo – uma dada situação.
As palavras são mediadoras entre
pensamento e mundo externo”.

Vygotsky (1998)

RESUMO

A tecnologia faz parte do contexto histórico dos seres humanos, desde os primórdios, e atualmente, os recursos digitais perpetuam cada vez mais em nosso contexto histórico e social. Considerando o ambiente escolar, os processos formativos são contemplados cada vez mais por aparelhos tecnológicos e essa incorporação ocorre por meio de projetos, que são fundamentados pelo Estado, e contemplam uma perspectiva de modernização, inclusão digital e inovação nas escolas, discurso que é apresentado, mas que não ocorre de modo efetivo, demonstrando visões deterministas e instrumentalistas com relação à tecnologia no ambiente escolar. Entretanto, há de se considerar todas as influências sociais, políticas, culturais, que possam interferir no processo de formação, para que os recursos tecnológicos sejam adaptados à realidade escolar. Desse modo, consideramos que são as tecnologias que deveriam atender às exigências educativas. Sendo assim, no presente trabalho, buscamos aporte teórico na Atividade Orientadora de Ensino (AOE) que propõe uma organização de ensino e aprendizagem que possui fundamentos na Teoria Histórico-Cultural (THC) e consideramos que a ação intencional do educador é de extrema importância na estruturação da atividade orientadora, propondo uma situação que seja motivo propulsor para a ação coletiva, de modo que permita aos sujeitos a interação entre si, sendo mediados por um conteúdo. Assim, utilizamos simulações computacionais, enquanto recursos tecnológicos, compreendendo que, em um ambiente escolar, é importante o conhecimento a respeito dos sujeitos, bem como as suas apropriações do uso das tecnologias. Desse modo, as simulações computacionais possibilitam a observação de fenômenos naturais, contextualizando as experimentações, permitindo a interação entre os pares e instigando na resolução de situações-problema. Pensando nessa reflexão, a pergunta norteadora da pesquisa é “A realização de tarefas mediadas por simulações computacionais no Ensino da Mecânica Clássica, por meio de uma organização de ensino intencional, permite a apropriação e abstração dos conceitos de força, energia e conservação de energia?”. O presente trabalho tem como objetivo principal, a realização de um experimento didático, por meio de uma organização de ensino intencional, visando analisar o desenvolvimento de tarefas mediadas por simulações computacionais no ensino dos conceitos de força, energia e conservação de energia. Para tanto, foi realizado um experimento didático com estudantes da 1ª série do Ensino Médio, no Colégio Estadual da Polícia Militar Doutor Negreiros, localizado na cidade de Nerópolis, em Goiás, durante as aulas de Física. O experimento didático ocorreu com a organização e realização de três Situações Desencadeadoras de Aprendizagem (SDA), durante sete aulas de Física. Sendo assim, sistematizamos três episódios formativos, cada um referente a uma das tarefas. Logo, verificamos que foi possível propor situações que encaminham para um pensamento teórico, de modo que as tarefas propostas direcionavam para a resolução do problema como um objetivo em comum dos grupos. E ao utilizarmos as simulações computacionais com essa perspectiva, atribuímos uma visão que perpassa a teoria crítica da tecnologia e foge do tecnocentrismo, na qual buscamos superar a simples utilização, sem objetivos especificados, na tentativa de fugir a uma visão de que a tecnologia é facilitadora do trabalho docente.

Palavras-chave: Situações Desencadeadoras de Aprendizagem; Ensino de Mecânica Clássica; Simulações Computacionais. Teoria Histórico-cultural.

ABSTRACT

Technology has been part of the historical context of humankind since its beginnings, and currently, digital resources are increasingly present in our historical and social context. Considering the school environment, formative processes are increasingly influenced by technological devices, and this incorporation occurs through projects funded by the State, which contemplate a perspective of modernization, digital inclusion, and innovation in schools—a discourse that is presented but not effectively implemented, demonstrating deterministic and instrumentalist views regarding technology in the school environment. However, all social, political, and cultural influences that may interfere in the formative process must be considered so that technological resources are adapted to the school reality. Therefore, we believe that technologies should meet educational demands. Therefore, in this work, we seek theoretical support in the Teaching-Oriented Activity (TOA), which proposes a teaching and learning organization based on Cultural-Historical Theory (CHT). We consider the educator's intentional action to be extremely important in structuring the guiding activity, proposing a situation that serves as a driving force for collective action, allowing subjects to interact with each other, mediated by content. Thus, we use computer simulations as technological resources, understanding that, in a school environment, knowledge about the subjects, as well as their appropriation of the use of technologies, is important. Thus, computer simulations allow for the observation of natural phenomena, contextualizing experiments, enabling interaction between peers, and encouraging the resolution of problem situations. Considering this reflection, the guiding question of this research is: "Does the performance of tasks mediated by computer simulations in the teaching of Classical Mechanics, through an intentional teaching organization, allow for the appropriation and abstraction of the concepts of force, energy, and conservation of energy?". The main objective of this work is to carry out a didactic experiment, through an intentional teaching organization, aiming to analyze the development of tasks mediated by computer simulations in the teaching of the concepts of force, energy, and conservation of energy. To this end, a didactic experiment was conducted with 1st-year high school students at the Colégio Estadual da Polícia Militar Doutor Negreiros, located in the city of Nerópolis, Goiás, Brazil, during Physics classes. The didactic experiment involved the organization and implementation of three Learning Triggering Situations (LTS) during seven Physics classes. Therefore, we systematized three formative episodes, each referring to one of the tasks. Thus, we verified that it was possible to propose situations that led to theoretical thinking, so that the proposed tasks directed towards problem-solving as a common objective for the groups. And by using computer simulations from this perspective, we attributed a vision that goes beyond the critical theory of technology and avoids technocentrism, in which we seek to overcome the simple use, without specified objectives, in an attempt to escape the view that technology is merely a facilitator of teaching work.

Keywords: Learning Triggering Situations; Teaching Classical Mechanics; Computer Simulations. Cultural-Historical Theory

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOE	Atividade Orientadora de Ensino
CAEE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
C&T	Ciência e Tecnologia.
CE/UFG	Comitê de Ética da UFG
CHAT	<i>Cultural-Historical Activity Theory</i> (Teoria Histórico-Cultural da Atividade)
<i>et al.</i>	e outros
GEMAT	Grupo de Estudos e Pesquisas Sobre a Atividade Matemática
GEPAPe	Grupo de Estudos e Pesquisas Sobre a Atividade Pedagógica
UEG	Universidade Estadual de Goiás
UFG	Universidade Federal de Goiás
OBMEP	Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas
OMS	Organização Mundial da Saúde
PETMAT	Programa de Educação Tutorial da Licenciatura em Matemática
PPGECM	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática
REANP	Regime Especial de Aulas Não Presenciais
SDA	Situação Desencadeadora de Aprendizagem
TA	Teoria da Atividade
THC	Teoria Histórico-Cultural
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Laboratório móvel de informática.....	23
Figura 2 – Teorias modernas da tecnologia.....	25
Figura 3 – Relação mediada proposta por Vygostsky.....	44
Figura 4 – Relação entre atividade de ensino, atividade de aprendizagem e avaliação.....	47
Figura 5 – Parâmetros de análise de situação de ensino.....	50
Figura 6 - Realização do cabo de guerra.....	61
Figura 7 - Interface da simulação computacional “Força e Movimento: Noções Básicas”.....	61
Figura 8 - Interface da simulação computacional “aba: Cabo de Guerra”.....	62
Figura 9 - Roteiro 1.....	63
Figura 10 - Interface da simulação computacional “aba: Movimento”.....	64
Figura 11 - Roteiro 2 parte 1.....	66
Figura 12 - Roteiro 2 parte 2.....	67
Figura 13 - Interface da simulação computacional “Energia na Pista de Skate”.....	70
Figura 14 - Roteiro 3 parte 1.....	71
Figura 15 - Roteiro 3 parte 2.....	72
Figura 16 – Resposta 1 ao primeiro questionamento do roteiro 1.....	78
Figura 17 – Estratégias no cabo de guerra.....	80
Figura 18 – Resposta 2 ao primeiro questionamento do roteiro 1.....	80
Figura 19 – Resposta 1 ao segundo questionamento do roteiro 1.....	81
Figura 20 – Resposta 2 ao segundo questionamento do roteiro 1.....	82
Figura 21 – Resposta 2 ao segundo questionamento do roteiro 1.....	83
Figura 22 – Captura de tela de uma gravação de realização da simulação do cabo de guerra.....	84
Figura 23 – Resposta 1 ao primeiro questionamento do roteiro 2.....	87
Figura 24 – Resposta 2 ao primeiro questionamento do roteiro 2.....	88
Figura 25 – Resposta 3 ao primeiro questionamento do roteiro 2.....	88
Figura 26 – Captura de tela de uma gravação de realização da simulação movimento.....	91

Figura 27 – 2° Captura de tela de uma gravação de realização da simulação movimento.....	92
Figura 28 – Resposta 1 ao segundo questionamento do roteiro 3.....	93
Figura 29 – Captura de tela de uma gravação de realização da simulação energia na pista de skate.....	94
Figura 30 – Resposta 2 ao segundo questionamento do roteiro 3.....	94
Figura 31 – Resposta 3 ao segundo questionamento do roteiro 3.....	95
Figura 32 – Resposta 4 ao segundo questionamento do roteiro 3.....	96
Figura 33 – Resposta ao terceiro questionamento do roteiro 3.....	97

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Plano de ensino 1.....	59
Quadro 2 – Plano de ensino 2.....	68

SUMÁRIO

Introdução	1
A trajetória	2
A motivação	6
A problematização da proposta de pesquisa	8
Capítulo 1: O Ensino de Física na escola pública: um olhar para os conceitos da mecânica	15
Capítulo 2: Tecnologias no ambiente escolar em um contexto pandêmico/ pós pandêmico	22
2.1 Simulações computacionais	33
2.2 A implementação de plataformas nas escolas goianas	38
Capítulo 3: A organização do ensino por meio da atividade orientadora de ensino	42
Capítulo 4: A organização da pesquisa	54
4.1 O experimento didático	56
4.2 Cabo de guerra: vence quem é mais forte?	59
4.3 Empurrando objetos: do trabalho à brincadeira	64
4.4 O treino de Rayssa Leal na pista de skate	68
ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS	74
Episódio formativo 1 – A organização dos grupos para a solução da situação	76
Episódio formativo 2 – Formalizando o conceito de força	84
Episódio 3 - Entendendo o processo de transformação de energia em uma pista de skate	93
Refletindo a respeito dos episódios formativos	100
CONSIDERAÇÕES FINAIS/CONCLUSÃO	103
REFERÊNCIAS	107

INTRODUÇÃO

Os percalços pelos quais passamos durante a nossa vida e os obstáculos que enfrentamos são fatores que influenciam a construção da nossa vivência. Todos os momentos e todo aprendizado adquirido, por mínimo que seja, contribuem para a formação e constituição de ser que define quem somos. No que se refere à jornada de um estudante, e principalmente um que se forma para ser professor, as dificuldades e realizações são um reflexo de sua evolução cotidiana enquanto ser humano. No entanto, cada etapa é marcada por momentos, que muitas vezes colocam em dúvida as escolhas realizadas, elevando a insegurança e gerando algumas frustrações, mas que, ao serem superados, trazem uma satisfação pessoal e nos fazem pensar que o processo está sendo válido.

No início do percurso escolar, para um estudante, é complexo o processo de adaptação ao novo ambiente, em que terá que conviver e socializar com diversas pessoas diferentes. O medo referente a uma situação ainda não vivida, a angústia por passar algumas horas longe dos familiares, todo esse processo de adaptação é estabelecido de um modo por cada um. Todavia, para um professor no início de carreira, o cenário também é desafiador, tanto com relação ao ambiente escolar, quanto no que se refere ao entendimento das diversas realidades, as quais serão necessárias compreender e intermediar relações. Os obstáculos que surgem em nossos caminhos, em determinados momentos parecem insuperáveis, porém são exatamente essas situações que nos fortalecem.

Com o passar do tempo, tanto estudante, quanto o professor vão compreendendo melhor as relações que são estabelecidas, a organização e disposição para que haja um processo de harmonia e um ambiente que possa possibilitar um melhor aprendizado mútuo entre os sujeitos. E assim, vão surgindo questões, advindas das relações estabelecidas que vão exigir conhecimento e coragem para que possam ser superadas. Em algumas situações o desgaste físico pode ser um fator complicador, mas o desgaste emocional também pode ser algo preocupante, logo, é importante cuidar da saúde mental, para que as situações adversas sejam mais fáceis de serem administradas.

Sendo assim, sabendo da importância que as vivências possuem em cada trajetória, nada mais oportuno do que relatar um pouco sobre a minha história, para que seja possível compreender melhor as relações que impactaram diretamente na realização da presente pesquisa.

No entanto, para a organização das ideias, esta seção será organizada em três momentos, de modo que o primeiro é intitulado de “A trajetória”, no qual será relatado um pouco do meu percurso pessoal e acadêmico, salientando momentos que foram importantes e cruciais em diversas situações de tomadas de decisão. Já no segundo momento, o qual recebe o nome de “A motivação”, será explicado o porquê da escolha da temática da pesquisa, bem como as inquietações que foram relevantes para a sua realização. O terceiro e último momento desta seção, denominado de “A problematização da proposta de pesquisa”, trará argumentos para nos fazer pensar criticamente a respeito do tema proposto e introduzirá a proposta de pesquisa a ser realizada.

A TRAJETÓRIA¹

A minha infância ocorreu em uma cidade pequena da região metropolitana de Goiânia, no estado de Goiás, conhecida como a cidade do doce, a qual também já teve fama de cidade do alho e ainda resido até hoje. Em algumas ruas desta cidade, brinquei e fiz diversas amizades, no tempo em que ainda ficávamos na porta de casa conversando até tarde e ainda não havia tanta influência de aparelhos tecnológicos. A grande preocupação que tínhamos era a de cair e ralar o joelho, arrancar o “tampão” do dedo e o horário em que nossas mães nos chamavam para dentro de casa, então era sinal de que a diversão havia acabado.

Considero que tive uma infância muito feliz, e sou grato a Deus por nunca ter deixado faltar nada para minha família. Meus pais, são de origem humilde e sempre fizeram de tudo para que tivéssemos todo o suporte necessário para que pudéssemos estudar. Lembro-me de meu pai sempre dizer que “a única coisa que ele deixaria para gente seria o estudo, algo que ninguém nunca poderia tirar de nós”. Então, devido a esse ambiente motivador, sempre entendi que o estudo era algo importante, e em

¹ Neste tópico será utilizado a primeira pessoa como pronome pessoal, devido ao fato de se tratar de um relato mais específico e íntimo do autor.

contrapartida sempre gostei de aprender coisas novas e me dediquei para com os estudos.

Meu pai morou um bom tempo na roça, mas isso não o impediu de estudar até concluir o que hoje chamamos de Ensino Médio, entrou para o exército e fez um concurso para ser Policial Militar. Minha mãe estudou até o Ensino Fundamental I, e não continuou devido a diversas dificuldades pessoais e a necessidade de trabalhar desde mais cedo, haja vista que meu avô materno, faleceu ainda quando minha mãe era criança e minha avó materna criou, e muito bem, seus seis filhos sozinha.

Assim, meu pai sempre muito comprometido e inteligente, iniciou sua carreira profissional, trabalhando arduamente, enquanto minha mãe, dedicada e resiliente sempre cuidou da nossa família, trabalhando em casa com os afazeres domésticos, que também demandam muito esforço físico.

Sempre tive meus pais como referência de pessoas, em quem me espelho até hoje, pessoas dedicadas, amorosas para com a família, honestas e preocupadas com o próximo. Ambos sempre incentivaram minha irmã, meu irmão por parte de pai e eu a estudar, reforçando a importância em adquirir conhecimentos, que futuramente seriam importantes imprescindíveis, tanto para a nossa carreira profissional, quanto para a evolução pessoal e social.

Assim, considero que fui e ainda sou muito privilegiado, porém todas as oportunidades que surgiram em minha vida, sempre busquei aproveitá-las da melhor forma possível, com toda a educação que recebi e conhecimento que fui adquirindo, pois sei da importância do estudo em nossas vidas, na perspectiva de nos permitir refletir a respeito de nossa sociedade, entender quem somos e nos posicionar a respeito dos diversos assuntos.

Em minha trajetória escolar, sempre estudei em escolas públicas, e considero que tive excelentes professores, principalmente professoras, que representam um quantitativo maior, que me fizeram ter uma ótima percepção de mundo, auxiliaram na construção do conhecimento que adquiri e contribuíram para a minha formação. Elas fizeram uma grande diferença em minha vida.

Lembro de cada professora e professor que tive e ainda guardo o nome de cada um, sendo a primeira, a “tia Neuzinha”, professora do jardim, que fez todo o processo de adaptação escolar ser mais leve e eu a adorava, minha querida professora. A influência de meus professores, sempre foi tão presente que, quando

eu era criança a minha brincadeira preferida era escolinha, e minha irmã era a minha aluna, para a qual eu sempre passava provas e adorava realizar a correção.

Em meu ensino básico, sempre me esforcei e gostei de estudar, fazia as tarefas e me dedicava para realizá-las de maneira efetiva. Gostava de conversar e socializar com os colegas e senti falta de ter estudado além do que era cobrado, pois quando ingressei no Ensino Superior, percebi que havia algumas lacunas deixadas, por diversas situações que ocorreram, desde a falta de professores para ministrar disciplinas, além da busca por um maior desenvolvimento do conhecimento.

Porém, na medida em que fui progredindo em meus estudos, percebi que tinha facilidade para com as disciplinas, principalmente em Matemática, porém também gostava de Geografia, História, Arte e Física. Particpei de algumas edições da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP), na qual fui premiado com Menção Honrosa e no findar do Ensino Médio, veio a preocupação em pensar no futuro e decidir o que fazer da vida.

Eu tinha algumas opções de profissões em mente, porém a escolha por cursar Matemática, veio primeiramente pela facilidade com a disciplina e pela aprovação na Universidade Estadual de Goiás (UEG), na cidade de Anápolis, apesar da aprovação em outros cursos e em outras Universidades. De início, o meu intuito não era seguir com a carreira docente, devido às diversas dificuldades enfrentadas diariamente pelos professores, desde salários incondizentes com o seu trabalho, até falta de estrutura e materiais no ambiente de trabalho, porém eu gostava de Matemática. Logo, quando ingressei no curso, no ano de 2014, me senti acolhido pelos veteranos e pelo corpo docente. Fiz vários amigos, e uma em especial que se faz presente em minha vida até hoje. O meu deslocamento ocorria por meio de um transporte disponibilizado pela Prefeitura de Nerópolis, porém o projeto foi descontinuado alguns anos depois, o que causou frustração nos estudantes e habitantes da cidade.

Depois de um ano estudando na UEG, decidi mudar de Universidade, devido à dificuldade de locomoção ocasionada pelo transporte público. Quando fui aprovado na Universidade Federal de Goiás (UFG), em Goiânia, me bateu uma indecisão, porém a facilidade com o transporte era maior, por se tratar da capital do estado e pelo fato do campus ser mais próximo da minha cidade.

Partindo para uma nova realidade, a minha grande amiga da UEG também embarcou nesta aventura. Logo, enfrentamos algumas dificuldades de adaptação, porém o suporte e apoio de um para com o outro foi algo muito importante nesse

processo. Logo, enfatizo a necessidade de sempre termos pessoas com quem possamos dividir e compartilhar as dificuldades, para que o processo seja mais suave.

Devido a mudança de Universidade, adaptação de currículo e reprovações em algumas disciplinas, consegui concluir a minha primeira graduação em 5 anos. Sou grato por todos que contribuíram nesse processo, além dos meus parentes e familiares, principalmente meus pais, minha irmã e meu irmão e meus avôs. Agradeço também aos colegas e amigos que fiz e foram muito importantes em tantos momentos de estudos e dificuldades, além, claro, de meus excelentes professores, alguns mais do que outros.

Entretanto, vou relatar um momento importante e que foi crucial, quando eu realmente me entendi enquanto professor e decidi que queria seguir essa carreira. Esta decisão ocorreu quando em meu segundo ano na UFG, comecei a participar do Programa de Educação Tutorial da Licenciatura em Matemática da UFG (PETMAT/UFG). Os Programas de Educação Tutorial prezam pela tríade entre o Ensino, Pesquisa e Extensão, e são desenvolvidos em diversos cursos de várias Universidades. No ambiente do PETMAT, pude compreender melhor e vivenciar na prática, a importância da profissão do professor.

No programa, estudávamos textos específicos, participávamos de projetos de ensino e extensão e tínhamos duas salas na qual os membros dos grupos passavam longas horas, estudando e realizando as demandas do PETMAT. Assim, participei de um projeto, intitulado “Matemática no Circo”, no qual conciliávamos as atividades circenses com a Matemática para poder ensinar os pequenos estudantes, que foi muito importante para minha formação profissional e pessoal, pois presenciei diversas realidades e pude compreender um modo de ensino com estratégias fundamentadas e contextualizadas com a realidade dos sujeitos.

Desse modo, com a participação nos projetos do PETMAT e a realização dos estágios obrigatórios, percebi a importância desse papel social em formar os sujeitos e contribuir para o melhor desenvolvimento no ensino e aprendizagem, e aliado a essa vontade que sempre esteve adormecida, foi então, que percebi que, o que eu realmente queria era ser professor.

A MOTIVAÇÃO²

Tudo aquilo que o ser humano se propõe a realizar, organizar e até mesmo a estudar, é feito com mais comprometimento e vontade quando há motivação, quando toda a situação faz sentido para o sujeito. A motivação impulsiona o indivíduo a ter atitudes que levem a conquistar os determinados objetivos, podendo se manifestar a partir de necessidades e desejos, na busca por satisfação e reconhecimento pessoal. Para Vygotsky, a motivação estabelece uma relação aprofundada com o contexto social ao qual o sujeito está inserido e com a atividade social. Desse modo, ele propõe que a motivação e o comportamento do ser humano são estabelecidos por meio das interações sociais e pela aprendizagem adquirida nos contextos culturais.

Se toda ação humana supõe uma mediação, do mesmo modo a aprendizagem se faz com a mediação semiótica ou pela interação com o outro, na interação social, na qual as palavras são empregadas como meio de comunicação ou de interação. A essa mediação, Vygotsky e seus discípulos denominaram de sociointeracionismo – a ação se dá numa interação sócio-histórica ou históricocultural. (Martins; Moser, 2012, p.10).

Quando voltamos o olhar para as crianças, percebemos que certas necessidades são satisfeitas no brinquedo ou no ato de brincar, logo na medida em que é gerada uma tensão pelo fato da criança não realizar os seus desejos, ela começa a se envolver em um mundo imaginário, no qual os seus anseios são satisfeitos momentaneamente (Rolim; Guerra; Tassigny, 2008). Vygotsky afirma que, “é no brinquedo que a criança aprende a agir numa esfera cognitiva, ao invés de uma esfera visual externa, dependendo das motivações e tendências internas, e não pelo dos incentivos fornecidos pelos objetos externos” (Vygotsky; 1998, p. 126).

Desse modo, é importante ressaltar a motivação no contexto escolar, haja vista que ela é essencial para a qualidade da aprendizagem e na medida em que se desperta o interesse do estudante em sala de aula, ele vai percebendo o propósito e o sentido daquilo que se estuda.

A motivação para a aprendizagem implica saber relacionar o trabalho escolar com os interesses, valores e expectativas dos discentes. De modo geral, a motivação interna está associada a metas e objetivos que estimulam o indivíduo a buscar algo, este é um tipo de sentimento que está presente na maioria das pessoas, pois é o que gera determinação para alcançar metas. (Frota; Xerez; Parente, 2020, p. 62805).

² Neste tópico será utilizado a primeira pessoa do singular como pronome pessoal, devido ao fato de se tratar de um relato mais específico e íntimo do autor.

Sendo assim, a minha motivação pessoal para a realização desta pesquisa, parte da minha prática enquanto professor, de modo que meus pensamentos e reflexões iniciaram no período da pandemia da COVID-19³, a qual acometeu todo o planeta Terra e mudou a rotina das pessoas.

Com relação à Educação Básica, foi instituído o Regime Especial de Aulas Não Presenciais (REANP) ⁴ em todo o país, e os profissionais da educação não receberam uma quantidade de orientações significativas, ou até mesmo formação, para lidar melhor com a situação. No colégio em que eu trabalhava nesse período, foi adotada a utilização de grupos na rede social *Facebook*, como um modo de intermediar as relações e repassar os conteúdos e aulas gravadas para os estudantes. A escolha da referida rede social foi devido ao perfil dos estudantes do colégio, com condições financeiras mais baixas e difícil acesso ao *smartphone* e à *internet*. Por isso, muitos estudantes recorriam ao material impresso, que era disponibilizado pelo colégio, como um modo de realizar as tarefas e ficarem situados com relação aos conteúdos escolares.

Durante esse período, todos tiveram que se adaptar às mudanças, a sala de aula não era mais física, as interações ocorriam por intermédio de aparelhos tecnológicos, e os professores tiveram que reformular a sua organização do ensino, tendo que disponibilizar materiais em *pdf*, *slides*, realizar aulas síncronas e gravar videoaulas. Muitos professores apresentaram dificuldades para utilizar a plataforma, pois não tinham conhecimento da utilização desse tipo de rede, dificuldades nas aulas síncronas por meio de aplicativos de videoconferência, além da edição dos diversos materiais.

Na medida em que as aulas não presenciais aconteciam, comecei a me questionar a respeito do uso dos aparelhos tecnológicos como intermédio entre os sujeitos, bem como a minha prática docente. No período, ministrei aulas das

³ A COVID-19 foi classificada como pandemia pela Organização Mundial da Saúde (OMS) no mês de março de 2020, após três meses da identificação do primeiro caso. “Em 31 de dezembro de 2019, a Organização Mundial da Saúde (OMS) foi informada de casos de pneumonia de etiologia desconhecida detectada na cidade de Wuhan, província de Hubei, na China, sendo posteriormente reconhecida como uma doença infecciosa causada pelo novo coronavírus (COVID19). Essa cidade, de início, foi considerada epicentro mundial, superada pela Itália, que rapidamente acumulou maior número de casos e mortes. Especula-se que o primeiro caso do novo coronavírus tenha surgido ainda em novembro, 2019, no dia 17, e que teria sido um homem de 55 anos, residente na província de Hubei”. (Souza et al., 2021, p.548).

⁴ Parecer CNE/CP nº 5/2020, aprovado em 28 de abril de 2020 - Reorganização do Calendário Escolar e da possibilidade de cômputo de atividades não presenciais para fins de cumprimento da carga horária mínima anual, em razão da Pandemia da COVID-19.

disciplinas de Matemática, Física, Ciências entre outras, e sempre buscava recursos na tentativa de facilitar a aprendizagem dos estudantes. Na disciplina de Física, eu gravava a realização de alguns experimentos e indicava outros vídeos para melhor abstração por parte dos estudantes. Foi quando tomei conhecimento das simulações computacionais disponibilizadas pela plataforma *PhET Interactive Simulations*⁵ e comecei a introduzir nas aulas e utilizar como recurso.

Refletindo a respeito da minha prática, agora, com uma bagagem maior de conhecimento, percebo que eu utilizava as simulações nas aulas não presenciais, com pouco sentido, sem muito significado, apenas apresentava para os estudantes e pedia para que eles utilizassem e observassem as simulações.

Então, comecei a pensar a respeito do quando a tecnologia se fez presente no período de pandemia e o modo como era utilizada, ou como foi pedido para que utilizássemos em nossas aulas. E, concomitantemente, pensando na minha prática enquanto professor, como realizava as minhas aulas, como inseria as simulações computacionais, percebi que gostaria de pesquisar mais a respeito, para que pudesse contribuir com outros professores de algum modo, na utilização de um recurso que é interessante e que possui um grande potencial se utilizado com intencionalidade.

Desse modo, quando me propus a realizar o processo seletivo para ingressar no mestrado e tive que organizar um pré-projeto, já tinha em mente que gostaria de realizar a minha pesquisa voltada para essa temática, envolvendo o uso de tecnologias, prática docente, mas com um referencial teórico que desse suporte para a proposta a ser organizada.

A PROBLEMATIZAÇÃO DA PROPOSTA DE PESQUISA

A tecnologia faz parte do contexto histórico dos seres humanos, desde os primórdios, e atualmente, os recursos digitais perpetuam cada vez mais em nosso contexto histórico e social. A tecnologia em nossa sociedade, caracterizada pela globalização e por um sistema econômico dominado pelo capitalismo, é apresentada como a solução para múltiplos problemas sociais, como por exemplo, a sua

⁵ Fundado em 2002 pelo ganhador do Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET Interactive Simulations da Universidade do Colorado Boulder cria simulações matemáticas e científicas interativas e gratuitas. PhET sims são baseados em extensa pesquisa educacional que envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo, semelhante a um jogo, onde os alunos aprendem através da exploração e descoberta. (Disponível em: <http://phet.colorado.edu/pt/> ; Acesso em 22/12/2024).

associação à democratização do acesso ao ensino (Malanchen, 2007). Porém, o que realmente ocorre com relação à inserção das tecnologias é totalmente o oposto, pois são incorporadas com uma visão de que elas por si só são capazes de dar conta de toda a demanda educacional, ou então, com o viés de que a sua utilização sem uma organização planejada possibilitará a apreensão dos conceitos estipulados. A necessidade da utilização do *smartphone* para a realização de diversas ações, tornou-se central nas relações sociais estabelecidas, seja ao realizar uma chamada de vídeo ou uma transferência de dinheiro via pix, logo os recursos tecnológicos são percebidos comumente, como facilitadores das relações que são estabelecidas socialmente.

Considerando o ambiente escolar, os processos formativos são contemplados cada vez mais por aparelhos tecnológicos, como por exemplo, *smartphones*, *notebooks*, lousas digitais, as chamadas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), de modo que é, esperado que elas sejam integrados nas metodologias de ensino dos docentes. Essa incorporação ocorre por meio de projetos, que são fundamentados pelo Estado, e contemplam uma perspectiva de modernização, inclusão digital e inovação nas escolas, um discurso que é apresentado, mas que não ocorre de modo efetivo. Com isso, demonstra-se a visão de que o fato dos aparelhos tecnológicos simplesmente se inserirem no ambiente escolar, já possibilitará aos sujeitos, um domínio de suas capacidades, o que na realidade não acontece.

A visão supracitada, aparenta exercer um caráter determinista em relação à tecnologia, em que ela está ali no contexto social, vai evoluindo por conta própria e os sujeitos precisam se adaptar às suas possibilidades tecnológicas, para que não fiquem ultrapassados. De acordo com Feenberg (2010, p. 59)

Os deterministas tecnológicos usualmente argumentam que a tecnologia emprega o avanço do conhecimento do mundo natural para servir às características universais da natureza humana, tais como as necessidades e faculdades básicas.

Considerando toda a imersão tecnológica que é empregada nos ambientes escolares por meio do Estado, a formação docente carece de aperfeiçoamento, por meio de formações, para o uso das tecnologias em sala de aula, que devem ser fomentadas pelo Estado, de modo que seja possível empregar todas as potencialidades das tecnologias, para que o professor não seja culpabilizado pelas

dificuldades que são encontradas ao se utilizar a tecnologia enquanto recurso pedagógico. Entretanto, há de se considerar todas as relações sociais, políticas, culturais, que possam interferir no processo de formação, para que os recursos sejam adaptados à realidade escolar. Desse modo, as tecnologias deveriam atender às exigências educativas, como explana Peixoto e Echalar (2017, p. 512), “assim, do ponto de vista das políticas para inclusão digital via ambiente escolar, ao invés de as tecnologias se colocarem como recursos a serem adaptados às exigências educacionais, é a educação que fica a serviço da tecnologia.”

A intensificação do uso de tecnologias no ambiente educacional, tem sido um fenômeno recorrente, impulsionado em grande parte por uma visão tecnocêntrica. O tecnocentrismo é caracterizado pela crença de que a tecnologia não é apenas uma ferramenta, mas sim a solução primária para os desafios pedagógicos e administrativos, assumindo uma centralidade que frequentemente ofusca os aspectos humanos, sociais e éticos do processo de ensino-aprendizagem.

O tecnocentrismo distancia a tecnologia na mediação do trabalho docente de sua totalidade, dicotomizando dimensões inseparáveis (sujeito/objeto, social/individual, instrumento/signo, dimensão técnica/dimensão simbólica), favorecendo o processo de alienação. (Sousa; Peixoto, 2022, p.12).

Nessa perspectiva, a adoção acelerada de plataformas, *softwares* e dispositivos são vistos como um sinônimo de inovação e progresso, muitas vezes ignorando as questões relativas à desigualdade de acesso, à formação crítica dos docentes e ao risco de uma vigilância excessiva. Tal lógica instrumental pode levar à subordinação da pedagogia à técnica, transformando as práticas de ensino em métricas e produtos a serem gerenciados.

Logo, tanto no âmbito da produção acadêmica, quanto das políticas públicas educacionais, a apropriação didático-pedagógica de tecnologias digitais em rede tem sido considerada necessária para formar estudantes conectados ao mundo contemporâneo (Peixoto, 2022, p. 2).

Esse movimento se fundamenta na defesa de uma formação que prepare para a vida e o trabalho na sociedade dita tecnológica e digital. Instala-se aí um cenário paradoxal. Por um lado, se afasta do tecnocentrismo porque não atribui às tecnologias o papel preponderante de transformar as práticas pedagógicas. Por outro lado, insere-se na perspectiva tecnocêntrica do determinismo tecnológico, advogando o emprego de tecnologias com base na justificativa de que suas funcionalidades técnicas provocariam alterações nas práticas pedagógicas. (Peixoto, 2022, p. 2).

A perpetuação de uma visão tecnocêntrica na educação pode acarretar situações complexas que merecem uma análise crítica e aprofundada. Podemos pensar na subordinação da pedagogia à técnica, em que temos a inversão de prioridades, na qual o foco deixa de ser o processo de aprendizagem crítica e a reflexão humana, e se concentra na eficiência e na mensuração algorítmica da ferramenta. Essa instrumentalização do ensino, onde a tecnologia é vista como um fim em si e não como um meio, reduz as ricas práticas pedagógicas a métricas e dados quantificáveis, priorizando o desempenho algorítmico em detrimento do desenvolvimento humano integral do estudante.

Outra situação em que podemos pensar, reside no alinhamento da educação ao Capitalismo de Vigilância⁶, haja vista a perspectiva tecnocêntrica pode cooperar para a disseminação de plataformas e empresas privadas que, sob o discurso de "personalização" e "otimização" do ensino, operam na lógica de coleta intensiva de dados de alunos e professores. Esse rastreamento e monitoramento, frequentemente dissimulados pela retórica da inovação, transformam informações comportamentais e de desempenho em ativos comerciais, correndo o risco de moldar expectativas e condutas em vez de promover a autonomia intelectual e a formação emancipatória. Assim, a educação, um bem público, é progressivamente mercantilizada e integrada a modelos de vigilância e lucro empresarial.

Ademais, a crença ingênua na tecnologia como "solução universal" agrava as desigualdades educacionais. Ao negligenciar as disparidades estruturais, a visão tecnocêntrica intensifica a exclusão digital em escolas com infraestrutura precária ou com falta de conectividade estável, limitando o acesso e o trabalho docente. O investimento maciço em *hardwares* e *softwares*, muitas vezes, recebe recursos que seriam vitais para a melhoria salarial dos professores ou para a infraestrutura física básica das instituições.

A crítica ao tecnocentrismo não implica apenas a afirmação da preponderância da atividade do humano docente frente à tecnologia, mas demanda também, para se completar de forma coerente, a explicitação das relações econômica, social e cultural excludentes. Isto porque a produção e reprodução da vida humana em sociedade incluem a produção, disseminação

⁶ “No capitalismo de vigilância, a posse de dados não apenas possibilita, como amplifica o poder de manipulação de mercados e comportamentos, sedimentando uma dinâmica onde a autoridade política e econômica se alinha para dominar estruturalmente através da informação. Dentro do contexto, observa-se um realinhamento dos eixos. Há, por exemplo, um eixo de poder, onde o conhecimento, a segurança, a produção e as finanças convergem para formar uma estrutura de controle abrangente”. (Barzotto; Alles, 2024, n. p.).

e acesso à tecnologia. Em outras palavras, a crítica ao tecnocentrismo pressupõe que o progresso tecnológico não atinge igualmente toda a sociedade capitalista. (Peixoto, 2022, p. 2).

Por fim, o corpo docente é diretamente afetado e pressionado a atuar como "operador" da plataforma, com o currículo e a dinâmica da aula cada vez mais ditados pelas funcionalidades do *software*, o que acarreta uma redução preocupante da sua autonomia intelectual e pedagógica. Dessa forma, o tecnocentrismo representa não apenas um desafio de infraestrutura, mas um problema político e epistemológico que ameaça a desumanização da escola e o direito a uma educação verdadeiramente democrática.

No que diz respeito às relações entre as tecnologias e a educação, a superação do tecnocentrismo implica a compreensão dialética dos papéis aos quais a sociedade nos condiciona e dos limites e possibilidades igualmente necessários que constituem o presente, oportunizando escolhas conscientes. Nesse sentido, o conhecimento da necessidade inaugura as possibilidades emancipadoras das tecnologias na mediação do trabalho pedagógico. (Peixoto, 2022, p. 11).

Sendo assim, pensando no uso de simulações computacionais, enquanto recursos tecnológicos, em um ambiente escolar, é importante o conhecimento dos sujeitos, bem como as suas apropriações a respeito dos usos das tecnologias, além da consideração do contexto cultural, dificuldades e facilidades para com o acesso, estrutura, manuseio dos aparelhos. Entretanto, a implementação das simulações computacionais, de modo intencional, relacionando o homem com o mundo, podem tornar-se essenciais na realização de uma aula que conduza à cooperação e interação entre os sujeitos, como nos relata Pedrosa (2012, p. 27):

Esses recursos apontaram inovadoras possibilidades aos processos de ensino e aprendizagem, propiciando aos professores a oportunidade de buscarem um novo modo de ensinar e às escolas de inovarem-se, rompendo velhas estruturas.

No entanto, precisamos reconhecer as limitações que podem surgir no ambiente escolar, como a disposição de equipamentos eletrônicos e acesso à internet de qualidade, bem como as limitações das próprias simulações computacionais, que podem corresponder à não abrangência do fenômeno físico e à não fidedignidade de reprodução de uma experimentação real.

Destarte, se faz necessário a reflexão e a análise de uma organização de ensino que, com a utilização de simulações computacionais, possibilite o desenvolvimento

do pensamento teórico, que segundo Rosa, Moraes e Cedro (2010, p.74) “é encontrado na própria existência mediatizada, refletida e essencial do ser”. Desse modo, com um maior aprofundamento por meio dos conceitos, pode ser atingida a essência.

O pensamento teórico é o processo de idealização de um dos aspectos da atividade objetivo-prática, a reprodução, nela, das formas universais das coisas. Tal reprodução tem lugar na atividade laboral das pessoas como peculiar experimento objetivo-sensorial. Logo, este experimento adquire, cada vez mais, um caráter cognoscitivo, permitindo às pessoas passarem, com o tempo, a realizar os experimentos mentalmente. (Daviđov, 1988, p. 125).

Pensando nessa reflexão, a pergunta norteadora da pesquisa é “A realização de tarefas mediadas por simulações computacionais no Ensino da Mecânica Clássica, por meio de uma organização de ensino intencional, permite a apropriação e abstração dos conceitos de força, energia e conservação de energia?”.

Desse modo, temos como hipóteses as seguintes afirmações: “as simulações computacionais utilizadas de modo intencional, por meio de uma organização de ensino, respaldada na Atividade Orientadora de Ensino (AOE), contribuem para a apropriação dos conceitos físicos propostos”; “a organização do ensino pautada em situações desencadeadoras de aprendizagem (SDA), utilizando as simulações computacionais como recursos metodológicos, possibilita a ação coletiva e encaminha os sujeitos para formas de pensamento teórico”.

Portanto, a intenção da pesquisa é organizar o ensino com a realização de um experimento didático, pautado na AOE, com a elaboração de SDA que utilizem como recurso as simulações computacionais, com o intuito de perceber como se dá o entendimento dos estudantes com relação às tarefas propostas e a apropriação dos conceitos físicos que são discutidos. Consideramos, também, a observação das relações que são estabelecidas durante o processo de ensino-aprendizagem, haja vista que as trocas de conhecimento são importantes construtoras na formação dos conceitos.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo principal a realização de um experimento didático, por meio de uma organização de ensino intencional, visando analisar o desenvolvimento de tarefas mediadas por simulações computacionais no ensino dos conceitos de força, energia e conservação de energia.

A proposta explanada utiliza a plataforma educacional PhET Interactive Simulations, como um recurso tecnológico e dinâmico, permitindo a percepção dos

sujeitos em seu contexto histórico, visando oportunizar condições para apropriação dos conceitos historicamente construídos pela humanidade.

Capítulo 1: O Ensino de Física na escola pública: um olhar para os conceitos da mecânica

A História da Física está integrada na História da Civilização, tendo em vista que sua trajetória perpassa pelas tentativas de compreender a natureza e os fenômenos a ela associados, “sendo essas compreensões circunstanciadas pelo contexto social, cultural e econômico de cada época e de cada civilização” (Boni, 2018, p.63). Desse modo, compreender a história de algo que estudamos, nos faz compreender os conceitos que foram sendo organizados por diversos sujeito em diferentes momentos históricos.

Para tanto, neste capítulo iremos apresentar um pouco do contexto histórico dos conceitos da mecânica, área da Física que estuda o movimento, o repouso e o equilíbrio dos corpos, pois se referem a conceitos físicos escolhidos para a elaboração das SDA que compõem esta pesquisa. Dando prosseguimento, discutiremos o motivo da escolha desses conceitos, apresentando estudos que dão subsídio e reforço teórico.

A mecânica compreende uma das áreas mais antigas e importantes da Física, na qual ocorrem os estudos relacionados com o movimento dos corpos, bem como as forças que atuam sobre ele. Assim, podem ser discutidas desde situações que compreendam o movimento de um automóvel, até o movimento dos planetas ao redor do Sol. É uma área que pode ser dividida em: cinemática e dinâmica.

De modo geral, a mecânica é uma área da Física que se propõe a descrever os princípios básicos que regem os movimentos dos corpos no espaço enquanto o tempo flui. Dessa forma, para sua completa consistência, deve-se definir precisamente o que se entende por tempo, espaço e objeto. (Antunes; Galhardi; Hernaski; 2018, p.1)

A cinemática, analisa matematicamente os movimentos, na qual é possível estabelecer fórmulas e análises por meio de gráfico. Logo, estuda os movimentos sem se preocupar com as causas e os efeitos. Já a Dinâmica, analisa as causas e efeitos dos movimentos, na qual há o estudo das forças, energia, impulso e quantidade de movimento. Quando nos referimos a sistemas nos quais as velocidades são relativamente pequenas, se comparadas com a velocidade da luz, estamos nos referindo à Mecânica Newtoniana. No entanto, quando os corpos em movimento possuem velocidades próximas à velocidade da luz, compreendemos a Mecânica relativística.

De um ponto de vista moderno, a mecânica Newtoniana pode ser entendida como um limite de baixas velocidades (comparadas com a velocidade da luz) e de grandes distâncias (comparadas com o comprimento de onda de de Broglie) de uma mecânica quântica e relativística. Contudo, como sabemos, a concepção da mecânica Newtoniana se deu de forma completamente independente de suas generalizações e constitui, portanto, uma estrutura auto-consistente segundo suas premissas e hipóteses. (Antunes; Galhardi; Hernaski; 2018, p.1)

Quando caminhamos pelas ruas, observamos um ônibus pela estrada ou crianças andando de bicicleta, analisamos situações em que o conceito de movimento se faz presente. Assim, os exemplos supracitados, dentre outros, contemplam conceitos são estudados na área da mecânica. Grandes nomes, como Aristóteles, Arquimedes, Ptolomeu, Copérnico, Galileu, Kepler, Newton, preocuparam-se em explicar os fenômenos que acontecem na natureza, como os movimentos (Boni, 2018).

Na área da mecânica, as contribuições de Aristóteles a respeito do movimento dos corpos foram objetos de longos estudos e debates, no período que perpassa o fim do século XII até Galileu. A compreensão que ele tinha sobre o movimento natural, compõem uma parte fundamental de sua cosmologia, relacionando-se com o modo pelo qual pensava constituir-se a matéria, e com a ideia de que os elementos fogo, ar, água e terra tinham um lugar definido no universo material (Peduzzi, 1996).

Dentro desta concepção de lugar natural e da constituição da matéria pode-se, então, entender porque uma pedra cai quando solta de uma certa altura. Por ser uma pedra constituída basicamente do elemento terra, ela cai porque deve retornar ao centro do universo, seu lugar natural. O movimento da pedra em direção ao solo é um movimento natural e por isso não precisa ser objeto de uma discussão mais aprofundada. A propósito, para Aristóteles, se duas pedras, uma pesada e outra leve, são soltas de uma mesma altura, a pedra mais pesada atinge o solo primeiro. Isto acontece porque a pedra mais pesada possui mais terra do que a pedra mais leve. Com isso, a pedra mais pesada tem uma tendência maior para alcançar mais depressa a sua posição natural. (Peduzzi, 1996, p. 53).

Com relação ao movimento, em geral, Peduzzi (1996) relata que Aristóteles conclui que ele só pode ocorrer quando, obrigatoriamente, está associado ao que ele considerava como motor ou causa, o que podemos entender como força, tratando-se de uma conceituação mais recente. Logo, percebemos que essa constatação é extremamente considerável, tendo em vista que, quando tratamos das forças de contato, por exemplo, ao empurrar uma caixa ela se movimenta; se paramos de empurrar ela para; quando um aluno puxa uma mochila com rodinhas ela vai se movimentar; caso ele pare de puxar, a movimentação também será interrompida.

Contudo, para Aristóteles não seria possível um movimento no vácuo (vazio),

haja vista que, não havendo resistência ao movimento do objeto, o mesmo teria velocidade infinita. Logo, considerava que “a velocidade de um corpo era diretamente proporcional à força motriz que lhe era aplicada e inversamente proporcional à resistência do meio no qual ele se movimenta” (Peduzzi, 1996, p. 55).

Logo, o movimento natural de uma pedra que é jogada para cima e volta, se direcionando para o ponto central, não ocorreria por meio de uma ação entre a pedra e a Terra, pois isso implicaria dizer que haveria uma ação à distância, o que não era concebível por Aristóteles.

A dinâmica aristotélica, como se viu, é parte integrante e indissociável da cosmologia aristotélica. Por esta razão, o estudo das idéias de Aristóteles sobre o movimento dos corpos não pode prescindir de uma discussão preliminar sobre a sua concepção de mundo. Somente assim as idéias deste sábio grego, que tão profunda e duradouramente influenciaram o pensamento científico, exibirão coerência e serão dotadas de sentido para o estudante que as procura entender como um dos paradigmas da história da ciência. (Peduzzi, 1996, p. 55).

Isaac Newton⁷ estabeleceu grandes contribuições para os estudos da mecânica, desde a formulação das três Leis do Movimento (Leis de Newton), até a Lei da Gravitação Universal. No entanto, alguns estudiosos já haviam obtido importantes resultados que auxiliaram nos estudos de Newton, como afirma Toribio (2012, p. 46):

“é possível que Newton seja o maior físico da história do pensamento humano. O trabalho desenvolvido por ele é a fundamentação da mecânica na qual já tinha alguns resultados muito importantes como os trabalhos de Galileu e Kepler alguns anos antes”.

Martins (2021) apresenta uma visão com foco no antigo formalismo empregado na mecânica clássica, e explana que os livros didáticos atuais, que se referem à mecânica, utilizam constantemente equações escalares e vetoriais, mas que, até a época de Newton, ninguém usava equações para descrever as leis da Física. Logo, toda a matematicidade que compõe a Física, utilizava-se apenas de razões e proporções, sem o uso de fórmulas.

Quando os livros didáticos apresentam as equações do movimento uniformemente acelerado e as atribuem a Galileu, elas utilizam uma notação que não existia no século XVII. Da mesma forma, quando as “leis de Newton” são apresentadas, elas utilizam uma notação que Newton nunca empregou – e que só se popularizou no século XVIII, após os trabalhos de Euler e outros autores. Os personagens da chamada “Revolução Científica” utilizavam

⁷ Conhecido por ser um dos grandes nomes da História da Física, Isaac Newton (1642 - 1727), ficou famoso pelas contribuições à Física e à Matemática. Newton nasceu em Woolsthorpe, uma pequena cidade na Inglaterra e por volta dos 12 anos de idade, ingressou em uma escola secundária em Grantham, na Inglaterra. (Boni, 2018, p.83).

métodos matemáticos antigos – não houve uma ruptura com o passado, sob esse aspecto. Aquilo que chamamos de “Mecânica Newtoniana” é, na verdade, o resultado de um trabalho coletivo que durou décadas, com contribuições de muitos autores, tanto anteriores a Newton (como Descartes e Huygens) como posteriores (como Euler e a Marquesa de Châtelet). (Martins, 2021, p. 166).

Por conseguinte, percebemos a importância do entendimento histórico dos conceitos, na medida em que são produtos socialmente construídos pela humanidade, mediante uma ação coletiva, a qual recebe diversas contribuições com o intuito de atingir um objetivo comum. Pensando no contexto escolar, os estudantes vão aprendendo os conceitos físicos, mediante a utilização de diversas fórmulas matemáticas, às vezes sem entender suas aplicações, como por exemplo, o “espaço dividido pelo tempo”, ou a “massa multiplicada com a aceleração”. No entanto, como afirma Martins (2021, p. 166), “pode ser que saltar a etapa histórica de raciocínios envolvendo razões e proporções, no desenvolvimento educacional, seja um erro”.

Geralmente, os estudantes (e também seus professores) não estão familiarizados com o conhecimento historiográfico e nem são dão conta do anacronismo cometido quando são feitas descrições das contribuições deste e de outros pesquisadores como se fossem idênticas àquilo que se ensina hoje em dia. Conhecer essas diferenças não é desmerecer esses famosos autores; é mostrar as dificuldades que eles enfrentaram, permitindo compreender seus trabalhos de forma adequada, no contexto histórico em que foram desenvolvidos. (Martins, 2021, p. 188).

Sendo assim, na matemática antiga, ao multiplicar valores referentes às grandezas, fazia sentido multiplicar um comprimento por outro, quando era necessário calcular a área de um quadrado por exemplo, mas o mesmo não era aplicável, se a multiplicação fosse referente a diferentes grandezas, como por exemplo 4 metros multiplicado por 2 litros.

À vista disso, Aristóteles utilizou razões e proporções na Física, em que possivelmente aprendeu com seu colega Eudoxo, aplicando nos estudos a respeito de movimentos, como ao relacionar o tamanho de um corpo com a força necessária para movimentá-lo (Martins, 2021).

O uso da teoria das proporções aparece de forma ainda mais interessante na obra aristotélica ou pseudo-aristotélica chamada *Mechanica* (ou *Problemata Mechanica*). Esse é um tratado grego que, por sua linguagem e conteúdo, costuma ser atribuído a algum dos contemporâneos ou seguidores de Aristóteles. (Martins, 2021, p. 174-175, grifo do autor).

No que se refere ao conceito de energia, Oliveira (2023) descreve um movimento lógico-histórico do conceito, cabendo destacar que as primeiras ideias

sobre a palavra energia enquanto conceito científico, é datada por volta do século XIX, como o mesmo relata: “ainda não é possível, no início do século XIX, que o conceito físico de energia não se apresente na forma da sua generalidade, isso só será possível com a ideia do princípio da conservação da energia” (Oliveira, 2023, p. 34).

No entanto, o conceito de energia que foi se estabelecendo por volta do fim da década de 1840, serviu como elemento de ligação entre mecânica e termodinâmica. Assim, pensar na apropriação do conceito de energia e a sua conservação passa pelo entendimento de conceitos que rodeiam a gênese desse conteúdo, como, por exemplo, força, movimento, variação, sistemas.

Em seu trabalho, Oliveira (2023) realiza um levantamento bibliográfico, ao analisar os aspectos lógicos e históricos do conceito de energia, apresentando autores como Bucussi (2006), Doménech (*et al.*, 2003), Fontes (2021), Morais e Guerra (2013), Pozo e Crespo (2009), que segundo o autor, apontam que o conceito de energia, assim como o de conservação de energia, é bem complexo, pois trata-se de um conceito que não é palpável, porém abstrato. O autor também explana que os conhecimentos do senso comum da grande maioria dos estudantes a respeito desse assunto são dificultadores na compreensão dos conceitos, ainda mais quando consideram a energia como algo físico.

Desse modo, percebemos a dificuldade de se conceituar energia, devido à sua natureza abstrata e ampla e o fato de ela não ser palpável, o que não a classifica como algo material, porém podemos considerá-la como uma capacidade de realização de trabalho, fazer com que algo funcione, quando nos limitamos a área da mecânica. Essa conceituação é desafiadora e abrangente, exigindo um entendimento diversificado para a compreensão da sua essência.

Com relação a escolha dos conteúdos de mecânica para a realização da organização de ensino, tivemos como objetivo trabalhar conceitos que fossem desafiadores e os quais os estudantes, de modo geral, apresentassem mais dificuldades. Assim, temos como exemplo os autores, Barroso, Rubini e Silva (2018), que fizeram um estudo sobre as dificuldades na aprendizagem de Física com base nos resultados do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e destacaram dificuldades na aprendizagem de conceitos básicos de mecânica, fenômenos térmicos e na ótica geométrica.

A escolha pelos estudantes de alguns desses distratores revela que conceitos básicos de mecânica, fenômenos térmicos e ótica geométrica não são

aprendidos pela maioria dos concluintes do ensino médio. Quase todas as questões escolhidas são conceituais, consideradas difíceis, normalmente discriminando estudantes com um desvio padrão ou mais acima da média. (Barroso; Rubini; Silva, 2018, p. 22)

Percebemos então, que a dificuldade em aprender determinados conceitos físicos pode estar ligada a diversos fatores, como a falta de abstração dos conteúdos, a interpretação das situações, bem como o uso da linguagem matemática, como relatam Esmerio e Silva (2022), ao discutirem em sua pesquisa sobre dificuldades na aprendizagem de Física de alunos de um Curso de Licenciatura em Educação do Campo, da Universidade Federal do Piauí, Brasil.

“[...] verificamos que os estudantes da LEdoC possuem dificuldades para compreender alguns fenômenos físicos devido à concepção espontâneas, com destaque para a área da mecânica. Também foi relatada dificuldade quanto ao uso e interpretação da linguagem matemática. A raiz desses problemas remontam ao tipo de ensino de Física que tiveram (ou não tiveram) no período da Educação Básica, especialmente em escolas do campo.” (Esmerio; Silva; 2022, p. 138)

Silva *et al.* (2017) perceberam, em alunos do Ensino Médio de uma Escola Estadual na cidade de Palmas, Estado do Tocantins, que as dificuldades na disciplina de Física, não estava relacionada ao conhecimento dos conceitos físicos, mas à integração desses conceitos de Física com as práticas matemáticas, pois esses não foram aprendidos no Ensino Fundamental. Além disso, Silva *et al.* (2017), apontam que essas dificuldades demonstram que o ensino está defasado em diversos níveis de aprendizagem, o que pode ser ocasionado por falta de estrutura das unidades, ou por falta de práticas pedagógicas que envolvam o aluno, ou até mesmo a questão de pequena carga horária de algumas disciplinas.

Em concordância, Vidal, Cunha e Bueno (2016) discutem em seu trabalho as dificuldades dos estudantes em não compreenderem os cálculos de Matemática básica, e apresentam como objetivo detectar as dificuldades matemática, que posteriormente podem desencadear em dificuldades na compreensão de conceitos Físicos. Desse modo, fica visível a importância de aprender de modo efetivo os conceitos básicos da Matemática, como modo de auxiliar no entendimento e aplicação dos conceitos Físicos.

Sabe-se que as dificuldades e problemas que afetam o sistema de ensino geral e particularmente o ensino de Física não é recente. Sendo assim, o desafio que o sistema educacional tem pela frente é de implantar no espaço escola, atividades que envolvam a participação plena dos alunos, ou seja, que eles possam realmente por “a mão na massa” e também que os conteúdos sejam ministrados levando em consideração o cotidiano do aluno,

só assim despertaram interesses pela à ciência e conseqüentemente aprenderam e compreenderam de fato os fenômenos da Física (ARAÚJO & ABIB, 2003).

Sendo assim, o teor prático e experimental é ressaltado por ser algo que possa despertar o interesse pela Física, haja vista que os fenômenos estudados partem de observações da natureza, logo temos que muitos conceitos requerem uma maior abstração e contextualização histórica para melhor entendimento. Logo, a atividade mediada por simulações computacionais, de modo intensional, permitindo ao sujeito a apropriação dos conceitos, por meio das interações entre os pares, pode vir a contribuir para uma SDA.

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), de acordo com Moreira (2018), deveriam ser incrementadas no ensino e aprendizagem da Física, na tentativa de promover o desenvolvimento do pensamento teórico.

Acreditamos que a substituição de uma aula tradicional de Física, com quadro-negro e giz por uma aula em laboratório de Informática, pode servir como motivação para os alunos. Nas simulações interativas o aprendiz pode, através da alteração de parâmetros, verificar as possibilidades e limitações das suas hipóteses confrontando-as com o modelo físico apresentado, o que se constitui em um elemento potencialmente capaz de auxiliar na aprendizagem dos tópicos em estudo. (Gonçalves; Veit e Silveira, p. 94, 2006).

Posto isto, é preciso que o processo de ensino-aprendizagem da Física considere as finalidades educativas e intencionalidades coletivas de modo crítico, além das diversas relações sociais e históricas, tendo em vista que a Física é uma ciência que explica, exemplifica e discute os fenômenos que são decorrentes da natureza e estruturados pelo ser humano, e se fundamente na teoria histórico-cultural, pois o homem é um sujeito histórico e é influenciado pelo seu contexto cultural.

O uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente. (Araújo; Abib, 2003 p. 176).

Sendo assim, as atividades mediadas por simulações computacionais, de modo intencional para o ensino da Física, representam ferramentas pedagógicas fundamentais, quando utilizadas de modo intencional, tendo em vista que, à medida em que o processo de interação for ocorrendo, poderão potencializar a compreensão dos conceitos materializando uma SDA.

Capítulo 2: Tecnologias no ambiente escolar em um contexto pandêmico/ pós pandêmico

As tecnologias sempre estiveram presentes no percurso histórico da humanidade, desde a utilização de uma pedra para caçar até o uso dos *smartphones* para realizar uma chamada de vídeo. Desse modo, é percebida pelo senso comum como algo facilitador dos afazer diários, na medida em que auxiliam nas demandas do trabalho, nas tarefas domésticas e integra a rotina, como por exemplo, ao utilizar óculos para enxergar melhor.

Sendo assim, a tecnologia advém de um saber humano, na qual é produzida mediante técnicas que são constituídas conforme suas necessidades. Logo, parte de uma “[...] aptidão humana de produzir conforme uma arte, que implica regras de procedimentos para a produção dos artefatos ou processos artificiais” (Oliveira, 2022, p. 5). Assim, podemos entender a técnica, enquanto habilidade para um ofício, como concepção essencial para compreender a relação entre o conhecimento, a prática, bem como a produção e, “embora os humanos façam artefactos, fazem-no de acordo com um plano e para uma finalidade que é um aspecto objetivo do mundo” (Feenberg, 2015, p. 121).

A técnica, em sua expressão moderna, é voltada para a exigência humana de dominar a natureza. Nesta perspectiva, a técnica alcança o seu objetivo por meio do controle sobre o que acontece, isto no sentido de fazer acontecer o que foi projetado. Desta maneira, ela se torna o meio pelo qual se desvelam todos os campos da experiência humana. (Peixoto, 2023, p. 6).

Desse modo, para os mais antigos, a *techné* era voltada para a satisfação da necessidades dos seres humanos, obtendo diretamente da natureza, tudo que era necessário para o seu consumo. Logo, o objetivo era ser consumida imediatamente e não a produção em massa. Em contrapartida, para a modernidade a natureza (*physis*) é entendida de modo mecânico e não tecnológico, sem que possa fugir da intervenção humana, sendo controlada e utilizada, de modo que tudo é submetido à produção de meios sempre mais eficientes (Peixoto, 2023).

Embora um artefato possa ser qualquer objeto que é humanamente criado, de modo que envolva convenções sociais, constructos artísticos, a compreensão a respeito do artefato é mais abrangente, na medida em que consideramos os seus produtos não apenas como instrumentos técnicos, mas também englobando as ferramentas e os reflexos das relações sociais e de poder.

Ainda que a produção técnica possa ser atribuída aos sujeitos individualmente, na sociedade moderna ela existe como materialização tanto do aspecto natural quanto do aspecto social dos seres humanos. A produção e utilização dos artefatos é manifesta na vida social, ou seja, os modos de produção e uso dependem diretamente do tipo de sociedade em que as atividades se desenvolvem. (Oliveira, 2022, p. 7).

Para compreendermos o modo como as tecnologias são incorporadas ao ambiente escolar, é necessário que pensemos em como elas são implementadas e estabelecidas na escola. Atualmente, 887 Instituições de Ensino da Educação Básica, de 246 municípios do Estado de Goiás, possuem o laboratório móvel⁸, como observamos na figura 1.

Figura 1 - Laboratório móvel de informática



Fonte: Governo de Goiás (2021)

O laboratório móvel “conta com 01 Carrinho/Gabinete de carregamento e de 36 unidades de *Chromebooks*, sendo equipamentos de alta performance possibilitando

⁸ “O Governo do Estado de Goiás por meio da Secretaria de Educação lança no primeiro semestre de 2022 o projeto “Laboratório Móvel”, que em síntese, busca democratizar o conhecimento nas áreas de tecnologias da rede pública de ensino. Dessa forma, a implantação do Laboratório Móvel em cada unidade escolar possibilita a execução e a continuidade de projetos pedagógicos, contribuindo para a melhoria da educação. Nesse sentido, os professores podem orientar e acompanhar os estudantes, em cada estágio de aprendizagem a fim de avançar no processo de construção da aquisição do conhecimento de forma individual e coletiva nas salas de aula”. (Disponível em: https://portaleduca.educacao.go.gov.br/suporte_ti/saiba-mais-sobre-os-laboratorios-moveis/ ; Acesso em 02/04/2025).

que os alunos apliquem os seus conhecimentos e habilidades fundamentais na Era do Digital” (Portal Educa, 2025). Ferreira (2022, p. 87), apresenta as principais ações com relação à recursos tecnológicos, desenvolvidas pelo governo do Estado de Goiás:

Dentre os principais recursos tecnológicos que são sendo mencionados pelos representantes do governo do Estado de Goiás para compor o quadro de ferramentas tecnológicas nas escolas da rede estadual estão: televisores conectados à Internet em todas as salas de aula, laboratório móvel e Notebook para os professores.

Porém devemos considerar que o simples fato de ser ter uma tecnologia avançada em sala de aula, ou computadores de última geração, não é suficiente para que os estudantes tenham uma melhora em seu aprendizado. É preciso que consideremos, as potencialidade que o artefato pode implementar na realização das aulas, bem como a formação necessária para o seu manuseio. Com relação ao uso dos *Chromebooks*, para fins educacionais, sem uma compreensão de sua usabilidade, conceitos básicos de alguns programas, ele passa a ser utilizado como um buscador, o qual é preciso que se atente para as fontes de pesquisa. Considerando o laboratório móvel, temos que

Embora seja uma iniciativa válida, os recursos tecnológicos apresentados continuam sendo insuficientes. Isto porque este laboratório móvel só e capaz de atender uma sala por vez. Ou seja, numa escola com mais de uma turma, por exemplo, terá que ter rodízio para uso dos equipamentos. Se a sala tiver mais de 36 alunos por turma, o que é quase uma regra nas escolas públicas, alunos terão que compartilhar o *Chromebook*. (Ferreira, 2022, p. 88).

Desse modo, percebemos que o modo como as diversas tecnologias são incorporadas em sala de aula, refletem no significado que a ela são atribuídos, como por exemplo, na disponibilização dos laboratórios móveis, podemos considerar que a tecnologia foi incorporada com a intenção de ter um vies instrumentalista, no qual o artefato, dispositivos tecnológicos, são percebidos como um suporte instrumental para concretizar valores e desejos, sendo parte do poder (Sousa, 2022). Porém, caso o indivíduo não saiba manusear o artefato, não tenha adquirido os conhecimentos necessários, ou seja, caso a tecnologia não seja humanamente controlada, mas seja autônoma e neutra, a visão passa a ser de um determinismo tecnológico.

A visão da tecnologia como facilitadora do trabalho didático-pedagógico se fundamenta, então, em uma concepção instrumental que, ao dicotomizar meios e fins, tem alimentado uma certa ilusão quanto ao seu potencial pedagógico. Quando se fala em meios, faz-se referência a um efeito que se pretende causar: meios utilizados para

atingir determinados fins. Um meio ou instrumento é indiferente aos fins para os quais é utilizado e, neste sentido, é neutro. Ao afirmar a neutralidade da técnica, esta visão à esvazia de uma essência ou de qualquer autonomia.

A tecnologia não pode ser concebida na educação como neutra ou com um fim em si, mas como uma possibilidade para melhorar o processo de ensino e de aprendizagem. Nesse sentido, é sob perspectivas de risco mercadológico de expansão que ameaça a dimensão crítica e como possibilidade de abertura de novos horizontes formativos, que as tecnologias precisam ser desafiadas, reexaminadas, ressignificadas e exploradas nos espaços da educação. (Habowski, Conte, 2018, p. 11).

Para tanto, discutiremos a respeito das teorias modernas da tecnologia, conforme apresentado na figura 2, que são perspectivas abordadas por Feenberg (2010, 2015), que tratam da tecnologia enquanto neutra e carregada de valores, e no eixo (A), a considera como autônoma, e no eixo (B) humanamente controlada.

Figura 2 – Teorias modernas da tecnologia

QUATRO PERSPECTIVAS		
A TECNOLOGIA É		
	eixo (A) AUTÔNOMA	eixo (B) HUMANAMENTE CONTROLADA
Neutra	(1) Determinismo por exemplo: a teoria da modernização	(2) Instrumentalismo fé liberal no progresso
Carregada de Valores meios formam um modo de vida que inclui fins	(3) Substantivismo meios e fins ligados em sistemas	(4) Teoria Crítica escolha de sistemas de meios-fins alternativos

Fonte: Feenberg (2010, p. 57).

Na concepção instrumentalista, as tecnologias são consideradas como neutras e humanamente controladas, ou seja, ela é uma ferramenta que auxilia na realização

de necessidades. Desse modo, o ser humano tem controle dos objetivos dessas tecnologias e as utiliza para satisfazer as suas necessidades, sendo simplesmente uma ferramenta ou instrumento (Feenberg, 2010).

Com relação à visão determinista, as tecnologias são percebidas como neutras e autônomas. Nessa perspectiva, é a tecnologia que controla os seres humanos, simplesmente refletindo ou atendendo às suas necessidades e desejos, proporcionando um avanço do conhecimento, independentemente da sociedade, moldando-a e interferindo na estrutura social. De acordo com Feenberg (2010, p.59), os deterministas “acreditam que a tecnologia não é controlada humanamente, mas que, pelo contrário, controla os seres humanos, isto é, molda a sociedade às exigências de eficiência e progresso”.

Dando continuidade às percepções de tecnologia, temos o substantivismo, ao qual atribui que a tecnologia é carregada de valores e autônoma. Nessa vertente, considera-se que os meios e fins são determinados pelo sistema, logo, a tecnologia não é instrumental; ela incorpora valor substantivo e não pode ser utilizada com diferentes propósitos, sejam eles sociais e/ou individuais (Sousa, 2022).

O termo “substantivismo” foi escolhido para descrever uma situação que atribui valores substantivos à tecnologia, por contraste com visões como o instrumentalismo e o determinismo, que vêem a tecnologia como neutra por si mesma. Aqui o contraste é na realidade entre dois tipos de valores. A tese da neutralidade atribui um valor à tecnologia, mas é um valor meramente formal, a eficiência, pode servir qualquer número de concepções diferentes da vida. Um valor substantivo, pelo contrário, envolve um compromisso com uma concepção específica da vida. Se a tecnologia incorpora um valor substantivo, então não é meramente instrumental e não pode ser usada para os diferentes propósitos dos indivíduos e das sociedades com ideias diferentes do bem. (Feenberg, 2015, p. 127-128).

Na teoria substantivista, as tecnologias incorporam valores que são específicos e que moldam o meio social, podendo ser independentes e, às vezes, adversos aos interesses humanos. A crítica realizada por Feenberg a essa perspectiva, se estende ao fato da impossibilidade de intervenção democrática no desenvolvimento tecnológico, visto que a tecnologia é um reflexo de valores e relações sociais, logo, é preciso pensarmos na possibilidade de um desenvolvimento tecnológico mais democrático, tornando-a um instrumento de emancipação, sendo utilizada para um bem comum.

Para tanto, Feenberg apresenta a teoria crítica da tecnologia, vertente à qual se posiciona, e neste trabalho, nós também compactuamos com suas ideias. Ele

argumenta que a tecnologia não é neutra, porém é um produto social carregado de valores, sendo campo de disputa de determinados grupos e está presente em relações de poder. Desse modo, a tecnologia não é apenas um instrumento, mas é considerada como fator importante que molda as relações sociais. Assim, diferentemente da visão instrumentalista, é preciso entender a tecnologia como campo de interesse entre diferentes grupos.

A teoria crítica reconhece as consequências catastróficas do desenvolvimento tecnológico, que foram assinaladas pelo substantivismo, mas ainda vê uma promessa de maior liberdade na tecnologia. O problema não é com a tecnologia como tal, mas sim com o nosso falhanço em imaginar instituições apropriadas para exercer um controle humano sobre a tecnologia. Conseguiremos domar a tecnologia submetendo-a a um processo mais democrático de projeto e desenvolvimento. (Feenberg, 2015, p. 130-131)

Assim, a teoria crítica da tecnologia compreende os valores presentes na tecnologia como específicos de cada meio social, diferentemente do substantivismo que entende que os valores são exclusivos da tecnologia. Desse modo, a teoria crítica da tecnologia entende que é preciso estender a democracia à tecnologia, assim como ocorreu com a economia, em que se acreditava que não era possível ser controlada democraticamente; porém, atualmente é concebível que podemos influenciar no desenvolvimento econômico, por meio de instituições democráticas (Feenberg, 2015).

Para elucidar, podemos utilizar o exemplo que Feenberg apresenta, a respeito da arma de fogo. No caso, os adeptos ao instrumentalismo afirmam que as “armas não matam as pessoas, as pessoas é que matam as pessoas”. Na medida em que é oferecido a possibilidade de armar a população, é alterado todo o contexto social, que se diferencia de uma sociedade que não usa armas. Assim, havendo a possibilidade de escolha em qual mundo viver e se a posse de armas é legal ou não, abre-se a oportunidade de discussão e tomadas de decisões. Destarte, é o que a teoria crítica da tecnologia aborda, de modo que haja alternativas para controles mais democráticos e melhores escolhas para a sociedade.

Tratando-se de concepções sobre tecnologia e educação, Sampaio Júnior (2022) apresenta em seu trabalho uma análise de seis teses defendidas em universidades estaduais paulistas entre 2015 e 2018, de modo que, relata que a crítica epistemológica da tecnologia pouco aparece nas pesquisas, porém, a maioria dos trabalhos argumenta que a inserção é necessária e urgente, além de que, a maioria dos trabalhos se mostrou entusiasta com relação à ideia de automação e a maior parte dos trabalhos defendem que novas tecnologias permitem um ambiente mais

democrático. Assim, discute como a tecnologia é muitas vezes encarada como um processo necessário escurecendo as consciências, impedindo os indivíduos de compreender a dominação e o controle desempenhados pelos objetos técnicos.

O ambiente escolar e, especificamente em nosso estudo, as escolas de ensino fundamental e médio têm se tornado gradualmente ambientes cada vez mais tecnificados, sendo digno de nota que os professores e os alunos têm utilizado as novas tecnologias digitais numa escala crescente tanto dentro dos muros escolares quanto em suas vidas cotidianas, o que nos faz entrever certa inexorabilidade na integração entre processos educacionais e processos tecnológicos típicos da sociedade capitalista. Todavia, essa constatação não nos exime da crítica àquilo que pode ser considerado um uso exagerado dos elementos tecnológicos ou, em alguns casos, dos usos desnecessários ou fetichizados desses elementos, os quais não promovem um avanço real nas relações de ensino e aprendizagem, muito pelo contrário, podem ser prejudiciais ao desenvolvimento global das relações humanas, haja vista que os aparatos e aplicativos possuem um roteiro prescrito e muito bem delimitado por seus programadores, exigindo respostas prontas e pouco criativas de seus usuários. (Sampaio Júnior, 2022, p. 804).

Percebemos então que, o modo como a tecnologia é apropriada pode gerar prejuízo para as relações humanas, na medida em que não há um avanço no desenvolvimento do ensino e aprendizagem, quando aplicativos e programações exigem pouca criatividade e pensamento crítico dos usuários, tornando a usabilidade de elementos tecnológicos, exagerada ou até mesmo desnecessárias.

Heidegger argumenta que o mundo da vida está completamente sobrecarregado de tecnologia. A prática criativa já não é mais possível. Tudo se converteu em objeto da técnica que, num contexto moderno, significa uma matéria prima ou um componente num sistema técnico que “desafia” a natureza para fornecer os seus poderes para fins humanos. Os seres humanos também estão incorporados no sistema e já não se reconhecem como o sítio [locus] de reconhecimento do significado. Heidegger não vê uma saída para esta situação. Apela sem esperança por uma “relação livre” com a tecnologia, mas isso não é um programa de reforma. Parece não significar mais do que viver com a tecnologia existente, mas num espírito diferente, presumivelmente mais filosófico. (Feenberg, 2015, p. 14-15)

Com relação ao trabalho pedagógico com tecnologias digitais no período da pandemia da COVID-19, Lopes e Coimbra (2022) apresentam uma pesquisa documental com a educação básica de Goiás, em que apresentam que a internet desponta como tecnologia mais utilizada para as tarefas escolares, os projetos políticos-pedagógicos (PPPs) datados de 2020 não tratavam das aulas não presenciais e pouco se referiam às tecnologias digitais e os planos de estudo organizados para o REANP dispunham de atividades presenciais e videoaulas, como material de apoio. Foi apontado que, dos conhecimentos necessários para a docência

com tecnologias digitais predomina o tecnológico, que isolado é insuficiente para afirmar que o professor estaria preparado para ensinar com tecnologias, após a pandemia. Além disso, os autores expõem que, entre as dificuldades relacionadas à educação remota, destacam-se desde a produção de videoaulas até o uso pedagógico de tecnologias, como, por exemplo, o *WhatsApp*, abarcando a ampliação da jornada de trabalho diário, a separação entre o trabalho e a vida pessoal e as condições de estudo dos estudantes.

Prosseguindo, de acordo com os autores, há uma percepção de que, durante o período pandêmico, os ambientes virtuais foram pouco explorados, explicitando as dificuldades relacionadas ao acesso e ao uso dos meios digitais, o que esbarra no fato de que é preciso um preparo pedagógico para ampliar a compreensão relacionados aos conhecimentos educacionais intermediados e associados com as tecnologias digitais. Tal proposição não foi apresentada para os docentes durante esse período, sendo necessário que as escolas se organizassem, viabilizando a melhor forma de manter o vínculo com os estudantes, para que a defasagem conceitual fosse a menor possível.

As aulas não presenciais – denominadas remotas – com uso de tecnologias foram adotadas de forma improvisada, sem, pelo menos, o aparelhamento técnico prévio de estudantes e professores, o que põe em evidência desigualdades sociais preexistentes e acentua a expropriação do trabalhador. (Peixoto, 2021, p. 42).

Na pesquisa desenvolvida por Lopes e Coimbra (2022), também são apresentadas as práticas com tecnologias previstas nos PPPs analisados, nas quais é possível observar o uso de aplicativos de videoconferência para reuniões, redes sociais, *WhatsApp*, *e-mail* e telefone, prevalecendo para as orientações, além de videoaulas gravadas pelo professor, videoaulas prontas (YouTube), Seduc em Ação, entre outros, para a realização das aulas. Já para as avaliações, temos o *Google Classroom*, GR8, *Google Forms* e *WhatsApp* e para as tarefas, foram apontados o *WhatsApp*, o Portal NetEscola e material impresso.

Percebemos que houve predominância de uso de plataformas de grandes empresas internacionais (Big Techs⁹), como é o caso do *Google* e do *YouTube*, que

⁹ “*Big Techs*, monopólios de tecnologia que utilizam dados provenientes das tecnologias de comunicação digitais como matéria prima de sua estratégia de negócios. Dentre esses novos atores, o grupo GAFAM, formado pelas empresas Google (Alphabet), Amazon, Facebook (Meta), Apple e Microsoft, representa um dos conglomerados econômicos mais poderosos do mundo, valendo mais de sete trilhões de dólares” (Hauser, Michelotti, 2023, p.44).

compõem a *Alphabet* e o *WhatsApp* que faz parte da *Meta*. O que demonstra uma certa centralidade no uso dos programas, apresentando o domínio e a manipulação exercida por empresas que controlam o cenário tecnológico, determinando o que é necessário e deve ser utilizado nos diferentes contextos, não excetuando o educacional.

Desse modo, a prevalência desses monopólios tecnológicos, influenciam não apenas o cenário econômico, mas também as relações políticas e o comportamento humano, haja vista que os mesmos possuem acesso a um grande quantitativo de dados de usuários, interferindo diretamente nas relações sociais e digitais.

Assim, tanto a IA quanto as Big Techs tornam-se atores importantes para o sistema neoliberal e novo processo de acumulação. Nesse sentido, surgem uma série de discursos sociais de legitimação e, mais que isso, nota-se a presença desses atores por meio de suas imagens e produtos transpassam o imaginário e a subjetividade dos indivíduos neoliberais. (Hause, Michelotti, 2023, p. 44).

Considerando que o sistema neoliberal defende a livre concorrência, a mínima intervenção do estado e prioriza a iniciativa privada, as *Big Techs* passam a ter um papel fundamental, na medida em que dominam o cenário tecnológico, oferecendo plataformas que são difundidas e utilizadas em larga escala, mas que, em contrapartida, possuem controle com relação aos dados das massas e determinam como as relações podem ser estabelecidas, ditando regras, tendências e hábitos no âmbito digital, que conseqüentemente se estendem para as vivências pessoais.

No caso das plataformas digitais, também elas ligadas em rede, trata-se não apenas de instrumentos de trabalho, mas também de ferramentas ou dispositivos utilizados para uma variedade de funções [...] Ao contrário do que se possa pensar, as plataformas digitais não são dispositivos ou instrumentos neutros que apenas servem como facilitadores ou mediadores. Entre outras razões, a suposta neutralidade das plataformas começou a ser posta em causa quando se percebeu o seu poder de reconfigurar as ações e relações dos diversos usuários (Afonso, 2021, p. 5).

Dando continuidade, Lopes e Coimbra (2022, p.1261) apontam que “nenhuma menção a um possível suporte técnico e pedagógico para o professor no REANP foi encontrada”, e apenas um PPP esclareceu a respeito do acesso à Internet, que foi fundamental para as aulas remotas, e excetuando-se a plataforma GR8, “coube aos professores assumir os riscos de adotar tecnologias de uso pessoal e gratuito, incluindo a Internet”.

Observamos então, que nesse período, as orientações para os profissionais da

educação referentes à realização das aulas remotas, foram escassas, deixando os profissionais à mercê de suas próprias decisões. Sendo assim, “mesmo após seis semanas de isolamento social, 83% dos professores brasileiros, em média, ainda se sentiam nada ou pouco preparados para o ensino remoto, que se tornou rotina em diferentes pontos do Brasil” (Peixoto; Marcon, 2022, p. 5). Não havendo formação concisa para o momento nem um suporte estrutural necessário, até mesmo para os estudantes, principalmente no que tange ao acesso à internet.

No que concerne ao suporte tecnológico, as instituições, de uma forma geral, estavam montando plataformas gratuitas em sistemas pagos. Esses sistemas foram desenvolvidos por empresas que cediam serviços gratuitos, acessando rotinas pedagógicas, conteúdos produzidos por professores e seus dados pessoais. (Peixoto; Marcon, 2022, p. 7).

Houve uma atualização nos métodos de controle e vigilância aplicados à atividade dos professores. Um exemplo notável dessa mudança foi o aumento da exigência da gestão escolar para que os docentes apresentassem relatórios detalhados que comprovassem a realização das aulas remotas, funcionando como uma prestação de contas intensa (Peixoto; Marcon, 2022).

[...] o fenômeno da plataformização, com adoção de plataformas digitais operadas por corporações do setor privado que atuam no campo educacional, corresponde a uma nova forma de privatização da própria gestão educacional, enquanto movimento que amplia as estratégias de inserção de princípios gerencialistas em convergência com os interesses do setor produtivo. (Barbosa; Alves, 2022, p. 12).

Entre suas conclusões, Ferreira (2022), apresenta que a falta de conhecimento e a disponibilidade de recursos tecnológicos para todos os alunos e professores é um fator que gera exclusão social e digital, além da baixa qualidade de acesso à internet nas escolas, bem como fora dela, que não permite o entretenimento nem possibilita a realização dos estudos. Logo, percebemos a problemática deixada pelo período pandêmico, que vai desde o déficit de aprendizagem dos estudantes em conceitos básicos, além de outros fatores com relação a socialização, concentração, interesse, além do que concerne à evasão escolar¹⁰.

¹⁰ Um levantamento realizado pela ONG Todos Pela Educação apresenta que a evasão escolar de crianças e adolescentes até o segundo trimestre de 2021 atingiu 171% de aumento em relação a 2019, o que representa cerca de 244 mil alunos fora da escola nesse período. Os dados são da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) que abrange os efeitos da pandemia. (Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2021/12/02/evasao-escolar-de-criancas-e-adolescente-aumenta171percent-na-pandemia-diz-estudo.ghtml>. Acesso em: 30 mar. 2025).

A Pandemia deixou um rastro de problemáticas que perpassam desde o déficit de aprendizagem de conteúdos básicos até o aumento da evasão escolar. A aprendizagem via plataformas evidenciou e reforçou as desigualdades sociais e educacionais. Especialistas apontam que pode levar muito tempo para que os déficits de aprendizagem gerados durante o isolamento social possam ser minimizados. (Ferreira, 2022, p.91).

Percebemos que a pandemia evidenciou ainda mais as desigualdades sociais, deixando à margem quem não tinha no mínimo um *smartphone* e acesso à internet de qualidade, ou, quando tinham, as famílias eram compostas por muitos estudantes que dividiam o aparelho, de modo que a realização das tarefas propostas era ainda mais difícil.

Os problemas permaneciam e acentuavam-se diante do distanciamento social. Como exemplo, havia as desigualdades de acesso aos equipamentos de informática, de acesso à internet, além do fato de muitas famílias não dominarem os códigos e as linguagens praticadas nas escolas para poderem acompanhar os seus filhos nos afazeres educacionais. (Peixoto; Marcon, 2022, p. 10).

A continuidade do ensino através do regime emergencial implementado expôs, de forma clara e preocupante as profundas desigualdades que permeiam a educação, e contra as quais é imperativo lutar. Com o agravamento da crise econômica, a adoção do ensino remoto (não presencial) revelou-se uma medida elitista, já que apenas os estudantes de melhores condições financeiras tinham a capacidade de acompanhar as aulas com consistência e acessar integralmente o conteúdo (Peixoto; Marcon, 2022).

Dessa forma, ao utilizar esse formato de continuidade, endossamos e aprofundamos as disparidades existentes, impondo uma carga de trabalho excessiva e abusiva tanto aos jovens estudantes e seus familiares quanto aos professores. Estes últimos viram-se obrigados a trabalhar em frente a computadores, sujeitos à lógica produtivista e técnica materializada na exigência de produzir materiais (impressos, digitais ou audiovisuais), além de terem que aplicar aos alunos esquemas de controle e avaliação que também lhes eram impostos (Peixoto; Marcon, 2022).

Demonstra-se, assim, que a defasagem de conteúdo para estudantes nessa situação, tende a ser ainda maior, dada a toda a problemática discutida. Lopes e Coimbra (2022) relatam que os resultados de sua pesquisa também conferem centralidade para a internet, com relação ao acesso tanto dos estudantes, quanto dos professores e reforçam o pressuposto de que a educação com tecnologias digitais só

é possível com acesso para todos.

Vale dizer que, mesmo dentre os professores que possuíam um computador, naquele momento, o equipamento poderia ser de uso compartilhado com familiares em regime de trabalho ou de estudo domiciliar. Da mesma maneira, professores tiveram de investir na melhoria de seu pacote de dados de acesso à internet. Mas há aqueles que não puderam arcar com as despesas para adquirirem equipamentos adequados ou serviço de internet “suficiente”. (Peixoto; Marcon, 2022, p. 4).

Portanto, concebemos que é necessário um maior suporte estrutural e tecnológico, o qual envolva políticas públicas efetivas, que não sejam atreladas a plataformizações, com o objetivo de mercantilizar a educação e prover um capitalismo de vigilância. Sendo oportuna a realização de formações críticas voltada para o uso de tecnologias, as quais são fundamentais para um domínio crítico do recurso. Para que então, a tecnologia não modifique o meio, mas atenda as demandas que por ele são postas, sendo um elemento compositivo da metodologia a ser utilizada em sala de aula, pensando em modos mais democráticas de integrá-la.

Assim, é preciso que a percepção em a relação a implementação de projetos tecnológicos voltados para o ambiente escolar, não esteja atrelada ao tecnocentrismo, mas que possibilite relações mais coesas, de modo que a tecnologia satisfaça as necessidades que o meio social estabelece.

2.1 Simulações computacionais

Como relatado anteriormente, as motivações para a utilização de simulações computacionais como recurso pedagógico no presente trabalho, partiram de questões pessoais, com relação à prática pedagógica do pesquisador. Logo, o entendimento que temos a respeito da utilização desse recurso, assim como qualquer outra tecnologia, é que o simples fato de o inserir no ambiente escolar não é fator conclusivo de que todas as dificuldades com relação ao ensino e a aprendizagem serão sanadas, e nem que ela conseguirá por si só suprir todas as necessidades que foram impostas a um docente em sala de aula. Então, percebemos que os recursos tecnológicos devem ser utilizados de modo a integrar o ensino, com as intervenções necessárias e se possível com a participação do usuário no processo de implementação, envolvendo a participação ativa dos grupos sociais, no que concerne os rumos tecnológicos, para

que seja possível decisões mais inclusivas e que estejam ao encontro do interesse de todos.

As simulações computacionais possibilitam a observação de fenômenos naturais, contextualizando as experimentações, permitindo a interação entre os pares e instigando a resolução de situações-problemas. Desse modo, os estudantes podem atuar enquanto sujeitos ativos em seu processo de aprendizagem, na medida em que são confrontados com problemáticas, surgindo assimilações para a compreensão dos conhecimentos científicos. Oliveira (2022, p. 50) contextualiza a concepção de simulação:

Para o contexto de ensino, podemos adicionar que, além da modelização, a interação com uma simulação é caracterizada como o momento em que o indivíduo é colocado para confrontar uma situação problemática, baseada na realidade, que implica a participação ativa do sujeito no desenvolvimento, problematização, tomada de decisão e resolução.

No ensino de Física, e em outras áreas educacionais, as simulações computacionais, comumente, são utilizadas como um modo de exemplificar os conceitos, demonstrar os fenômenos, explorando os efeitos visuais, mas com um caráter extremamente instrumental (Oliveira, 2022). Assim, as simulações podem ser entendidas como uma técnica que visa à reprodução, podendo ser controlada, seja com aspectos da realidade, com objetivo de estudos ou análise. Elas podem ser classificadas de diferentes formas, dependendo do propósito para o qual ela é utilizada, seja ao integrar computadores, fazer parte de maquetes e outros modelos. Logo, com o advento do computador, a definição de simulação também passou a ser entendida como um modo de representar um sistema que utiliza fórmulas matemáticas e algoritmos.

O termo simulação tem sido usado de diversas maneiras. Às vezes, tem sido reservado para a modelagem de sistemas que podem ser representados por fórmulas matemáticas ou algoritmos, mas vários outros tipos de simulações instrucionais estão em uso atualmente. (Lunetta; Hofstein, 1981, p. 243, tradução nossa).

Para a área da Medicina, a simulação é uma técnica de ensino que tem fundamentos em princípios do ensino baseado em tarefas (EBT), utilizando a reprodução total ou parcial das tarefas em modelos artificiais, que é determinado como simulador (Filho; Scarpelini, 2007).

A simulação se utiliza do EBT, mas enquanto este pode ser utilizado para qualquer tipo de ensino, a simulação geralmente é reservada para situações nas quais se necessita a obtenção de habilidades psicomotoras ou decisões rápidas, particularmente comuns em situações de urgência. Nos modelos em que se utiliza a simulação, geralmente o foco do ensino é concentrado na habilidade técnica, com repetição exaustiva do processo. (Filho, Scarpelini, 2007, p. 163).

Entretanto, na área das Ciências da Natureza, especificamente da Física, que lida com vários conceitos que precisam de uma grande abstração, como, por exemplo, partículas subatômicas, corpos em altas velocidades, os professores sempre utilizaram recursos para melhor exemplificação, como imagens, seja em livros ou *slides*, além de vídeos e *gifs*, complementando a linguagem verbal, escrita e a Matemática. Além disso, também utilizam a realização de experimentações, que é uma prática pedagógica de extrema importância, que relaciona teoria e prática, buscando, além da observação do fenômeno, o desenvolvimento de habilidades investigativas.

É imprescindível dizer que a utilização de experimentos no ensino de Física proporciona inúmeras contribuições tanto na participação dos estudantes durante as aulas quanto na compreensão dos conteúdos e em sua aplicação no cotidiano. Isso ocorre porque os experimentos permitem visualizar a relação entre teoria e prática, aproximando a Ciência da realidade tanto do professor quanto dos estudantes. Além disso, os experimentos possibilitam uma reflexão sobre os aspectos que envolvem o processo de aprendizagem e a prática de ensino. (Ferreira, 2023, p. 11).

Desse modo, a simulação computacional também faz parte desses recursos a serem utilizados na tentativa de abstrair os conceitos físicos, possibilitando uma melhor visualização do fenômeno estudado, além de permitir modificar as variáveis, realizando diversas tentativas e criando determinadas situações.

De modo geral, as simulações podem ser classificadas de acordo com certas características. Algumas envolvem maquetes, outros computadores e modelos. Elas podem servir a diferentes propósitos, de jogos à atividades em laboratório. Cientistas podem utilizar uma simulação para explorar efeitos de teorias que não podem ser exploradas no mundo real. (Oliveira, 2022, p. 49).

O uso de simulações computacionais no ensino de Física apresenta-se como uma ferramenta pedagógica importante, auxiliando no desenvolvimento da aprendizagem dos conceitos, porém é necessário que a organização do ensino seja pensada e elaborada com uma intencionalidade, para não ficar simplesmente no uso da simulação de modo instrucional, sem objetivos específicos estabelecidos. Complementando as afirmações supracitadas, Araújo *et al.* (2025, p. 2804) constatam que “embora as simulações apresentem inúmeras vantagens, sua efetividade está

diretamente relacionada ao modo como são inseridas no contexto educacional, reforçando a necessidade de uma mediação docente qualificada”.

Para tanto, é importante pensarmos na percepção que os professores têm com relação ao uso de tecnologias. Malaquias, Oliveira e Peixoto (2019) realizaram um estudo em que entrevistaram 76 professores da rede pública estadual de educação em Goiás, com o intuito de analisar as suas percepções com relação ao papel das tecnologias na educação, e apontam que os docentes utilizam os objetos tecnológicos com uma perspectiva tecnocêntrica, de modo que não há o alcance da práxis no sentido de atividade humana transformadora. Além disso, o estudo evidencia uma necessidade de análise minuciosa das políticas educacionais com enfoque no uso de tecnologias, como modo de superar a racionalidade instrumental. Os autores também apresentam que muitos dos entrevistados mostram uma visão crítica quanto à implementação de políticas públicas para o uso de tecnologias, mas de forma descontextualizada, e constatam que

É recorrente na fala dos entrevistados a crença de que uso de tecnologias digitais na educação está associado a uma pedagogia inovadora, permitindo entender que a tecnologia determina a orientação pedagógica do trabalho realizado pelo professor. No entanto, o professor, primeiramente, deve ter claro os objetivos a serem alcançados com os conteúdos abordados para depois escolherem o instrumento de mediação. (Malaquias, Oliveira e Peixoto, 2019, p. 130).

Desse modo, é necessário um olhar mais crítico quanto ao uso de tecnologias, deixando essa percepção de que ela determina e orienta o trabalho pedagógico e que sua usabilidade promove uma ação inovadora em sala de aula. É preciso entender as finalidades para as quais os recursos tecnológicos são utilizados, superando assim a visão instrumental que é estabelecida com os projetos tecnológicos que são implementados. No entanto, é preciso que sejam oferecidas condições para que os professores se apropriem de conhecimentos necessários para lidar com os recursos tecnológicos. Nesse sentido, Malaquias, Oliveira e Peixoto (2019, p. 131) ressaltam em sua pesquisa, a respeito da percepção dos entrevistados, que

Ao mesmo tempo que percebem as tecnologias como uma necessidade, um facilitador do trabalho docente capaz de motivar os alunos e despertar maior interesse em relação ao conteúdo estudado, os professores entrevistados se sentem intimidados por este objeto, do qual não pôde se apropriar de maneira crítica, em razão de uma formação inicial e continuada superficial, de caráter técnico e com poucas reflexões sobre o uso pedagógico das tecnologias.

Recentemente, é crescente o número de trabalhos que discutem a utilização de simulações computacionais no ensino de Física: Macêdo, Dickman e Andrade (2012); Heidemann, Araujo e Veit (2016); Moro, Neide e Rehfeltdt (2016); Oliveira (2022); Medeiros Jr., Naia e Lopes (2024); Jaime e Leonel (2024); Araújo *et al.* (2025). No trabalho de Araújo *et al.* (2025), é analisado o impacto das simulações computacionais no ensino de Ciências, dando ênfase às simulações PhET, nas quais os pesquisadores avaliam sua eficácia na aprendizagem e na motivação dos estudantes. Assim, os autores apresentam que os resultados demonstram que as simulações computacionais facilitaram a assimilação dos conteúdos científicos, de modo a proporcionar experiências interativas que tornaram os conceitos mais acessíveis para os estudantes. Entretanto, Araújo *et al.* (2025) apresentam como desafios a necessidade de formação docente para o uso adequado das simulações e a limitação que algumas simulações possuem com relação a uma representação concisa dos fenômenos físicos.

Seguindo uma linha próxima ao trabalho de Araújo *et al.* (2025), a pesquisa de Medeiros Jr., Naia e Lopes (2024) também analisa o impacto das simulações Phet no aprendizado de Física. Os autores realizam uma meta-análise¹¹ de produções científicas relativas ao uso das simulações interativas do PhET no ensino de Física, apresentando como resultado que a eficácia das simulações PhET foi devidamente comprovada, demonstrando superioridade, ou minimamente equivalência, ao serem comparadas com laboratórios convencionais e métodos tradicionais.

As potencialidades e desafios com relação ao uso de simulações computacionais no ensino de Física também são apresentados no trabalho de Jaime e Leonel (2024). Os autores apresentam um panorama de publicações nessa área de conhecimento e destacam que as simulações ampliam o poder de observação e compreensão dos fenômenos que estão sendo trabalhados, de modo a apresentar o conteúdo de forma mais interessante, tornando o estudante um agente ativo no processo de ensino e aprendizagem. Entre os desafios, os autores relatam a dificuldade do processo de modelagem do fenômeno, a falta de pesquisa na área e a dificuldade do educador em conseguir mostrar as limitações que o modelo apresenta,

¹¹ Meta-análise ou metanálise é o método estatístico utilizado na revisão sistemática para integrar os resultados dos estudos incluídos e aumentar o poder estatístico da pesquisa primária. (Roever et al., 2019).

além da importância de a escola estar equipada com computadores e internet de qualidade, e a formação do educador para trabalhar com o software da simulação.

Cabe destacar que o objetivo das análises, em momento algum, é culpabilizar o professor com relação a uma formação específica, haja vista a sua extensa carga horária de trabalho, com diversas demandas com relação ao planejamento, elaboração de provas e trabalhos, correção de tarefas, entre outras demandas. O objetivo é refletir a respeito das exigências estabelecidas pelo Estado, mas que ocorrem com pouco respaldo no que tange a uma organização mais específica de formação, o que não significa sobrecarregar ainda mais o professor.

As possibilidades de uso dos computadores como ferramenta pedagógica vêm sendo discutidas cada vez com maior frequência. Dentre essas possibilidades, a simulação de experimentos de física tem sido a mais explorada. O uso de programas de simulação permite uma melhor compreensão de alguns fenômenos físicos, uma vez que inclui elementos gráficos e animações no mesmo ambiente. (Jaime, Leonel, 2024, n. p.)

Sendo assim, percebemos que é preciso que a escola seja equipada e tenha acesso à internet de qualidade, além de uma sólida formação docente e uma visão menos tecnocêntrica e instrumental dos recursos tecnológicos, para ser possível uma implementação na prática pedagógica que abarque a tecnologia de modo integral, promovendo uma aprendizagem consistente.

Da perspectiva da Teoria Crítica da Tecnologia, ainda é visível que nessa discussão os sujeitos e a sociedade ocupam uma posição marginalizada, sendo que os autores enfatizam características técnicas e o uso instrumental, deixando para segundo plano o envolvimento do contexto e valores da comunidade científica na determinação da validade dos resultados obtidos através de simuladores. (Oliveira, 2022, p. 55).

Portanto, compreendemos o uso das simulações computacionais como uma ferramenta pedagógica importante para o ensino da Física, não apenas como facilitadora para a visualização dos fenômenos, mas buscando atribuir valores que são importantes para uma percepção mais crítica dos conceitos.

2.2 A implementação de plataformas nas escolas goianas

A incorporação de tecnologias no âmbito das escolas goianas tem ocorrido por meio de artefatos com o objetivo de solucionar as problemáticas e defasagens da aprendizagem. É recorrente o processo de plataformização do ensino, com a

utilização do “NetEscola¹²”, “Go English¹³”, “Letrus¹⁴”, entre outros *sites*, que são de uso recorrente e insistente nas escolas. As plataformas surgem como uma tentativa de incentivo, ao mesmo tempo em que se apropriam do trabalho docente, na medida em que o artefato tecnológico é visto como essencial no processo de aprendizagem.

A inserção de tecnologias nos processos educacionais tem sido apresentada como uma demanda imperativa da sociedade contemporânea, com destaque para as tecnologias da informação e comunicação (TIC). Isso tudo é norteador por políticas que defendem a inclusão digital e uma suposta inovação tecnológica no ensino e na aprendizagem. (Peixoto; Oliveira, 2023, p. 275).

A implementação de plataformas no ambiente escolar pode implicar a rotina escolar a um processo de submissão à lógica privada e comercial, sendo fator prejudicial para a autonomia pedagógica dos professores, podendo gerar uma pressão maior e cobrança por resultados e metas. Esse processo presume soluções para determinadas situações, que não suprem as necessidades da educação pública, além de serem decididas fora do ambiente escolar, sem uma participação democrática da comunidade.

Em consonância, há de se considerar o processo de mecanização que a plataformização promove, ao tratar a educação como uma linha de montagem, em que o processo não é considerado, apenas os resultados que visam ser atingidos. Logo, é preciso questionar se essas plataformas beneficiam a aprendizagem ou são excludentes, considerando que o uso de tecnologias pode influenciar diretamente no trabalho docente.

Autores como Bortolazzo e Feijó (2024) alertam para o impacto da plataformização sobre o trabalho docente, destacando a intensificação da jornada laboral, a flexibilização das relações de trabalho e a pressão por performatividade. Nesse contexto, tem sido urgente problematizar como a inserção de plataformas pode ser regulada com base em princípios éticos e democráticos, assegurando que a educação continue a servir à emancipação e não à exploração. Será possível sem a superação da sociabilidade capitalista? (Neto; Nascimento, 2025, p. 3).

¹² “O Portal NetEscola é um portal direcionado a professores e estudantes da rede pública de educação, que disponibiliza conteúdos para pesquisas escolares, atividades educativas e outros conteúdos que auxiliarão nos estudos”. Disponível em: <https://portalnetescola.educacao.go.gov.br/>. Acesso em: 22 de out. de 2025).

¹³ “Educação lança plataforma que incentiva aprendizado da língua inglesa”. Disponível em: <https://goias.gov.br/tag/go-english/>. Acesso em: 22 de out. de 2025.

¹⁴ “Programa de desenvolvimento da leitura e redação, adotado pela rede estadual de Educação, prepara estudantes para a prova de Redação do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem)”. “A Letrus é uma EdTech que elaborou um programa de desenvolvimento de leitura e escrita utilizando tecnologia educacional, inteligência artificial e apoio pedagógico para o aperfeiçoamento da produção textual dos seus estudantes”. Disponível em: <https://goias.gov.br/educacao/estudantes-da-rede-estadual-utilizam-inteligencia-artificial-em-preparacao-para-o-enem/>. Acesso em: 22 de out. de 2025.

Assim, os processos educativos ficam à mercê de empresas privadas, demonstrando que a incorporação de plataformas não é apenas uma inserção tecnológica, mas estabelece um reordenamento das mediações pedagógicas sob a lógica do capital.

é necessário aprofundar a análise crítica sobre quais interesses e disputas estão por trás dessa mediação digital e como ela afeta o princípio da educação como direito social de todos/as. Para compreender de que forma a plataformização impacta a educação, é essencial analisar sua origem e seu papel na totalidade da sociedade capitalista, considerando diferentes perspectivas. (Neto; Nascimento, 2025, p. 3).

As plataformas digitais não se limitam a mediar etapas, elas reestruturam a pedagogia, transformando-a em métricas e itens de consumo. Isso abre espaço para que agentes do mercado privado se apresentem como soluções eficazes para problemas na organização escolar, na entrega do conteúdo e na preparação dos docentes. O resultado é que a plataformização provoca uma mudança rápida nas relações sociais e tem um efeito profundo na educação, alterando sua posição como bem público.

Com o impulso de empresas privadas, o uso das plataformas em educação tem sido exponencial nos diferentes níveis de ensino. Esse ímpeto de plataformização está também a afetar a educação pública como um bem comum e parte do domínio público [...]. Os sistemas educacionais tornaram-se espaços de recolha de dados, regidos por algoritmos invisíveis, com efeitos de longo alcance nas práticas de ensino e aprendizagem (Afonso, 2021, p. 8).

Os estudos relacionados à plataformização da educação têm emitido advertências sobre a sua convergência com as lógicas do capitalismo de vigilância. Essa semelhança reside na capacidade de direcionar comportamentos e expectativas sociais e de aprendizado, sendo tais ações sustentadas e mascaradas por um discurso fetichizado que exalta a tecnologia como inovação. (Van Dijck; Poell, 2018; Selwyn, 2017).

Tal movimento, associado a ações pragmáticas e utilitárias no quadro de uma perspectiva neotecnicista, atribui ao aparato tecnológico a melhoria dos processos educacionais, e adota de maneira irrefletida instrumentos digitais que operam pela via do controle e da padronização, sem avaliar o substrato político e ideológico. (Barbosa; Alves, 2023, p. 9).

O entendimento central é que as plataformas digitais têm o potencial de influenciar e transformar a própria estrutura de organização e gestão do trabalho pedagógico. Essa intervenção, por sua vez, afeta o acesso ao conhecimento científico e o direito à educação, podendo ir contra uma formação voltada para a emancipação. Ao fazer isso, elas obscurecem a compreensão das contradições inerentes às condições sociais objetivas e seus impactos preocupantes. Diante disso, a busca por uma educação básica de qualidade e por um sistema educacional democrático permanece como uma questão urgente. (Barbosa; Alves, 2023).

Desse modo, é necessária uma discussão aprofundada a respeito da inserção dessas plataformas na organização do ensino e os seus possíveis impactos, como alertam Neto e Nascimento (2025, p. 4): “É essencial refletir sobre seus efeitos e pensar em estratégias que valorizem o conhecimento científico frente à crescente presença dessas plataformas nos processos educacionais.”

Capítulo 3: A organização do ensino por meio da atividade orientadora de ensino

O ser humano, em todo o seu processo de desenvolvimento, se imerge em diversos contextos sociais, históricos, políticos, culturais, que compõem a sua trajetória de vida e conseqüentemente o seu processo de humanização. Nessa perspectiva, as necessidades, desde os primórdios, foram surgindo partindo da relação com a natureza, na medida em que o ser humano buscava garantir, não apenas a sua existência biológica, mas, principalmente, sua existência cultural (Rigon; Asbahr; Moretti; 2010, p. 16). De tal modo, as ações humanas, importantes para o seu desenvolvimento, contemplam o trabalho, atividade essencialmente humana que possibilita sua constituição cultural. Sendo assim, “[...] ao se apropriar da cultura e de tudo que a espécie humana desenvolveu – e que está fixado nas formas de expressão cultural da sociedade – o homem se torna humano” (Rigon; Asbahr; Moretti; 2010, p. 16).

No entanto, o trabalho se inicia com a criação de instrumentos, da necessidade de execução de operações simples até as mais complexas, partindo do uso da linguagem e do cérebro, tanto individualmente quanto no convívio em sociedade. Assim, o ser humano, ao fazer parte da natureza, vai moldando-a e dominando-a, diferentemente de outros animais que apenas conseguem modificá-la.

Resumindo: só o que podem fazer os animais é utilizar a natureza e modificá-la pelo mero fato de sua presença nela. O homem, ao contrário, modifica a natureza e a obriga a servir-lhe, domina-a. E aí está, em última análise, a diferença essencial entre o homem e os demais animais, diferença que, mais uma vez, resulta do trabalho. (Engels, 2006, p. 7).

Dessa forma, convivendo em sociedade, se apropriando da cultura historicamente construída, o ser humano vai se tornando um ser social. Assim, a transmissão da cultura humana de geração para geração é o que possibilita a efetividade histórica, de modo que “o homem é um ser social não porque ele viva ou goste de viver em grupo, mas porque, sem a sociedade, sem os outros com quem aprender a ser um ser humano, o homem não se torna humano com inteligência, personalidade e consciência” (Mello, 2004, p. 139).

Assim, o processo de apropriação da cultura humana é de suma importância para o desenvolvimento individual e social, permitindo a internalização dos produtos culturais e a transformação para os conhecimentos próprios do sujeito.

O processo de apropriação da cultura humana é resultado da atividade efetiva do homem sobre os objetos e o mundo circundante mediados pela comunicação. Logo, a criança precisa entrar em relação com os objetos do mundo por meio da relação com os outros homens, por meio da comunicação, para ter a possibilidade de se apropriar das obras humanas. (Cedro, Moraes e Rosa, 2010, p. 428).

Seguindo os preceitos de Leontiev (1978), o trabalho é caracterizado por dois elementos independentes, os instrumentos e a sociedade, na medida em que o ser humano, na incumbência de sua atividade coletiva, não se relaciona apenas com a natureza, mas também com outros sujeitos. Assim, se por um lado os demais animais, na realização de sua atividade instrumental, não desempenham um processo social e nem procedem de modo coletivo, o trabalho humano é

“em contrapartida, uma atividade originariamente social, assente na cooperação entre indivíduos que supõe uma divisão técnica, embrionária que seja, das funções do trabalho; assim, o trabalho é uma ação sobre a natureza, ligando entre si os participantes, mediatizando a sua comunicação.” (Leontiev, 1978, p. 81)

Por estar em constante movimento histórico, ser pertencente a um contexto social e estabelecer relação com o meio em que vive, o ser humano age intencionalmente buscando satisfazer as suas necessidades. Seguindo os pressupostos da Teoria Histórico-Cultural (THC), a atividade, para ser considerada como humana, precisa abarcar uma intencionalidade, ou seja, “o motivo pelo o qual o sujeito se dispõe a agir a partir de uma necessidade” (Rigon; Asbahr; Moretti; 2010, p. 23). Neste caso, a atividade, enquanto motivo propulsor para a ação do sujeito, possibilita a apropriação de conhecimentos historicamente construídos.

As atividades humanas representam o modo como o sujeito se relaciona com o meio, sendo movidas pelas necessidades e interesses, fazendo parte de um processo de desenvolvimento que abrange a cultura e o contexto histórico ao qual faz parte. De acordo com Cedro (2004, p. 17), “o conceito de atividade envolve a noção de que o homem é orientado por objetivos, agindo de forma intencional, por meio de ações planejadas”, logo a intencionalidade é fator necessário para a organização das ações do sujeito.

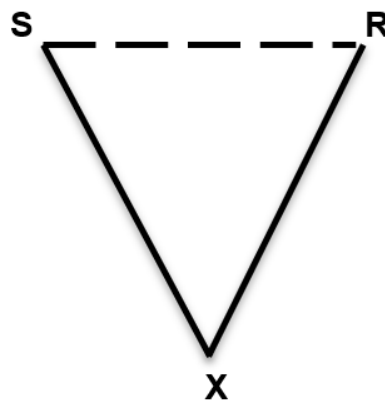
Vygotsky concebe a linguagem como principal meio de mediação, sendo o sistema de signos mais importante, pelo qual o sujeito não apenas se comunica, mas ordena os seus processos mentais. Assim, propõe que o signo direcione-se para as operações psicológicas, interferindo diretamente no comportamento, permitindo a

apropriação dos conceitos, por meio da internalização. Rigon *et al.* (2010, p. 45) afirmam que: “Nesse processo, ocorrem mudanças qualitativas e quantitativas nas funções psíquicas superiores, uma vez que a internalização não pressupõe a assimilação direta do objeto, fato ou fenômeno a ser apropriado.”

Vygotsky (1995) explica o processo de internalização, relacionado com os processos psicológicos humanos, denominados de funções psicológicas superiores, como a transformação de funções externas (interpsicológicas), aprendidas em interação com os outros, em funções internas (intrapsicológicas), que são internas do sujeito, fazendo parte de suas ações e pensamentos. Assim, Cenci e Damiani (2018, p. 923) ressaltam que “é importante a ressalva de que a internalização não é mera transposição de um plano externo para outro interno; transformações qualitativas ocorrem durante a internalização, pois a mente não é cópia ou reflexo das relações sociais”.

Desse modo, Vygotsky (1991) apresenta que, nos animais, a relação estímulo-resposta é concebida enquanto uma relação direta, diferentemente dos seres humanos, nos quais a relação é mediada. Assim, o artefato é o que media essa relação; logo, por exemplo, ao ler algum texto, utilizamos um artefato como mediador, logo lemos por meio de um papel, *e-book*, livro e, por meio da linguagem, compreendemos o que está escrito e entendemos o que é expressado.

Figura 3 – Relação mediada proposta por Vygotsky



Fonte: Vygotsky (1991, p.45)

No esquema, temos que **S** se refere ao estímulo e **R** à resposta, enquanto **X** corresponde ao artefato utilizado na mediação. Podemos compreender esse processo

analisando um exemplo, como quando o ser humano sente fome e quer comer algo em um restaurante, mas não pode simplesmente se servir, comer e sair sem pagar, pois existem regras socialmente impostas, que nos fazem refletir sobre nossas ações e são mediadas pela cultura e pela linguagem, como enfatiza Moura et al. (2010, p. 83): “é na relação do sujeito com o meio físico e social, mediada por instrumentos e signos (entre eles a linguagem), que se processa o seu desenvolvimento cognitivo.”

Leontiev, ao propor o conceito de atividade, buscou elaborar uma solução para os limites do que foi constituído por Vygotsky, algo apontado por críticos, devido ao motivo de seus trabalhos se restringirem à linguagem (Cedro, 2004). Desse modo, Leontiev coloca o trabalho como condição central nas relações sociais para existir atividade, como afirma Cedro (2004, p. 29): “Para Leontiev, a atividade individual somente existe num sistema de relações sociais, nas quais o trabalho situa-se no ponto central destas relações.”

Assim, a atividade é compreendida como um processo que, mediante a relação dos sujeitos com o meio em que vivem, possibilita a satisfação de uma necessidade específica movida por uma intencionalidade.

“A primeira condição de toda a atividade é uma necessidade. Todavia, em si, a necessidade não pode determinar a orientação concreta de uma atividade pois é apenas no objeto da atividade que ela encontra a sua determinação: deve, por assim dizer, encontrar-se nele” (Leontiev, 1978, p.115).

Logo, Leontiev enfatiza a característica social da atividade, na medida em que os sujeitos são passíveis de ações individuais, porém estão regulamentadas por artefatos, signos, toda uma organização cultural e social que advém da convivência em sociedade.

“Entende-se, desse modo, a atividade como social e desenvolvida por sujeitos concretos. Leontiev avança ao trazer a coletividade para compreender a atividade humana: ao abordar a mediação, o faz sempre em relação ao coletivo, enquanto Vygotsky se centra na mediação entre pares – sujeito mediador e aprendiz, por exemplo: mãe e filho, professor e aluno. Leontiev amplia o olhar sobre a mediação, pois, ao considerar a atividade como elemento central, inclui, na análise, as relações sociais e as regras de conduta governadas por fatores culturais, econômicos e políticos em que ela se realiza” (Cenci; Damiani; 2018, p. 935).

Para a realização da presente pesquisa, com relação à organização do ensino, buscamos suporte na Atividade Orientadora de Ensino (AOE), fundamentada nas ideias de Moura (2002), com aporte teórico em Leontiev, Vygotsky, entre outros teóricos. O conceito de Atividade Orientadora de Ensino (AOE) é proposto por Moura

(2002, p.155), a qual é definida como “aquela que se estrutura de modo a permitir que sujeitos interajam, mediados por um conteúdo, negociando significados, com o objetivo de solucionar coletivamente uma situação-problema”.

Destarte, a ação intencional do educador é de extrema importância na estruturação da atividade orientadora, propondo uma situação que seja motivo propulsor para a ação coletiva, de modo que permita aos sujeitos a interação entre si, sendo mediados por um conteúdo. Assim, a AOE propõe uma organização de ensino e aprendizagem que possui fundamentos na Teoria Histórico-Cultural (THC), sendo uma possibilidade para a realização da atividade, com base nos conhecimentos produzidos historicamente pelos sujeitos (Moura *et al.*, 2010).

A atividade de ensino que respeita os diferentes níveis dos indivíduos e que define um objetivo de formação como problema coletivo é o que chamamos de atividade orientadora de ensino. Ela orienta o conjunto de ações em sala de aula a partir de objetivos, conteúdos e estratégias de ensino negociado e definido por um projeto pedagógico. Contém também elementos que permitem à criança apropriar-se do conhecimento como um problema. E isto significa assumir o ato de aprender como significativo tanto do ponto vista psicológico quanto de sua utilidade. (Moura, 1997, p. 32).

A figura 4 apresentada abaixo é uma proposta de Moraes (2008), na qual resume as ideias centrais da AOE, apresentando a relação entre atividade de ensino, que se refere ao professor, na qual o seu objetivo é ensinar de acordo com sua organização de ensino, e atividade de aprendizagem, de modo que o sujeito é o aluno e o seu objetivo é aprender na medida em que se apropria dos conhecimentos teóricos.

Figura 4 – Relação entre atividade de ensino, atividade de aprendizagem e avaliação.



Fonte: Moraes (2008, p.116)

Assim, observamos na figura 4 a inter-relação entre diversos pontos importantes para que a AOE seja organizada de forma efetiva. Podemos observar que a atividade de ensino e a atividade de aprendizagem, com todas as suas relações, são fundamentais para o desenvolvimento da AOE, sendo intermediadas pelos conhecimentos teóricos. Outro exemplo é a relação entre os sujeitos, na qual o objetivo do professor é ensinar, enquanto o do aluno é aprender, demonstrando o papel importante que o professor assume nesse processo. Já com relação à motivação, o professor busca organizar o ensino com certa intencionalidade e o aluno tem como pretensão a apropriação dos conhecimentos teóricos. Logo, a intencionalidade se caracteriza como motivo propulsor, pois atribui caráter específico para o que se pretende realizar, não sendo simplesmente a organização de uma

tarefa, uma aula, sem objetivos específicos.

Para tanto, observamos a importância da definição dos procedimentos teórico-metodológicos, na qual a ação do estudante está situada na resolução dos problemas de aprendizagem propostos. Para isso, o professor deve pensar no processo de organização das ações utilizando recursos metodológicos que auxiliarão o ensino, de modo a facilitar a aprendizagem dos estudantes, considerando a definição de situações relevantes, relacionadas aos problemas de aprendizagem.

Logo, é necessário considerarmos as características individuais de cada sujeito que compõe o momento de atividade, pois na medida em que vai se desenvolvendo a dinâmica, os diferentes conhecimentos devem ser compartilhados por meio da interação entre os indivíduos, haja vista que cada um possui um nível de conhecimento, e quando assumidos coletivamente como um conjunto de saberes, permitem a leitura e intervenção objetiva (Moura, 1997). Desse modo, o papel do professor é fundamental ao orientar os estudantes, mediando suas relações, com o objetivo de despertar a necessidade do conceito¹⁵, para ser possível compreender qual a necessidade humana relacionada ao objeto de estudo, que se fez necessária ao longo da história.

As ações do professor na organização do ensino devem criar, no estudante, a necessidade do conceito, fazendo coincidir os motivos da atividade com o objeto de estudo. O professor, como aquele que concretiza objetivos sociais objetivados no currículo escolar, organiza o ensino: define ações, elege instrumentos e avalia o processo de ensino e aprendizagem (Moura *et al.*, 2010, p. 94).

Sendo assim, entendemos a importância do papel do professor na organização do ensino, para que, com determinada intencionalidade, medie as relações que se sucedem nos processos educativos, de modo que os estudantes entendam a necessidade de se apropriar^{16,17} dos conceitos propostos e construídos

¹⁵ Na perspectiva de Vigotski, conceito: “é o reflexo objetivo das coisas em seus aspectos essenciais e diversos; forma-se como resultado da elaboração racional das representações, como resultado de ter descoberto os nexos e as relações desse objeto com os outros, incluindo em si, portanto, um amplo processo de pensamento e conhecimento que, dir-se-ia, está concentrado nele”. (Vigotski, 1996, p. 81).

¹⁶ “Consideramos que o conceito de apropriação seja essencial e diferenciador da Perspectiva Histórico-Cultural de outras abordagens psicológicas. [...] Para entendê-lo, no entanto, é necessário evidenciar como compreendemos, com base nessa perspectiva teórica, a questão do biológico e cultural no desenvolvimento infantil e o processo que torna possível a Constituição no plano individual das funções psíquicas que são formadas no plano social (Gontijo, 2013, p. 46)”.

¹⁷ Assim, são duas as condições para que as apropriações tornem-se possíveis: as propriedades biológicas herdadas e a comunicação com outras pessoas que ocorre por meio da linguagem. (Gontijo, 2013, p. 57).

historicamente, com o intuito de que o estudante entre em atividade, buscando soluções de modo coletivo para as situações-problemas que forem propostas.

Ao pensarmos no sujeito em atividade, estamos nos referindo ao conceito sistematizado por Leontiev, no qual o sujeito tem condições de desenvolver sua consciência e personalidade, na medida em que seus objetivos coincidem com o objeto ao qual se refere.

O termo 'atividade' é utilizado para definir a unidade de análise do processo mental revelada quando os motivos do sujeito coincidem com o objeto para o qual ele se dirige, a fim de satisfazer uma necessidade. Entende-se que, neste processo mental, sujeitos em atividade realizam ações e operações com a motivação de atingir um objetivo que supra uma necessidade individual ou coletiva. (Oliveira; Panossian; 2020, p.23).

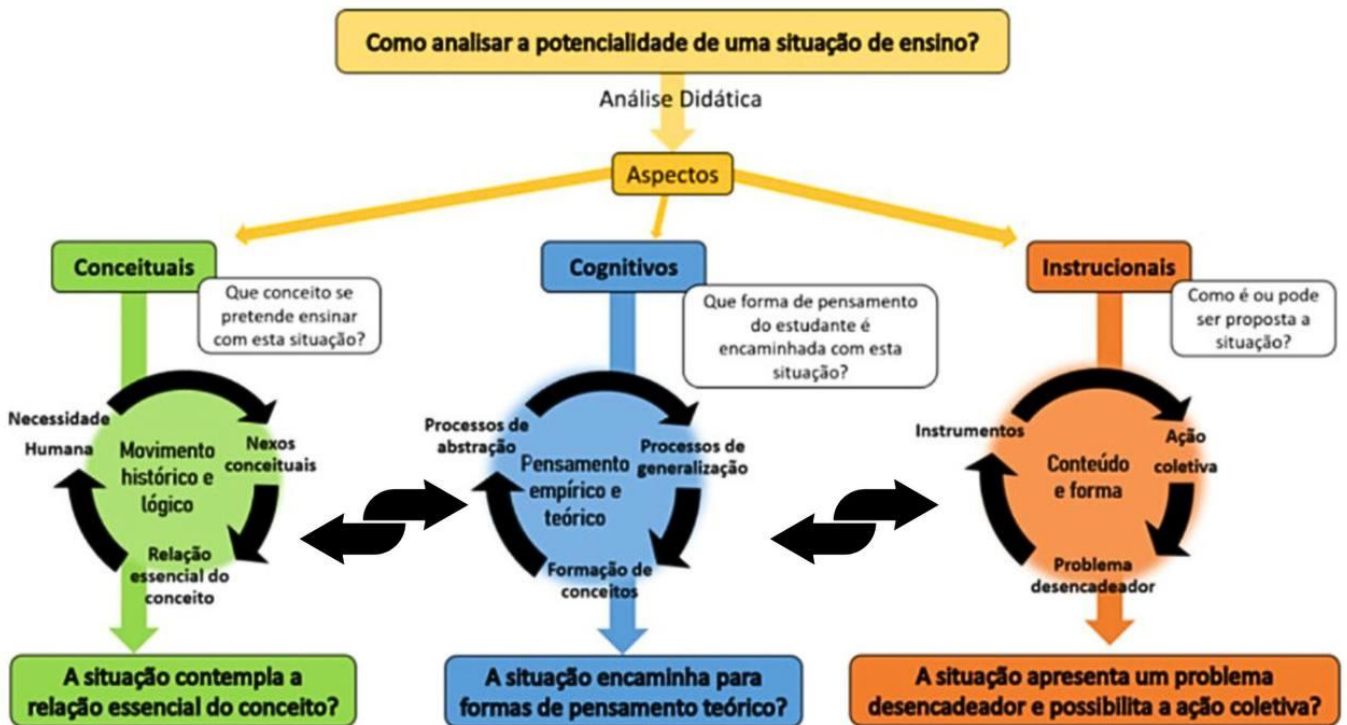
Em vista disso, esse modo de contemplar o ensino, no qual se presume que seja desenvolvida nos estudantes a necessidade de se apropriar dos conceitos, se concretiza na situação desencadeadora de aprendizagem (SDA), que possui como objetivo principal proporcionar no estudante a necessidade de apropriação do conceito, haja vista que as ações a serem realizadas busquem por soluções para o problema proposto, mobilizando os estudantes para a atividade de aprendizagem. (Moura et al., 2010).

Portanto, a SDA deve contemplar a gênese do conceito, como ressaltam trabalhos de Cedro (2008), Moraes (2008) e Migueis (2010), que é um processo complexo, o qual envolve várias funções intelectuais, como abstração, memória, atenção e que, no caso, se refere à sua essência.

A **situação desencadeadora de aprendizagem** constitui-se na objetivação da atividade ensino, a qual contempla a elaboração e da solução coletiva e a gênese do conceito. Para que a aprendizagem torne-se significativa a atividade de ensino deve desencadear uma atividade de aprendizagem. (Moraes, 2008, p. 99, grifo do autor).

Sendo assim, para a presente pesquisa, na qual a organização de ensino ocorreu por meio da elaboração de três SDA, utilizamos como suporte o esquema adaptado de Panossian e Tocha (2020), que é apresentado abaixo na figura 5.

Figura 5 – Parâmetros de análise de situação de ensino.



Fonte: Adaptado de Panossian, Tocha (2020, p. 68)

Portanto, o esquema propõe a seguinte questão: "Como analisar a potencialidade de uma situação de ensino?". Para tanto, faz-se necessária a consideração de três aspectos: conceituais, cognitivos e instrucionais. Os aspectos conceituais consideram o movimento lógico e histórico, no qual é preciso que pensemos em qual conceito pretendemos ensinar com determinada situação e se a situação contempla a relação essencial do conceito. Nessa relação lógico-histórica, é essencial considerar a necessidade humana com relação ao determinado conceito, bem como os nexos conceituais, que demonstram o movimento dos conceitos, superando os aspectos aparentes.

Os aspectos conceituais são particularmente fortes por destacar a necessidade de a situação de ensino contemplar a relação essencial do conceito, alcançada através da articulação da dialética do objeto de conhecimento. Isso demonstra uma base teórica sólida, que valoriza a gênese e a essência do conceito, e não apenas sua aparência imediata.

Já os aspectos cognitivos analisam o pensamento empírico e teórico, de modo que é importante pensar em que forma de pensamento do estudante é encaminhada

com a situação, e se ela encaminha para formas de pensamento teórico. Além disso, consideram os processos de abstração e generalização e a formação dos conceitos como fundamentais nessas relações do pensamento.

Com foco no desenvolvimento cognitivo (pensamento teórico), os aspectos cognitivos transcendem a simples memorização, ao focar na progressão do aluno do pensamento empírico para o pensamento teórico, por meio dos processos de abstração e generalização. O diagrama, portanto, se alinha a uma perspectiva de ensino que busca o desenvolvimento de formas superiores de pensamento no estudante, e não apenas a aquisição passiva de informações.

Já os aspectos instrucionais abrangem o conteúdo e a forma, sendo necessário pensar em como é ou pode ser proposta a situação e se a situação apresenta um problema desencadeador de modo a possibilitar uma ação coletiva. Assim, propõem que os instrumentos implicam em uma ação coletiva na tentativa de resolução do problema desencadeador.

Dessa forma, as 3 perguntas norteadoras evidenciadas pelo estudo servem como parâmetro para professores analisarem situações de ensino. A depender do modo como tais questões forem respondidas no processo de análise da situação, podem revelar como esta se aproxima da situação desencadeadora de aprendizagem, aqui considerada como a proposta mais adequada e completa de situações de ensino, com base nos princípios da Atividade Orientadora de Ensino. (Panossian; Tocha; 2020, p. 69).

Ao enfatizar a ação coletiva e o problema desencadeador, os aspectos instrucionais promovem o reconhecimento do papel ativo do estudante na construção do conhecimento e a importância da interação social e da resolução de problemas práticos ou teóricos como motor da aprendizagem.

A ação coletiva desempenha um papel fundamental na educação, especialmente quando integrada a uma atividade orientadora de ensino voltada à resolução de SDA. Ela é crucial não apenas para a socialização e o desenvolvimento de habilidades interpessoais, mas principalmente para a superação das formas de pensamento empírico. Ao enfrentar um problema desencadeador em conjunto, os estudantes são compelidos a articular diferentes perspectivas, a negociar significados e a mobilizar o conhecimento científico de forma colaborativa.

O movimento de interrelação entre os 3 aspectos ocorre na medida em que percebemos que não é possível a desassociação entre eles, haja vista que no desenvolvimento de uma situação de ensino, podemos observar a presença de

diferentes aspectos. Logo, uma SDA pode contemplar a relação essencial do conceito e encaminhar para formas de pensamento teórico, ou possibilitar a ação coletiva e contemplar a relação essencial do conceito e vice-versa.

A associação intrínseca entre os aspectos da análise didática é necessária, pois, na medida em que pensamos nos conceitos que queremos ensinar, já estamos formulando as formas de pensamento que serão encaminhadas, além do modo em que será proposta a situação.

Desse modo, com o suporte no esquema apresentado, pensamos nas SDA de modo a contemplar os três aspectos apresentados, sempre analisando se as situações propostas satisfaziam os questionamentos propostos. Logo, observamos a importância de se pensar criticamente no conceito a ser ensinado, de modo que o estudante compreenda a necessidade histórica, constituída humanamente, com relação aos conceitos, com vistas a entender a essência conceitual.

Portanto, a importância do pensamento teórico consiste no fato de permitir que os sujeitos entendam a realidade para além da superficialidade, na revelação da essencialidade do movimento do objeto, expressa na forma de conceito. Logo, os processos de abstração, que englobam a identificação e seleção de características essenciais de um objeto, envolvem a capacidade de aplicação de conceitos em situações concretas. Sendo assim, entendemos que “a tarefa do pensamento teórico é, por meio do procedimento de ascensão do abstrato ao concreto, compreender a realidade para além de sua aparência externa, isto é, revelar a essência do movimento do objeto” (Asbahr, 2020, p. 90).

Concomitantemente, o pensamento teórico “é a forma de pensamento que supera, por incorporação, o pensamento empírico, ou um pensamento baseado apenas na lógica formal” (Asbahr, 2020, p. 89) e permite a reflexão crítica, no que tange ao questionamento de informações e capacidade de analisar perspectivas diferentes, impulsionando a formação de indivíduos que interajam com o mundo de forma consciente.

Para a formação do pensamento teórico, é necessário organizar o ensino de modo que o estudante realize atividades adequadas para a formação desse pensamento. Assim, Davydov defende que se deve partir das teses gerais da área do saber, e não dos casos particulares, buscando-se a célula, a gênese e a essência do conceito. (Cedro, Moraes e Rosa, 2010, p. 434).

Assim, segundo Rosa, Moraes e Cedro (2010, p. 74), “o pensamento teórico

não opera com representações gerais, mas sim com os próprios conceitos” e acrescentam que

Nessa perspectiva, os conceitos surgem não como simples representações gerais, mas sim como um modo da atividade psíquica do sujeito que permite a ele a reprodução do objeto idealizado e conseqüentemente do seu sistema de relações com o qual na sua unidade reflete a universalidade ou a essência do movimento do objeto ou fenômeno. (Rosa, Moraes e Cedro, 2010, p. 74-75).

Assim sendo, o conceito compreende o modo do reflexo do objeto e a maneira de sua reprodução, bem como a estruturação mental. Logo, o fato de existir tal objeto está intrinsecamente relacionado com a chance de reprodução e construção no âmbito psíquico do seu conteúdo.

Destarte, entendemos a importância de uma organização de ensino por parte do professor, que coloque o sujeito em atividade, por meio de uma necessidade, com o objetivo de atingir a gênese do conceito, e nos respaldamos nos preceitos da AOE e da SDA.

Capítulo 4: A organização da pesquisa

A inquietação, que é fator motivador para a realização desta pesquisa, parte da seguinte indagação: “A realização de tarefas mediadas por simulações computacionais no Ensino da Mecânica Clássica, por meio de uma organização de ensino intencional, permite a apropriação e abstração dos conceitos de força, energia e conservação de energia?” Para tanto, entende-se que as simulações computacionais são recursos que permitem aos sujeitos que se defrontem com situações-problemas que se relacionam com situações da realidade.

Logo, apresentamos como hipóteses as seguintes afirmações: “as simulações computacionais utilizadas de modo intencional, por meio de uma organização de ensino, respaldada na Atividade Orientadora de Ensino, contribuem para a apropriação dos conceitos físicos propostos”; “a organização do ensino pautada em situações desencadeadoras de aprendizagem, utilizando as simulações computacionais como recursos metodológicos, possibilita a ação coletiva e encaminha os sujeitos para formas de pensamento teórico”.

Seguindo a pergunta norteadora desta pesquisa, temos como objetivo geral a realização de um experimento didático, por meio de uma organização de ensino intencional, visando analisar o desenvolvimento de tarefas mediadas por simulações computacionais no Ensino de Física.

O objeto de pesquisa do presente trabalho compreende a análise das relações estabelecidas durante a realização de um experimento didático, com uma organização de ensino realizada pelo pesquisador/autor do trabalho, bem como seu orientador, pautada na AOE e nas SDA, realizado com estudantes da 1ª série do Ensino Médio de um colégio público militar da cidade de Nerópolis, Goiás, compreendendo o uso de simulações computacionais no Ensino de Física.

Para a instrumentalização da coleta de dados, utilizamos ferramentas como:

- a roda de conversa, para possibilitar uma comunicação dinâmica e proveitosa de modo coletivo nos momentos de síntese;
- fotografias e gravações audiovisuais, de modo que seja possível observar expressões e diálogos durante o experimento didático;

- a aplicação de roteiros para auxiliar e direcionar os estudantes em cada tarefa, possibilitando a observação e constatação dos conceitos apropriados, de modo que os estudantes possam se expressar e levantar problematizações;
- gravações de tela dos *Chromebooks*, como um modo de registrar todo o processo realizado pelo estudante ao realizar as simulações computacionais, a partir da problematização e como um modo de controle, para não haver dispersão entre os estudantes e eles acessem páginas aleatórias, ou façam pesquisas com objetivo de responder aos roteiros.

Para a participação nesta pesquisa, os estudantes assinaram um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e os seus responsáveis assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Ambos os termos também foram assinados pelo pesquisador, o qual apresentava o título da pesquisa, explicitando os objetivos e explicando os processos aos quais os estudantes foram submetidos e os métodos de coleta de dados aos quais estavam sujeitos.

Foi reforçado que os participantes eram livres para deixarem de participar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhum prejuízo ou coação, e que não haveria nenhum gasto para os participantes e teriam a garantia total de que os dados e imagem pessoal não seriam divulgados, assegurando a privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa, seguindo assim, orientações da pesquisa qualitativa e do comitê de ética.

Os dados coletados, como roteiros, imagens, áudios e gravações, foram utilizados apenas pelo pesquisador para serem possíveis as análises a que se propõe esta pesquisa.

Destarte, vale ressaltar que a presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da UFG (CE/UFG) sob o número do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAEE): 79054623.6.0000.5083, e os resultados desta pesquisa serão publicados em eventos e periódicos relacionados com a temática, de modo a socializar os estudos tanto com a comunidade acadêmica quanto com os sujeitos participantes da pesquisa, de modo a contribuir para uma formação reflexiva e crítica.

Esta pesquisa contribuirá para o meio científico e acadêmico na medida em que possibilitará discussões e debates a respeito da temática, além de propor uma

aprendizagem com embasamento teórico intencional visando o desenvolvimento formativo de todos os participantes, sejam estudantes, professores ou colaboradores.

Sendo assim, no presente capítulo será abordado o modo como a pesquisa foi organizada, tendo como pressuposto a Atividade Orientadora de Ensino, com suas bases na Teoria Histórico-Cultural, e as Situações Desencadeadoras de Aprendizagem, que serão apresentadas e explicadas.

Iniciaremos discutindo a respeito do experimento didático e o contexto social do local de realização da pesquisa e, por conseguinte, abordaremos as três SDA, explicando a proposta e os problemas desencadeadores. Os subtópicos que se referem às SDA são organizados de acordo com a aplicação que foi realizada e são nomeados: Cabo de guerra: vence quem é mais forte?; Empurrando objetos: do trabalho à brincadeira; O treino de Rayssa Leal na pista de skate. Assim, a organização do ensino será apresentada, com os planos de ensino de cada tarefa no formato de quadro, e as tarefas divididas em momentos.

4.1 O experimento didático

A realização desta pesquisa abarcou primeiramente um processo de levantamento bibliográfico e consultas em revistas e periódicos de cunho acadêmico, para maior aporte teórico e sustentação no auxílio e reforço da proposta exposta.

Como consta no objetivo desta pesquisa, a realização de um experimento didático, por meio de uma organização de ensino intencional, visando analisar o desenvolvimento de tarefas mediadas por simulações computacionais no Ensino de Física, a pesquisa possui caráter qualitativo. Haja vista que foi necessário a realização de um processo de contextualização para o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes participantes, bem como a organização de ensino sistematizada, com uma intencionalidade, para possibilitar a realização da coleta de dados, buscando a análise e a reflexão durante todo o processo.

Sendo assim, esta pesquisa será pautada na realização de um experimento didático, organizado pelo pesquisador e seu orientador que, de acordo com Cedro e Moura (2016), teve as suas origens nas ideias de Vygotsky (1998) a respeito do método genético formativo ou genético experimental e se caracteriza como “um método de investigação psicológica que permite estudar a essência das relações internas entre os diferentes procedimentos da educação e do ensino e o

correspondente caráter de desenvolvimento psíquico do sujeito” (Cedro; Moura, 2016, p. 130).

No desenvolvimento do experimento didático, é considerado que o pesquisador intervém ativamente no processo formativo, de modo que a organização de ensino possibilite que os estudantes estejam imersos em tarefas investigativas que proporcionem mudanças nos processos mentais.

O experimento didático formativo reflete a concepção do ensino desenvolvimental e, conseqüentemente, a sua lógica de organização e estruturação da atividade de estudo dos alunos. Assim, torna-se importante tecer algumas considerações sobre essa lógica. O objetivo principal do ensino é que o aluno forme o pensamento teórico mediado pela ciência, sendo esse pensamento apresentado a ele como conteúdo generalizado e abstrato, isto é, na forma de conceito. O pensamento teórico se constitui pelas ações mentais de abstração, generalização e formação de conceitos, que possibilitam aos alunos reconstruírem os processos investigativos utilizados por pesquisadores para a obtenção de conclusões científicas. (Freitas; Libâneo, 2022, p. 7-8).

Portanto, a organização de ensino planejada pelo professor necessita se estabelecer de tal forma que os estudantes relacionem o conhecimento com o objeto e reconstruam as ações mentais para a formalização do conceito.

Desse modo, tivemos como público-alvo desta pesquisa estudantes da 1ª série do Ensino Médio, devido ao fato de os conteúdos físicos escolhidos serem trabalhados nesta série. A pesquisa foi realizada no Colégio Estadual da Polícia Militar Doutor Negreiros, localizado na cidade de Nerópolis, em Goiás, durante as aulas de Física. A escolha do local foi devido a ser um colégio público e local de trabalho do pesquisador, logo já havia um conhecimento prévio maior com relação aos estudantes.

Quando tratamos de um Colégio Militar, muitas visões e opiniões podem surgir, mas estamos nos referindo a um espaço com muitas regras e normas para se seguir, além da exigência de uma padronização dos estudantes e muitas cobranças com relação à disciplina. Para muitos, pode ser positiva essa adequação com relação a regras e padrões, mas para outros nem tanto. Sendo assim, há de se considerar esse espaço como um local em que se possa realizar pesquisa, principalmente na área da educação, utilizando diferentes referenciais teóricos, na tentativa de analisar como essas relações podem intervir no ensino e aprendizado, bem como o modo como as diferentes metodologias podem alavancar o desenvolvimento dos estudantes.

O período investigativo foi realizado durante sete aulas, com 1 ou 2 aulas semanais, e foi escolhida uma das cinco turmas de 1ª série do Ensino Médio do colégio para a aplicação do experimento didático. As tarefas propostas foram organizadas pelos pesquisadores (discente e orientador) durante reuniões de orientação, além de reuniões de grupos de estudos (GEMAT e GEPAPe), nas quais os integrantes contribuíram ativamente com ótimas sugestões.

A turma escolhida foi a que contemplava estudantes que vinham do Ensino Fundamental de outros colégios, haja vista que as outras turmas eram formadas por estudantes que eram do Ensino Fundamental do próprio colégio e já conheciam as normas e regras, estando teoricamente imersos nesse processo. Logo, ao adentrar na 1ª série do Ensino Médio em um Colégio Militar, a maioria dos estudantes não conhecia o regimento e as normas escolares e estava em seu primeiro ano de adaptação para uma realidade diferente de outros colégios. Desse modo, percebemos que, pelo fato de se ter uma maior diversificação com relação aos estudantes, que eram de diferentes realidades, e porque o pesquisador já tinha um conhecimento social e comportamental dos estudantes, a turma escolhida foi a que, por diversos motivos, seria a mais desafiadora.

Quando nos referimos à desafiadora, estamos nos remetendo ao fato de que a turma era a que tinha mais estudantes dentre as cinco (37 alunos), além do fato de serem estudantes que em sua grande maioria advinham de outros colégios e estavam em processo de adaptação para com o regimento militar. Além disso, foi observado previamente que a turma era bastante agitada, os estudantes conversavam constantemente, tanto com discussões a respeito do conteúdo, como assuntos aleatórios e, ainda, havia alguns atritos entre estudantes que precisavam ser mediados. Já com relação ao perfil dos estudantes dessa turma, podemos observar que, por se tratar de um colégio público, mesmo que militarizado, é composta por estudantes com poder aquisitivo mais baixo, com casos de situações mais carentes, porém alguns com o perfil econômico um pouco mais elevado.

Essas constatações tornam mais desafiadora a tentativa de se implementar uma organização de ensino diferente da qual os estudantes estão acostumados, o que poderia ser mais ameno caso fosse realizado em uma turma com um perfil mais participativo, na qual os estudantes aceitam bem as diferentes metodologias adotadas e possuem uma maior independência com relação à sua organização para com os estudos.

No entanto, a turma já apresentava uma boa participação nas aulas e realização de tarefas, com muitos estudantes apresentando um bom rendimento, mas em contrapartida com alguns que tinham muitas dificuldades em estabelecer as relações conceituais para a formalização de conceitos.

Portanto, o processo de realização do experimento didático foi interessante e produtivo, proporcionando diversos momentos de trocas, nas quais os estudantes estiveram se desenvolvendo ativamente de modo coletivo.

4.2 Cabo de guerra: vence quem é mais forte?

No quadro 1 abaixo é apresentado o plano de ensino 1, que corresponde à primeira e à segunda tarefa proposta, contendo informações importantes a respeito do conteúdo, quantidade de aulas, recursos e objetivos das tarefas.

Quadro 1 – Plano de ensino 1

PLANO DE ENSINO	
CONTEÚDO:	Leis de Newton - Introdução ao conceito de força.
SEGMENTO DISCENTE:	Estudantes da 1ª série do Ensino Médio.
QUANTIDADE DE AULAS:	5 HORAS-AULA.
RECURSOS DIDÁTICOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Simulações computacionais da plataforma PHET colorado. • Projetor. • Notebook. • Corda.
OBJETIVOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender as Leis de Newton utilizando como recurso as simulações computacionais; • Reconhecer o conceito de força por meio do movimento lógico- histórico; • Aplicar o conceito de força por meio das interações a serem realizadas de modo colaborativo.

Fonte: autoria própria.

A primeira aula iniciou com a apresentação da proposta, sendo explicado aos estudantes que eles seriam conduzidos até a quadra de esportes do colégio para a realização da tarefa 1 denominada “Cabo de guerra: vence quem é mais forte?”. Para tanto, os estudantes formaram grupos com a mesma quantidade de membros para a realização da tarefa.

Logo em seguida, ainda em sala, foi apresentada a SDA. A situação da tarefa 1 intitulada: “Cabo de guerra: vence quem é mais forte?” que foi colocada em questão é apresentada abaixo.

Uma turma da 1ª série do Colégio Estadual da Polícia Militar Doutor Negreiros realizará a tarefa do cabo de guerra em equipes, tanto na quadra do colégio quanto por meio da simulação computacional “Força e Movimento: Noções Básicas”, na aba cabo de guerra. Será necessário que as equipes estabeleçam estratégias para ganhar o jogo.

Para a melhor compreensão da dinâmica realizada, é feito o seguinte questionamento:

- Quais são as possíveis maneiras para que algum grupo vença a tarefa?

Com as dúvidas sanadas, nos dirigimos para a quadra do colégio. Chegando lá, os grupos se organizaram para a disputa entre equipes e as regras foram discutidas e acordadas.

Tradicionalmente, a tarefa é realizada utilizando uma corda, dividida ao meio com algo, como um lenço, marcando o meio da corda. De cada lado da corda fica uma equipe com a mesma quantidade de pessoas, de modo que cada equipe começa a puxar a corda para o seu lado. A equipe que puxar a maior parte da corda para o seu lado, em um tempo determinado, ganha.

A tarefa também pode ser desenvolvida considerando dois grupos de pessoas formados, de modo que cada grupo puxa pela extremidade de uma corda, como podemos observar na figura 6. É realizada uma marcação no chão e o grupo que faz todos os integrantes do grupo oponente passar por essa marcação, ao puxar a corda, vence a tarefa.

Figura 6 – Realização do cabo de guerra



Fonte: Acervo próprio (2024).

Logo após a realização da dinâmica na quadra, todos se dirigiram de volta para a sala de aula, com o objetivo de realizar a síntese coletiva mediada pelo professor. Desse modo, foi discutida a realização da tarefa e as estratégias utilizadas pelas equipes para vencer o cabo de guerra.

Na segunda aula, foi realizado primeiramente um momento de apresentação da plataforma PhET, por meio de um projetor, mostrando aos estudantes como é a funcionalidade da plataforma e qual seria a simulação computacional a ser utilizada, como vemos na figura 7.

Figura 7 - Interface da simulação computacional “Força e Movimento: Noções Básicas”

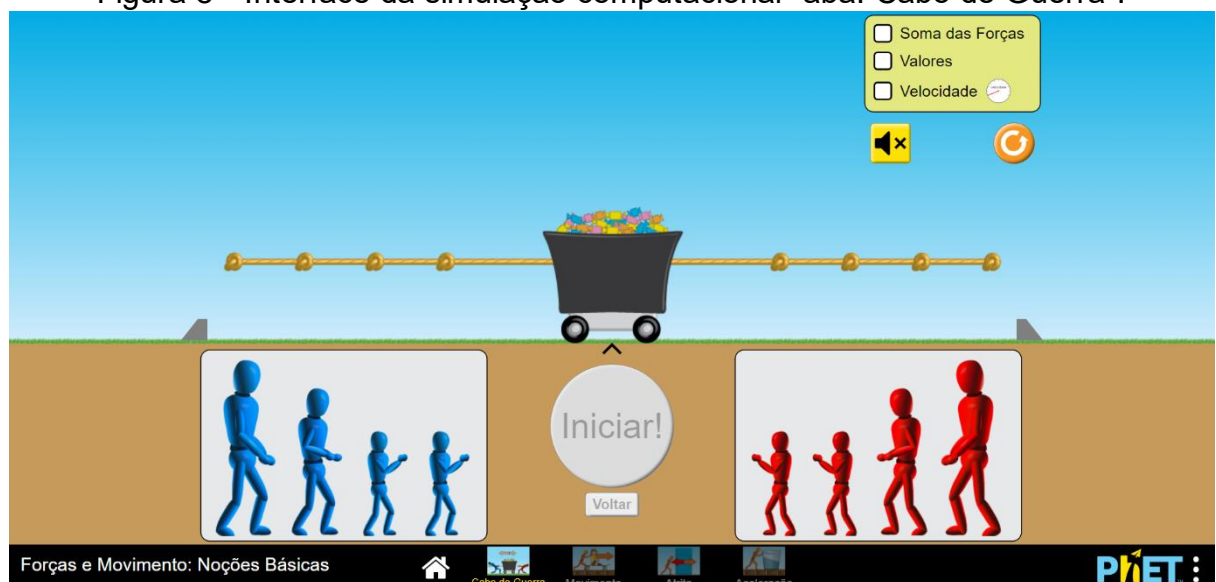


Fonte: Phet Interactive Simulations (2024).

Após o momento inicial, o professor lembrou a situação desencadeadora de aprendizagem proposta na aula anterior e os estudantes foram organizados em grupos com a mesma equipe formada na outra aula. Cada grupo recebeu um *Chromebook* para acessar a simulação.

Dando prosseguimento, o professor pediu para que os estudantes iniciassem a gravação da tela do *Chromebook*, para desenvolver a simulação apresentada na figura 8.


Figura 8 - Interface da simulação computacional “aba: Cabo de Guerra”.



Fonte: Phet Interactive Simulations (2024).

Assim, ocorreu o desenvolvimento da situação pelos estudantes, que exploraram em grupos a simulação e as possíveis maneiras para a realização do cabo de guerra, discutindo a respeito das possibilidades e trocando ideias sobre a aplicação de forças. Logo então, foi entregue o roteiro 1, que é apresentado abaixo na figura 9, para direcionar as reflexões e discussões que depois foram compartilhadas com o restante da turma.

Figura 9 - Roteiro 1.



**ROTEIRO PARA A DINÂMICA
“CABO DE GUERRA: VENCE QUEM É MAIS FORTE?”**

Data: _____ Estudantes: _____

Anotem as estratégias escolhidas pela equipe e como vocês decidiram elas:

Conversem entre vocês e escrevam as reflexões a respeito da pergunta realizada inicialmente: “Quais são as possíveis maneiras para que algum grupo vença a tarefa?”



Fonte: Autoria própria organizado no aplicativo Canva.

Toda a realização das tarefas foi mediada pelo professor, de modo que houve intervenções sempre que necessário, durante toda a realização da atividade proposta.

Já na terceira aula, foi realizado um momento de compartilhamento, em que os grupos apresentaram as possibilidades encontradas e as anotações realizadas no roteiro, para toda a turma. O professor intermediou o processo, para que os estudantes expressassem tudo o que foi pensado e discutido em grupo. Durante as apresentações dos grupos, os demais colegas puderam realizar perguntas para melhor compreender o pensamento do grupo que estava expondo as ideias.

Logo após, foi realizada a síntese coletiva geral, a fim de discutir os conceitos apresentados pelos estudantes, bem como o entendimento com relação ao conceito força, que passa por um entendimento do cotidiano, suas aplicações até chegar a uma definição mais formalizada.

4.3 Empurrando objetos: do trabalho à brincadeira

A segunda SDA (tarefa 2) foi realizada e discutida nas aulas de número 4 e 5. Assim, na quarta aula, iniciamos com a apresentação da simulação computacional a ser utilizada, como mostra a figura 10.

Figura 10 - Interface da simulação computacional “aba: Movimento”



Fonte: Phet Interactive Simulations (2024).

Dando continuidade, foi apresentada a situação intitulada “Empurrando objetos: do trabalho à brincadeira”.


Um estudante da 1ª série do Ensino Médio, do Colégio Estadual da Polícia Militar Doutor Negreiros, pretende movimentar alguns objetos para levá-los para fora de sua casa. Para tanto, ele utiliza um carrinho que suporta altos valores de massa.

Enquanto levava os objetos para fora de casa, sua irmã e seu pai resolveram brincar e subiram no carrinho para serem empurrados pelo garoto.

Sendo assim, utilizando a simulação computacional “Força e Movimento: Noções Básicas”, na aba movimento, como vocês podem auxiliar o estudante a organizar estratégias para levar os objetos para fora de casa?

Logo após a exposição da SDA, os estudantes foram organizados em grupos de 4 estudantes, de modo que cada grupo recebeu um *Chromebook* para acessar a simulação. Nesse momento, o professor pediu aos estudantes que iniciassem a gravação da tela do *Chromebook*, e então o desenvolvimento da tarefa por parte dos estudantes se iniciou, de modo que exploraram a simulação e as possíveis maneiras para responder à situação proposta. Por fim, foi entregue aos grupos o roteiro 2, partes 1 e 2, o qual é apresentado nas figuras 11 e 12, com o objetivo de orientar os estudantes na reflexão e anotação de caminhos para a solução da problemática proposta.

figura 11 -. Roteiro 2 parte 1.





**ROTEIRO PARA A DINÂMICA
“EMPURRANDO OBJETOS: DO TRABALHO À
BRINCADEIRA”**

Data: _____ Estudantes: _____

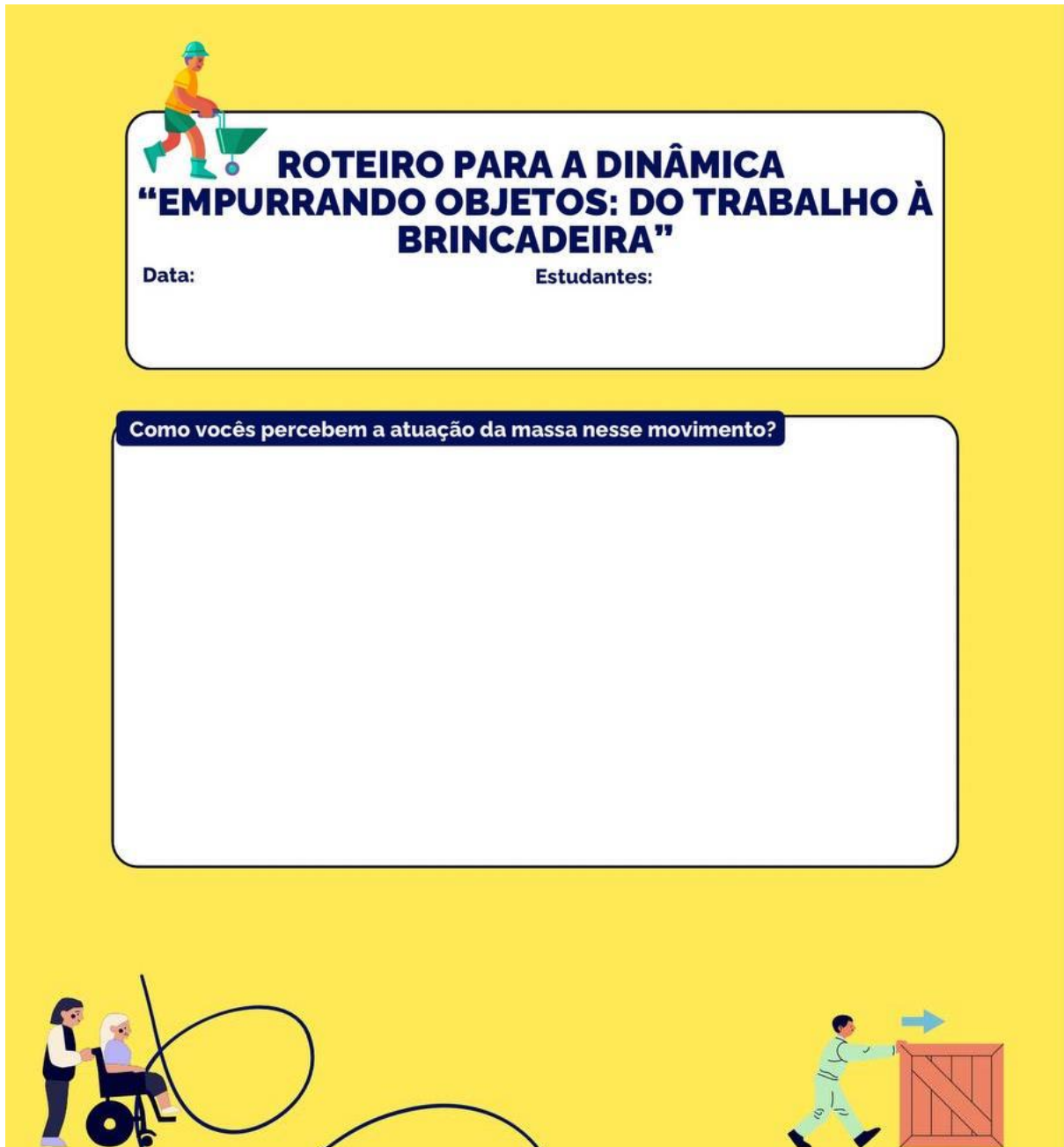
Como vocês explicariam o conceito de força?

Como vocês entendem os conceitos de velocidade e aceleração?



Fonte: Autoria própria organizado no aplicativo Canva.

Figura 12 -. Roteiro 2 parte 2.



ROTEIRO PARA A DINÂMICA
“EMPURRANDO OBJETOS: DO TRABALHO À BRINCADEIRA”

Data: _____ Estudantes: _____

Como vocês percebem a atuação da massa nesse movimento?

Fonte: Autoria própria organizado no aplicativo Canva.

Para a realização da quinta aula, os grupos compartilharam as suas reflexões e as anotações realizadas no roteiro 2 para toda a turma. O professor intermediou as apresentações para que os estudantes expusessem os seus pensamentos e ideias, de modo que o momento sempre foi aberto para intervenções e perguntas de outros colegas, para uma maior reflexão e apropriação dos conceitos discutidos. É importante ressaltar que todo o momento foi gravado com o uso de um *smartphone*.

Para a finalização da aula, foi realizada a síntese coletiva com o intermédio do professor, em que foram discutidas as possibilidades apresentadas para que o estudante empurrasse os objetos para fora de sua casa, bem como os conceitos presentes na organização das estratégias para a realização da situação.

A avaliação de todo o experimento didático foi contínua e durante toda a realização das situações propostas, por meio da participação individual e coletiva dos estudantes nas atividades, bem como a expressão de suas ideias e das ideias dos grupos e a realização dos roteiros propostos.

4.4 O treino de Rayssa Leal na pista de skate

Podemos observar abaixo o Quadro 2, que apresenta o plano de ensino para a terceira DAS (tarefa 3) que a presente pesquisa propôs.

Quadro 2 – Plano de ensino 2

PLANO DE ENSINO	
CONTEÚDO:	Energia – Transformação de Energia.
SEGMENTO DISCENTE:	Estudantes da 1ª série do Ensino Médio.
QUANTIDADE DE AULAS:	2 HORAS-AULA.
RECURSOS DIDÁTICOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Simulações computacionais da plataforma PHET colorado. • Projetor. • Notebook.
OBJETIVOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a compreensão a respeito dos tipos de energia presentes em situações do cotidiano, utilizando como recurso as simulações computacionais; • Reconhecer o conceito de energia por meio do movimento lógico-histórico; • Entender a definição de energia por meio da realização de trabalho.

- Compreender as transformações de energia por meio das interações a serem realizadas de modo colaborativo.

Fonte: autoria própria.

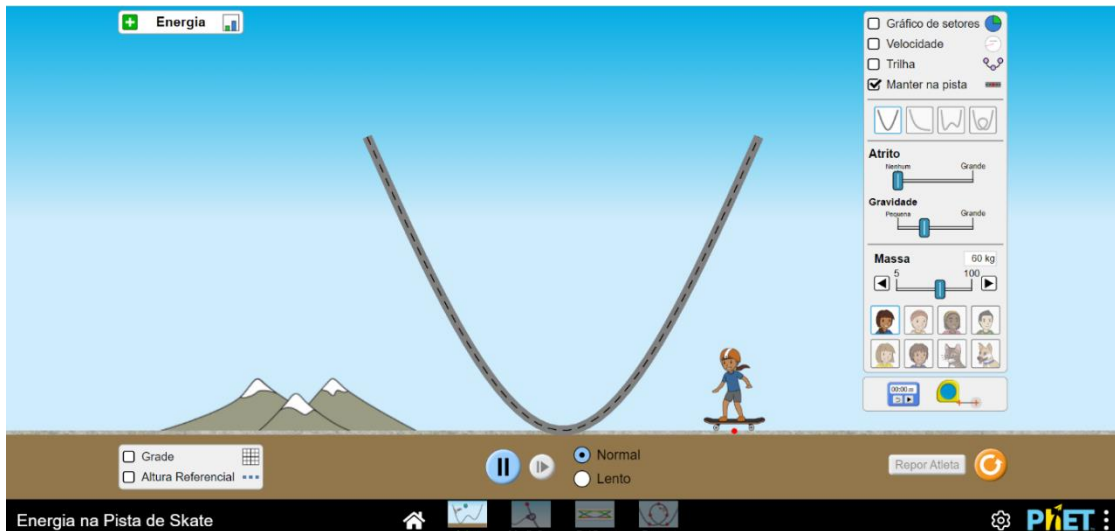
Para a realização da primeira aula, que contempla a terceira SDA, foi apresentada a contextualização e a situação intitulada “O treino de Rayssa Leal na pista de skate”.

O skate é um esporte que tem ganhado notoriedade no âmbito mundial. Presente nas duas últimas Olimpíadas, Tóquio 2020 e Paris 2024, contou com a presença de brasileiros na modalidade, inclusive como favoritos. Dentre eles, temos a skatista Rayssa Leal, de 16 anos, que foi medalhista de prata em Tóquio e de bronze em Paris.

Suponha que um estudante da 1ª série, para realizar o seu trabalho de Física sobre energia, irá assistir ao treino de Rayssa Leal para analisar os diferentes tipos de energia que atuam durante os movimentos que ela realiza na pista de skate. Desse modo, o estudante fica instigado ao observar Rayssa atingindo uma altura acima da pista. Sendo assim, sabendo que a massa de Rayssa é por volta de 38 kg, auxiliem o estudante a compreender o que acontece quando a skatista atinge esse ponto de maior altura.

Dando prosseguimento, foi apresentada a simulação a ser utilizada para resolver a situação-problema proposta, como podemos observar na interface da simulação na figura 13.

Figura 13 - Interface da simulação computacional “Energia na Pista de Skate”.



Fonte: Phet Interactive Simulations (2024).

Então, os estudantes foram organizados em grupos de 4 estudantes. Cada grupo recebeu um *Chromebook* para acessar a simulação, e então foi pedido para gravarem a tela do *Chromebook* com o intuito de registrar o modo que cada grupo organizou as ideias para resolver a problemática proposta. Os grupos formados exploraram a simulação relacionada com a pista de skate, na tentativa de responder à situação proposta e auxiliar o estudante com o seu trabalho de Física. Para o compartilhamento posterior, foi necessário que os estudantes utilizassem o roteiro 3, parte 1 e parte 2, o qual consta nas figuras 14 e 15, para anotações sobre questionamentos e suas possíveis reflexões. Durante todo o processo, o professor atuou ativamente, mediando as relações e interações, sanando eventuais dúvidas.

Figura 14 -. Roteiro 3 parte 1.



**ROTEIRO PARA A DINÂMICA
“O TREINO DE RAYSSA LEAL NA PISTA DE
SKATE”**

Data: _____ Estudantes: _____

O que vocês observam relacionado à Física na situação proposta? Explique.

Escreva as ideias do grupo para a resolução da situação inicial proposta: “Suponha que um estudante da 1ª série, para realizar o seu trabalho de Física sobre energia, irá assistir ao treino de Rayssa Leal para analisar os diferentes tipos de energia que atuam durante os movimentos que ela realiza na pista de skate. Desse modo, o estudante fica instigado a observar Rayssa atingindo uma altura acima da pista. Sendo assim, sabendo que a massa de rayssa é por volta de 38 kg, auxiliem o estudante a compreender o que acontece quando a skatista atinge esse ponto de maior altura.



Fonte: Autoria própria organizado no aplicativo Canva.

Figura 15 -. Roteiro 3 parte 2.



The worksheet features a light green background. At the top left, there is an illustration of a girl in a purple shirt and cap riding a skateboard. At the bottom left, a girl in an orange shirt is shown performing a trick on a skateboard. At the bottom right, a boy in a red and blue striped shirt is riding a skateboard. The central part of the page is a large white rounded rectangle with a black border. Inside this rectangle, at the top, is the title "ROTEIRO PARA A DINÂMICA 'O TREINO DE RAYSSA LEAL NA PISTA DE SKATE'" in bold blue text. Below the title are two fields: "Data:" on the left and "Estudantes:" on the right. Below these fields is a dark blue header with white text that reads "O que vocês compreendem a respeito do conceito de energia e sobre os processos de transformação de energia?". The main body of the rectangle is a large white space for writing.

**ROTEIRO PARA A DINÂMICA
"O TREINO DE RAYSSA LEAL NA PISTA DE
SKATE"**

Data: _____ Estudantes: _____

O que vocês compreendem a respeito do conceito de energia e sobre os processos de transformação de energia?

Fonte: Autoria própria organizado no aplicativo Canva.

No que concerne à aula dois, inicialmente os grupos de estudantes compartilharam com a turma suas anotações e reflexões, para que todos tivessem um momento para interagir e discutir as possibilidades apresentadas. Os questionamentos e dúvidas que surgiram foram discutidos e todos puderam contribuir e opinar com o objetivo de colaborar, questionar e agregar às informações apresentadas pelos grupos.

No segundo momento, foi realizada a síntese coletiva mediada pelo professor, na qual foram discutidos o conceito de energia, a sua usabilidade cotidianamente e a necessidade humana e histórica ao longo do tempo. Foi debatido a respeito dos tipos de energia presentes durante o treino de Rayssa na pista de skate e as transformações de energia que ocorrem durante esse processo. A avaliação do ensino ocorreu de modo contínuo, durante a participação, interação em grupo e trabalho colaborativo dos estudantes, além das anotações e reflexões realizadas.

ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS DADOS

Neste trabalho, consideramos como unidade didática o ensino de força, energia e conservação de energia; desse modo, as tarefas organizadas, bem como as SDA propostas, tiveram como intuito que os estudantes entendessem a construção lógico-histórica dos conceitos físicos, de modo a atingir a gênese do conceito. Logo, o intuito foi verificar, por meio das relações que foram se estabelecendo, tanto entre os estudantes e o professor quanto entre os estudantes em si, a atribuição de significado para os conceitos propostos. Assim, pretendemos observar situações em que os estudantes demonstrem como se organizaram para buscar soluções para as SDA propostas, apresentem indícios de trabalho coletivo e aquisição dos conceitos apontados.

De forma geral, o compartilhamento das ações é essencialmente baseado no trabalho coletivo e, portanto, presume tanto a cooperação como a colaboração. Lembramos que compreendemos a cooperação como a operação, a execução de determinadas tarefas e atividades vinculadas a certo sistema; já a colaboração presume a produção, o desenvolvimento de ações com base em objetivos comuns. (Lopes *et al.*, 2016, p. 25).

Desse modo, compreendemos que o trabalho colaborativo é essencial para o desenvolvimento cognitivo, haja vista que permite que os sujeitos desenvolvam tarefas em conjunto, permitindo a interação social, de modo que compartilhem suas ideias, discutam as decisões a serem tomadas, impulsionando a aprendizagem e a construção do conhecimento. Vygotsky (1989) enfatiza a importância da realização das atividades em grupo, as quais não se fazem presentes em ambientes de aprendizagem individualizada, e explica que a composição dos sujeitos e do seu aprendizado ocorre por processos de pensamento intrapsíquicos, mediados por relações estabelecidas com outros sujeitos, os processos de pensamento intersíquicos, que servem de base para os significados que atribuímos aos objetos e às pessoas.

De acordo com Rubtsov (1996, p. 136), uma atividade terá caráter coletivo, na medida em que conter algum dos itens elencados abaixo:

- _a repartição das ações e das operações iniciais, segundo as condições da transformação comum do modelo construído no momento da atividade;
- _a troca de modos de ação, determinada pela necessidade de introduzir diferentes modelos de ação, como meio de transformação comum do modelo;
- _a compreensão mútua, permitindo obter uma relação entre, de um lado, a própria ação e seu resultado e, de outro, as ações de um participante em relação ao outro;

_a comunicação, assegurando a repartição, a troca e a compreensão mútua;
 _o planejamento das ações individuais, levando em conta as ações dos parceiros com vistas a obter um resultado comum;
 _a reflexão, permitindo ultrapassar seus limites das ações individuais em relação ao esquema geral da atividade;

Assim, a organização da análise pretende observar possíveis situações em que os sujeitos se organizem e atribuam determinadas funções para cada componente do grupo, se comuniquem, permitindo a troca e a compreensão conceitual de ambas as partes, além da reflexão e compartilhamento, por meio de síntese, que possibilite ultrapassar o aparente com relação às ações e esquemas organizados pelos sujeitos. Moura *et. al.* (2010, p. 107) afirma que “o compartilhamento assume o significado da coordenação das ações individuais em determinada situação-problema comum aos indivíduos”.

Para a realização da análise de dados do experimento realizado, sistematizamos o que foi coletado e considerado relevante para a pesquisa, por meio de episódios formativos, compostos por cenas, que, por sua vez, foram organizados em *flashes*. Os *flashes* podem corresponder às fotografias, falas transcritas, figuras captadas (Rosa e Fontes, 2022). Em nossa pesquisa, os *flashes* também correspondem às capturas de tela dos *Chromebooks*. Moura (1992, p. 77) explica a respeito dos episódios formativos:

Chamamos assim aqueles momentos em que fica evidente uma situação de conflito que pode levar à aprendizagem do novo conceito. Ter ou captar tal momento exige um corte na atividade de ensino de modo que possamos aprofundar a visão da situação observada. O episódio de ensino é assim uma parte do ensino. É o conjunto de ações que desencadeia o processo de busca da resposta do problema em questão.

Vamos tomar como exemplo a dinâmica do cabo de guerra para melhor entendimento. Quando propomos como problemática que os estudantes refletissem e solucionassem a situação-problema a respeito das possíveis maneiras para que algum grupo vença o cabo de guerra, temos a tarefa de ensino em sua totalidade. Logo, o episódio, compreende o problema e as ações que os estudantes propuseram para a sua solução, considerando que a solução pode ser comunicada por meio da escrita, fala, gestos, esquema organizado na simulação. Já as cenas correspondem a um recorte, um momento; elas compõem episódios, como em um filme. Moura (2004) esclarece que as cenas “podem ser frases escritas ou faladas, gestos e ações [...] que

podem revelar interdependência entre os elementos de uma ação formadora” (Moura, 2004, p. 276).

Sistematizamos três episódios formativos, cada um referente a uma das tarefas. O primeiro é denominado “A organização dos grupos para a solução da situação”, já o segundo corresponde a “Formalizando o conceito de força” e, por fim, temos o terceiro nomeado da seguinte maneira: “Entendendo os processos de transformações de energia em uma pista de skate”.

Episódio formativo 1 – A organização dos grupos para a solução da situação

O primeiro episódio formativo compreende a primeira tarefa realizada (cabo de guerra: vence quem é mais forte?). Nos diálogos transcritos, os estudantes foram identificados com nomes fictícios para manter o sigilo de sua participação.

O episódio é composto por 32 *flashes* (30F), de modo que 25 correspondem às falas transcritas, 1 é representado por uma figura (fotografia), 5 por respostas escritas dos estudantes nos roteiros e 1 captura de tela do *Chromebook*. Partimos da síntese coletiva realizada após a tarefa 1, na qual pretendíamos entender o modo como os grupos se organizaram e atribuíram funções para cada membro do grupo para encontrarem estratégias para vencer o cabo de guerra. Complementamos a discussão exposta com a figura de uma das realizações do cabo de guerra e com respostas que os estudantes apresentaram no roteiro 1. O ponto de partida conceitual abrangeu a aplicação de força, porém essa cena é focada mais na organização dos grupos, atribuição de tarefas, comunicação e trabalho coletivo.

A discussão gira em torno dos seguintes questionamentos a respeito do cabo de guerra: “Vence quem é mais forte? Quais as possíveis maneiras para que algum grupo vença a tarefa?” Sendo assim, ao realizar a tarefa na quadra do colégio e, por meio da simulação computacional, os grupos de estudantes foram percebendo que era necessário estabelecer critérios para que vencessem a dinâmica.

O diálogo abaixo se refere à parte da síntese geral coletiva realizada na aula 3:

01- Professor: _ Na última atividade que vocês desenvolveram em grupos, a gente tinha lá um questionamento inicial, que pedia para que vocês pensassem um pouquinho a respeito da dinâmica que vocês estavam

apresentando. E a pergunta, o questionamento tinha relação com: “o grupo, né, que aplica mais força, é o grupo que vence a brincadeira?” E aí? O que vocês acham?

02- Elton: _ É o que aplica mais força.

03- Professor: _ O que vocês acham? É o que aplica mais força que vence aquela dinâmica?

04- Bianca: _ Não.

05- Estudantes conversam ao mesmo tempo, de modo que impossibilita a transcrição.

06- Olívia: _ Para mim, é estratégia.

07- Professor: _ Qual é a estratégia? A estratégia de vocês envolveu só força e pronto?

08- Estudantes conversam ao mesmo tempo, de modo que impossibilita a transcrição.

09- Augusto: _ A gente inclinou para trás.

10- Estudantes conversam ao mesmo tempo, de modo que impossibilita a transcrição.

11- Professor: _ Olívia.

12- Olívia: _ Colocar as pessoas mais “fracas” (a estudante fez um sinal se referindo a aspas com a mão), digamos assim, na frente e as mais fortes atrás, porque aí você tem mais força.

13- Professor: _ Essa é uma boa estratégia, pessoas? Colocar quem é mais fraco na frente e quem é mais forte atrás?

14- Vários estudantes respondem juntos: _ Sim.

15- Professor: _ Diga, Augusto.

16- Augusto: _ Eu acho que quando a gente inclina o corpo para trás um pouco, a gente vai fazendo mais força, né? Com o nosso peso, por exemplo.

17- Professor: _ Quando a gente inclina o corpo para trás. Mas e aí? Alguém inclinou?

18- Vários estudantes respondem juntos: _ Sim.

19- Marina: _ O Elton estava quase caindo no chão.

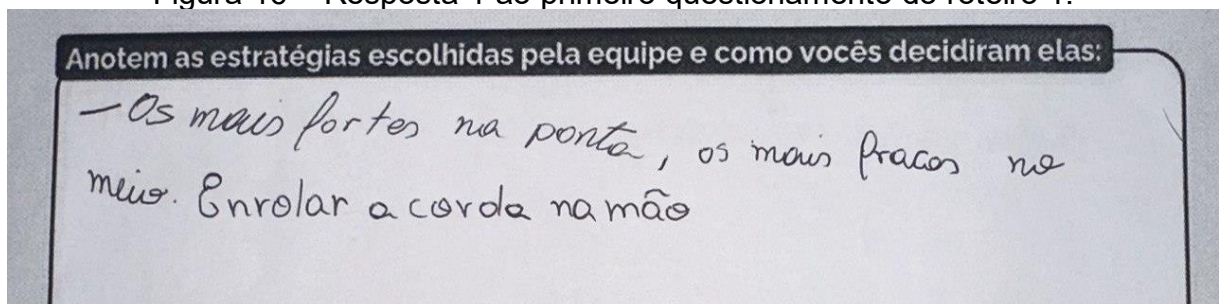
20- Estudantes conversam ao mesmo tempo, de modo que impossibilita a transcrição.

- 21- Professor:** _ Uma estratégia lá que eu vi que vocês fizeram. Por quê, eu não entendi. Mas por que vocês estavam enrolando todo o finalzinho da corda na mão?
- 22-** Estudantes conversam ao mesmo tempo, de modo que impossibilita a transcrição.
- 23- Gustavo:** _ Não, era só para segurar.
- 24- Elton:** _ Quando ela prende você tem mais estabilidade para segurar.
- 25- Professor:** Ah que interessante.

Na medida em que os estudantes foram realizando as tarefas propostas, eles perceberam que realizar o cabo de guerra de qualquer maneira não levaria o grupo à vitória. Logo, foram se organizando, atribuindo funções para os membros da equipe, como Olívia (12F) explica: “Colocar as pessoas mais ‘fracas’ (a estudante fez um sinal se referindo a aspas com a mão), digamos assim, na frente e as mais fortes atrás, porque aí você tem mais força”. Essa fala demonstra uma organização prévia do grupo, haja vista que se refere ao posicionamento e ao modo como eles estabeleceram as funções dos membros para a realização da dinâmica. Assim, é possível observar que houve uma comunicação e interação entre os estudantes para que fossem tomadas algumas decisões, o que também observamos na resposta da figura 16, do grupo ao qual Olívia faz parte.

Para que haja interação, é necessário utilizar-se de instrumentos criados pelas sociedades ao longo do curso da história da humanidade e que mudam a forma social e o nível de seu desenvolvimento cultural, e de signos, definidos pela linguagem, a escrita e o sistema numérico. (Santos *et al.*, 2021, p. 7).

Figura 16 – Resposta 1 ao primeiro questionamento do roteiro 1.



Fonte: Acervo próprio (2024).

Outra estratégia que foi apontada é explicada por Augusto (16F): *“Eu acho que quando a gente inclina o corpo para trás um pouco, a gente vai fazendo mais força, né? Com o nosso peso, por exemplo”*. O estudante apresenta uma estratégia que também é apontada na figura 18 pelo grupo composto por Marina, a de inclinar o corpo, e explica que, desse modo, o nosso peso irá auxiliar fazendo mais força. É interessante essa fala, pois apresenta elementos conceituais importantes, expressando que, ao inclinar-se para trás, será exercida mais força, o que se deve à massa do corpo, demonstrando uma expressão de apropriação conceitual. A fala também faz uma associação de que a massa do corpo corresponde ao peso, o que é algo utilizado cotidianamente, como, por exemplo, quando subimos na balança e dizemos que estamos pesando, o que, na realidade, quer dizer que estamos medindo a massa de nosso corpo. Devemos nos atentar para não confundirmos essas duas grandezas, a massa pode ser compreendida como a expressão de sua inércia ou como a quantidade de matéria que compõe um corpo. Já o peso é uma força de atração gravitacional exercida entre corpos que possuem massa, logo o peso varia de acordo com a localização, quando varia a aceleração da gravidade e a massa permanece constante.

Assim, o processo de apropriação conceitual ocorre na medida em que o sujeito internaliza e transforma conhecimentos e conceitos culturais e históricos, modificando-os e integrando-os em sua estrutura cognitiva. Trata-se de um processo mediado por interações sociais e pelo uso de ferramentas culturais.

Na escola, a criança incorpora os conhecimentos de um modo distinto da experiência particular, espontânea, imediata, pragmática e concreta da vida cotidiana. E por meio da apropriação dos conceitos cientificamente sistematizados, a criança pode desenvolver teorizações, isto é, generalizações abstratas, que lhe permitem pensar sua realidade concreta de um modo qualitativamente superior. Superior no sentido de que seu pensamento, de posse destes conceitos, captura aspectos da realidade antes ocultos a sua consciência. (Monteiro, Silva e Rossler, 2016, p. 554).

Na figura 17 apresentada abaixo, é possível observar algumas das estratégias elencadas, como, por exemplo, colocar os estudantes considerados mais fortes nas pontas e inclinar o corpo para trás.

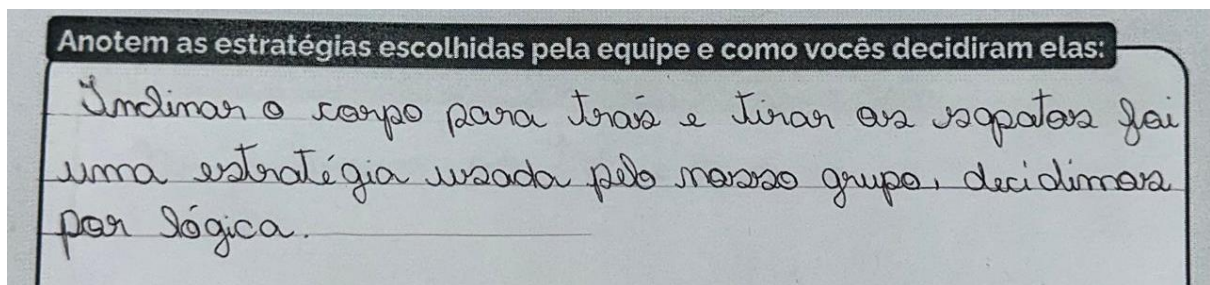
Figura 17 – Estratégias no cabo de guerra.



Fonte: Acervo próprio (2024).

Entendemos então que a situação apresentada aos estudantes proporcionou um problema desencadeador, no qual eles tiveram que agir coletivamente para solucionar a situação. Assim, percebemos que os estudantes passaram por processos de abstração na medida em que percebiam características essenciais, facilitando a compreensão e a manipulação de informações, como observamos na resposta da figura 18, em que o grupo relata que utilizou a estratégia de tirar os sapatos. Isso se deve ao fato de os sapatos estarem escorregando no chão da quadra. Logo nos primeiros grupos, muitos estudantes estavam escorregando e, então, nas outras rodadas da dinâmica, os estudantes pediram para retirar os sapatos para não perderem o atrito com o chão.

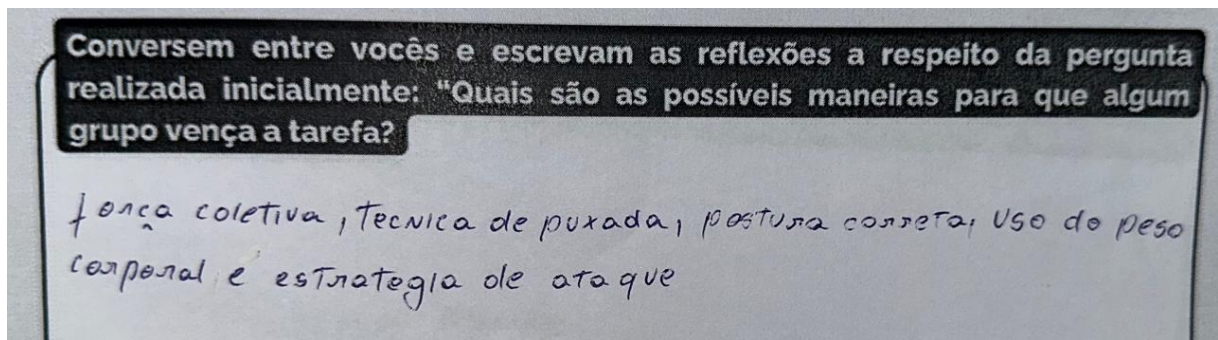
Figura 18 – Resposta 2 ao primeiro questionamento do roteiro 1.



Fonte: Acervo próprio (2024).

Na figura 19, um grupo de estudantes apresenta possíveis maneiras para vencer a tarefa, como força coletiva, técnica de puxada, postura correta, uso do peso corporal e estratégia de ataque. O fato de exporem a necessidade de realizar força coletiva aponta que foi preciso que os membros do grupo se organizassem de modo que trabalhassem em equipe para que todos fizessem o movimento ao mesmo tempo, na medida em que perceberam que realizar os esforços em momentos diferentes não teria efetividade. Outro ponto importante relatado é o uso do peso corporal, reforçado por Augusto (16F), no qual atribuem uma grande significação para o uso da massa do corpo, principalmente ao inclinar para trás para realizar o movimento de puxar a corda.

Figura 19 – Resposta 1 ao segundo questionamento do roteiro 1.



Fonte: Acervo próprio (2024).

Compreendemos, então a importância dada ao trabalho colaborativo, em que os estudantes demonstraram a necessidade de compartilharem informações e dialogarem, na busca por um objetivo em comum e uma melhor resolução da situação apresentada. Peixoto e Carvalho (2007) apresentam algumas noções fundamentais para a distinção entre trabalho cooperativo e colaborativo, em que temos o objetivo compartilhado, no qual as autoras ressaltam que os grupos agem ou trabalham com a finalidade de atingir um objetivo comum compartilhado.

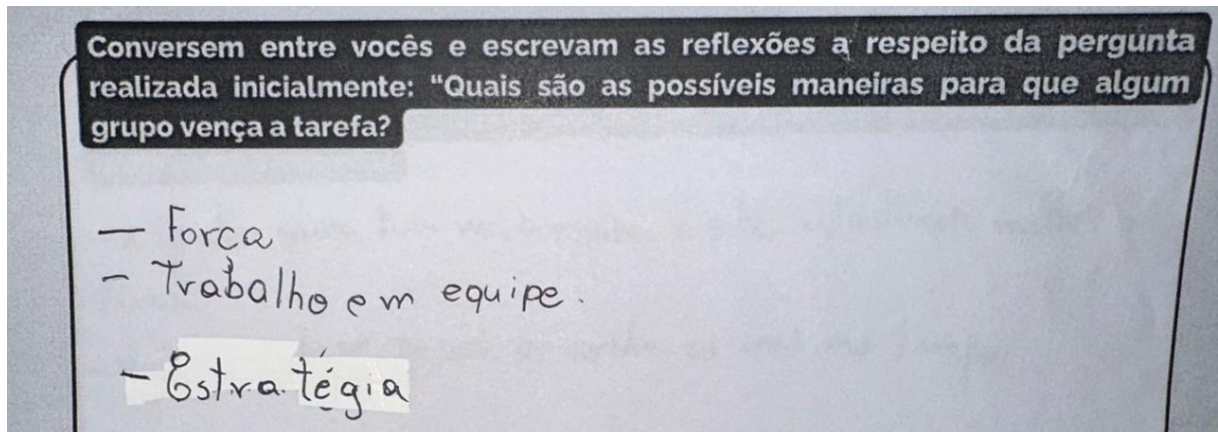
Mas a partilha pode ser considerada em, pelo menos, dois sentidos: por um lado, dividir o todo em partes e, por outro, tomar parte ou participar de alguma coisa. No quadro da tarefa cooperativa, a partilha é entendida no sentido de divisão, ao passo que, no quadro de uma colaboração, partilha significa participação. (Peixoto; Carvalho, 2007, p. 194).

Em correspondência com a figura 19, temos na figura 20, respostas de um grupo composto por Olívia e Bianca, que relataram a força, trabalho em equipe e estratégia. Desse modo, é perceptível novamente a importância atribuída ao trabalho

em equipe, não necessariamente por a tarefa ser realizada em grupo, mas pelo fato de os grupos apresentarem características de trabalho coletivo e ressaltarem essa necessidade, na medida em que foi preciso se organizarem, haver comunicação, atribuir funções, planejar as ações com o objetivo de obter um resultado em comum. Damiani (2008, p. 215) aponta que Vygotsky:

[...] argumenta que as atividades realizadas em grupo, de forma conjunta, oferecem enormes vantagens, que não estão disponíveis em ambientes de aprendizagem individualizada. O autor explica que a constituição dos sujeitos, assim como seu aprendizado e seus processos de pensamento (intrapsicológicos), ocorrem mediados pela relação com outras pessoas (processos interpsicológicos). Elas produzem modelos referenciais que servem de base para nossos comportamentos.

Figura 20 – Resposta 2 ao segundo questionamento do roteiro 1.

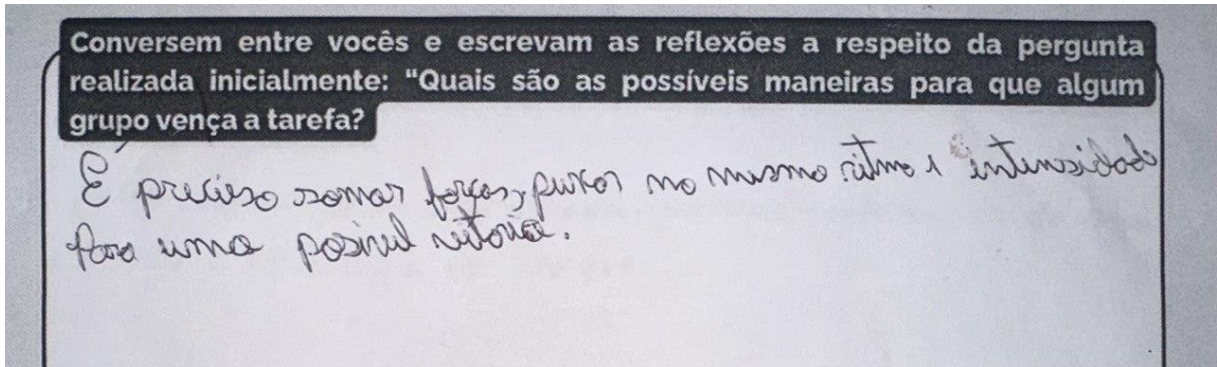


Fonte: Acervo próprio (2024).

Compactuando com as respostas apresentadas acima, temos na figura 21 que, para vencer a tarefa, é necessário somar forças, puxar no mesmo ritmo e intensidade. Podemos inferir que essa resposta indica que a tarefa deve ser realizada em conjunto, no compartilhamento das ações. Na medida em que os estudantes utilizaram as expressões “somar forças” e “puxar no mesmo ritmo”, apontam que os componentes do grupo devem se auxiliar para obterem êxito, desenvolvendo tanto a cooperação quanto a colaboração.

Nesta perspectiva, o trabalho compartilhado deve caminhar, tendo em vista a relação entre a cooperação e a colaboração, pois é na cooperação que encontramos a origem do desenvolvimento intelectual do indivíduo. Graças a ela, o indivíduo pode transformar a maneira como trata o objeto. (Lopes *et al.*, 2016, p. 25).

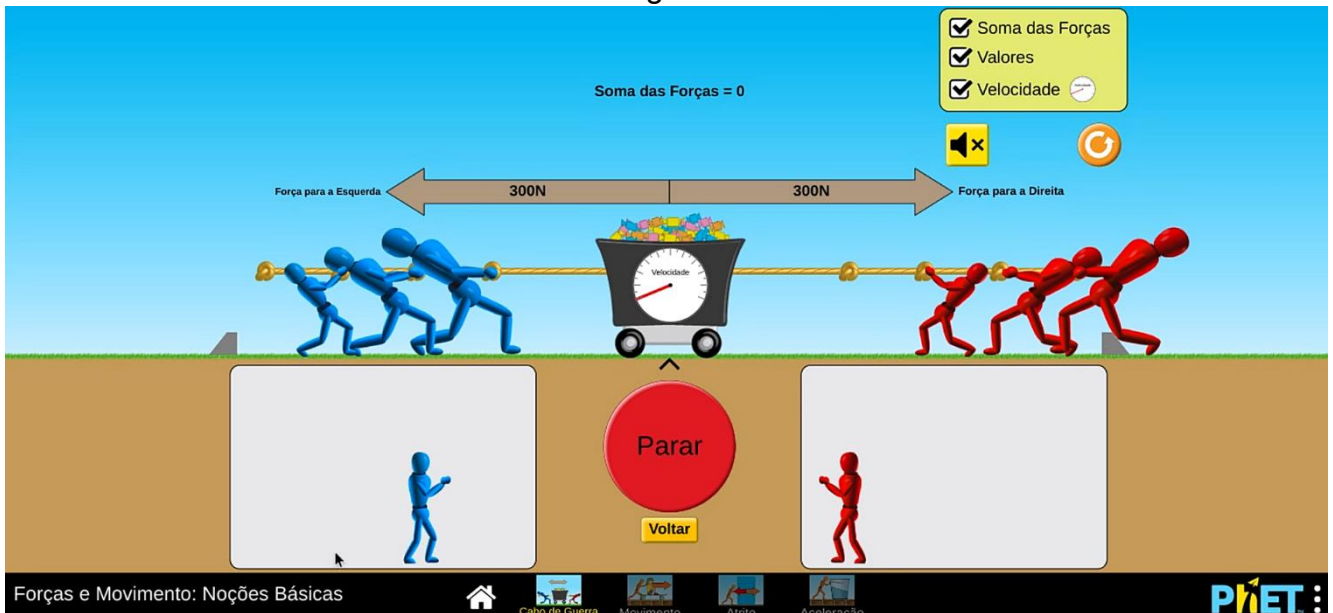
Figura 21 – Resposta 2 ao segundo questionamento do roteiro 1.



Fonte: Acervo próprio (2024).

Na captura de tela apresentada na figura 22, é possível observar a tentativa de um dos grupos em organizar o cabo de guerra de modo que a disposição dos personagens corrobora com uma das estratégias citadas. Logo, na equipe vermelha, é organizada do menor personagem para o maior, no sentido do meio para a ponta, e na equipe azul, é organizada do maior personagem para o menor, no sentido do meio para a ponta. Vale ressaltar que os personagens da simulação possuem tamanhos padrões, o que poderia corresponder a massas corporais padrões, o que dificilmente ocorreu na dinâmica realizada na quadra do colégio. Nessa gravação, os estudantes percebem que, desse modo, a força resultante para a direita e para a esquerda é de 300 N, fazendo com que não haja movimento do carrinho que está no centro. Logo, é colocado o último personagem na equipe azul, fazendo o carrinho se movimentar para a esquerda e, um pouco depois, é colocado o último personagem vermelho, equilibrando as forças, porém, devido à velocidade adquirida, a vitória é da equipe azul.

Figura 22 – Captura de tela de uma gravação de realização da simulação do cabo de guerra.



Fonte: Acervo próprio (2024).

Desse modo, percebemos a tentativa dos estudantes em verificar uma das estratégias utilizadas no cabo de guerra realizado na quadra do colégio, um processo importante que aponta uma ascensão para uma melhor apreensão da estratégia. Na medida em que podiam manipular algumas variáveis, foi possível que tivessem uma compreensão mais aprofundada com relação à estratégia estabelecida.

A realização da simulação computacional foi importante para que os estudantes pudessem visualizar as estratégias, de modo que fosse possível fazer as manipulações, impactando positivamente o entendimento a respeito do conceito estudado, abrindo discussões entre os grupos com relação à execução da tarefa em si.

Portanto, a maioria das respostas que tivemos foram relacionadas ao posicionamento dos participantes, com os considerados mais fortes ficando nas pontas, além de inclinar o corpo para trás e a realização do trabalho em equipe.

Episódio formativo 2 – Formalizando o conceito de força

Esse episódio é composto por 30 *flashes* (30F), os quais correspondem a dois diálogos, sendo o primeiro com 10 *flashes* e o segundo com 15 *flashes*, além de três imagens correspondentes às respostas de três roteiros e 2 capturas de tela da

gravação de tela das simulações realizadas. Com esse episódio, temos o intuito de apresentar e discutir as percepções que os estudantes possuem com relação ao conceito de força, percebendo as relações estabelecidas e as associações construídas para o entendimento do conceito.

Iniciamos com a apresentação de um diálogo extraído da síntese geral relacionada à tarefa 2, durante a realização da aula de número 5. No diálogo é apresentada a percepção que os estudantes, enquanto grupo, obtiveram com relação aos conceitos que foram propostos, sendo realizado no findar da tarefa 2, após terem realizado a simulação, discutido em grupos e respondido o roteiro. Logo depois, é feita uma relação com a resposta de um grupo ao roteiro 2 e, então, é apresentado um segundo diálogo da mesma síntese geral, a fim de complementar as discussões estabelecidas. Por fim, analisamos duas capturas de tela da gravação de tela das simulações para entender como ocorreu esse processo de manipulação experimental, bem como a construção dos processos mentais com relação ao conceito de força.

O diálogo apresentado abaixo corresponde ao compartilhamento de ideias de um dos grupos com o restante da turma, intermediado pelo professor.

- 01- Professor:** _ Como que vocês explicam o conceito de força?
- 02- Maiara:** _ Quando aplicamos a força, conseguimos adquirir movimento. Quanto mais força aplicamos, mais movimento o objeto tem.
- 03- Professor:** _ Interessante. Quanto mais força é aplicada, ela disse, quanto mais força é aplicada, mais movimento você tem no objeto. Vocês concordam com isso? (Pergunta direcionada para o restante da turma).
- 04-** Alguns estudantes balançam a cabeça indicando afirmação e o restante permanece em silêncio.
- 05- Professor:** _ O que vocês entendem sobre os conceitos de velocidade e aceleração?
- 06- Ariel:** _ Quando você aplica força em um objeto, ele se movimenta, assim adquirindo velocidade. A aceleração é uma variação da velocidade.
- 07- Professor:** _ E, por fim... Essa resposta vocês perceberam? É parecida com o que as meninas tinham falado? Essa número 2, esse segundo questionamento? É parecido ou não? Com o que elas disseram sobre a variação, o quão rápido é essa velocidade.
- 08-** Os estudantes não esboçam reação.

09- Professor: _ Como que vocês percebem então a atuação da massa nesse movimento?

10- Paulo: Quanto maior é a massa, menor é o movimento e quanto maior ... Quanto maior a massa, é necessário mais força para o objeto se movimentar.

Primeiramente, é interessante ressaltar o que a estudante Maiara explica sobre o conceito de força formulado pelo grupo (2F): *“Quando aplicamos força, conseguimos adquirir movimento. Quanto mais força aplicamos, mais movimento o objeto tem”*. Essas afirmações apresentam uma noção de que, ao empurrar algum objeto, essa ação faz com que o objeto entre em movimento, logo, se há a aplicação de mais força, mais movimento o objeto adquire. Nesse caso, podemos relacionar com o fato de que, ao retirarmos algum objeto do repouso, a sua velocidade é alterada e, então, ele adquire uma certa aceleração.

Desse modo, percebemos a importância da simulação computacional realizada nessa tarefa, na medida em que possibilitou aos estudantes a observação e a manipulação para que pudessem aumentar a compreensão com relação à aplicação de força. Assim, os estudantes utilizaram a tecnologia para a realização da tarefa, mas de modo que tivessem um propósito, não executando a simulação de qualquer maneira, contudo buscando entender e estabelecer associações para um melhor entendimento do conceito. Isso demonstra que, ao utilizarmos a tecnologia com objetivos estabelecidos, entendendo-a como um produto social, o qual é carregado de valores, é possível alcançar as suas potencialidades.

Percebemos uma relação com a resposta apresentada na figura 23, na qual o grupo de estudantes afirma que quanto mais peso, no caso, mais massa o objeto tiver, mais força será necessária para o objeto se movimentar e mais tempo empurrando para que se consiga ir mais rápido, o que, no entanto, pode se referir a uma maior variação da velocidade. Compactuando com essas afirmações, no diálogo apresentado acima, o estudante Paulo explica que: *“Quanto maior é a massa, menor é o movimento e quanto maior... Quanto maior a massa, é necessário mais força para o objeto se movimentar”*.

Sendo assim, entendemos que há uma internalização do conceito de força por parte dos grupos de estudantes, na medida em que apresentam uma reflexão e apreensão do significado do objeto, que partem do entendimento de que para a

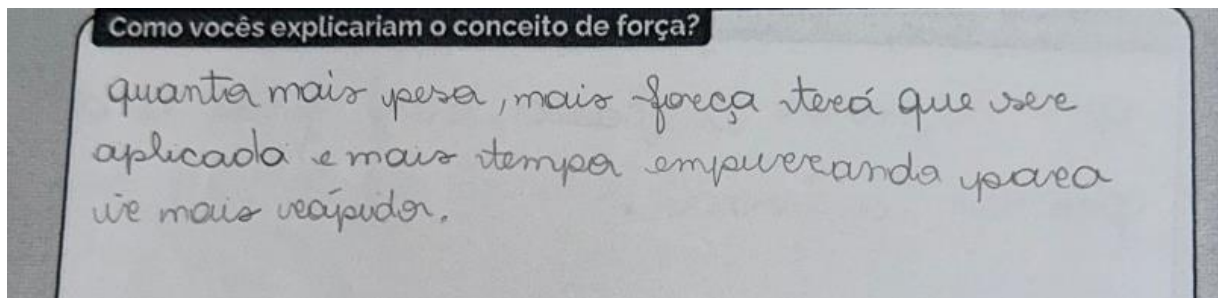
aplicação de força é necessário compreender a massa do objeto e a aceleração que o mesmo vai adquirir. Santos *et al.* (2021, p. 8) afirmam que Vygotsky defende o processo de internalização e explanam

[...] que compreende o momento em que o aprendizado se completa, quando, ao refletir sobre o nome e o significado do objeto, ao internalizá-los, consegue abstrair o conceito e torná-lo universal, via mediação da linguagem, na troca com os outros. Assim se apreende conhecimentos, papéis sociais e valores.

Percebemos essa completude do aprendizado devido à transformação de uma atividade externa, intersubjetiva e social em uma atividade interna, individual e intrasubjetiva, sendo medida pela cultura, em especial pela linguagem. Logo, os estudantes apresentam uma reconstrução gradual, apropriando-se de ferramentas culturais na formalização dos seus próprios processos mentais superiores.

Assim, a internalização configura uma espécie de "determinação sistemática" que tem lugar através de mecanismos de seleção nos quais, de um lado, aparecem significados gerais em contextos gerais, no plano individual e, de outro, generalizações das variações de pensamentos que se estabelecem no social. (Rossi; Rossi, 2012, p. 3).

Figura 23 – Resposta 1 ao primeiro questionamento do roteiro 2.

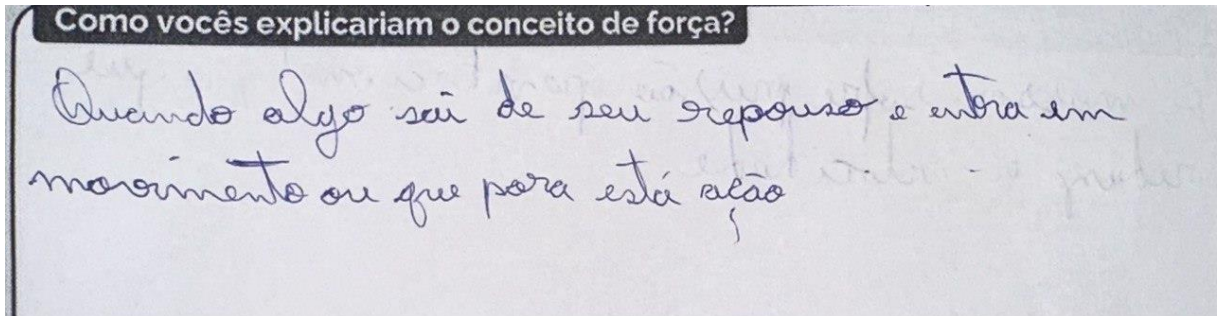


Fonte: Acervo próprio (2024).

Já na figura 24, observamos uma outra resposta apresentada por um grupo formado pelos estudantes Ruan, Elton e Otávio (Ruan e Otávio aparecerão ou serão citados no próximo diálogo). O grupo argumenta que força é quando algo sai do repouso e entra em movimento ou algo que para essa ação. Percebemos mais uma vez a relação que os estudantes atribuem ao fato de que, ao se aplicar força, algo se movimenta ou faz com que o objeto pare o movimento. Podemos relacionar essa percepção com as possibilidades apresentadas pela simulação computacional, na qual os estudantes, ao buscarem soluções para a SDA proposta, faziam o movimento de empurrar objetos, podendo perceber que a aplicação de força movimentava os

objetos e, quanto maior fosse a massa do objeto que eles colocavam na simulação, mais força seria necessário aplicar.

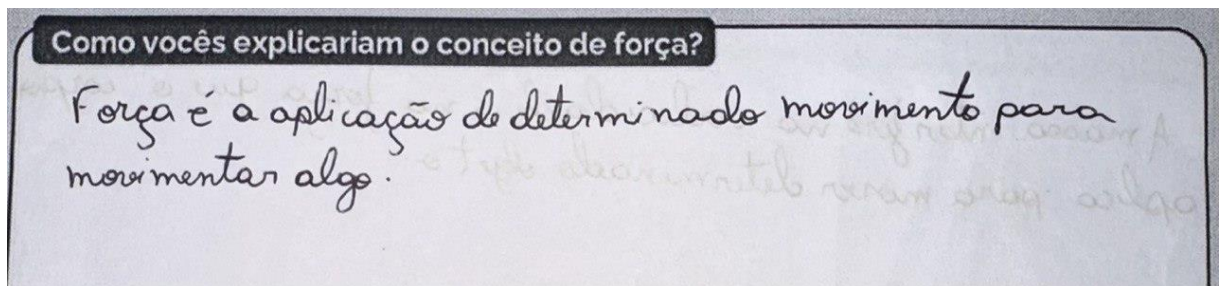
Figura 24 – Resposta 2 ao primeiro questionamento do roteiro 2.



Fonte: Acervo próprio (2024).

Podemos observar na figura 25, que apresenta uma resposta do grupo composto pela estudante Olívia, que o grupo explica que a força é a aplicação de determinado movimento para movimentar algo. Podemos perceber a relação com as outras respostas apresentadas, quando novamente os estudantes associam que, para movimentar algo, é necessária a aplicação de força. Logo, percebemos que, mesmo que a resposta não esteja tão formalizada, os estudantes utilizaram de seus conhecimentos adquiridos, bem como de sua linguagem, ao empregarem as próprias palavras para explicar um conceito.

Figura 25 – Resposta 3 ao primeiro questionamento do roteiro 2.



Fonte: Acervo próprio (2024).

Todas as respostas apresentadas pelos estudantes demonstram as percepções que eles tiveram ao utilizar a simulação computacional “Força e Movimento: Noções Básicas”, na aba movimento, de modo a buscar uma solução para a SDA proposta, que requeria estabelecer métodos para auxiliar um suposto

estudante a organizar estratégias para levar os objetos para fora de casa. Nesse movimento, é possível observar que houve o entendimento de que a massa dos objetos interfere no movimento e na força a ser aplicada. Logo, movimentar objetos que possuem uma maior massa requer uma maior aplicação de força, de modo que as duas grandezas são diretamente proporcionais. Conseqüentemente, ao realizar esse movimento, o objeto altera a sua velocidade e, indo de acordo com a resposta exposta na figura 23, para um objeto com maior massa, para que ele possa ir mais rápido, é necessário empurrar por mais tempo ou aplicar uma força de maior módulo.

O segundo diálogo corresponde ao compartilhamento de ideias de um grupo diferente do primeiro, que foi socializado com o restante da turma, intermediado pelo professor.

01-Professor: _ Vamos lá, meninos, o que vocês explicariam a respeito do conceito de força?

02- Elton: _ É quando algo sai de seu repouso e entra em movimento.

03- Pausa e silêncio.

04- Professor: _ O que vocês entendem sobre o conceito de velocidade e aceleração?

05- Elton: _ Aqui, eu vou falar com as palavras do Ruan. A aceleração é a capacidade de se manter em movimento ou acelerar exponencialmente.

06- Professor: _ São as palavras do Ruan? Foi só o Ruan que respondeu? Vocês não conversaram não?

07- Elton: _ Aqui oh, a letra é minha.

08- Professor: _ A letra é sua? Mas o grupo discutiu e debateu as ideias?

09- Os membro grupo: _ Sim.

10- Elton: _ A velocidade é a capacidade de se deslocar constantemente.

11- Professor: _ E como vocês percebem a atuação da massa nesse movimento?

12- Elton: _ A massa sofre pressão gravitacional, o que reduz a velocidade.

13- Professor: _ Então vocês acham que se tiver mais massa lá na simulação, quando tinha mais massa, o que acontecia com a pessoa que empurrava lá?

14- Otávio: _ Tinha que se esforçar mais.

15- Elton: _ Mais força tinha que ser aplicada.

Nesse diálogo, o estudante Elton, ao ser questionado pelo professor se apenas o estudante Ruan respondeu às questões, expõe algo notável ao relatar que ele próprio era responsável por escrever as respostas no roteiro, haja vista que, durante a aplicação do experimento didático, nessa mesma tarefa, em um momento que não foi captado pela câmera e ficou apenas nas anotações relevantes do pesquisador, o mesmo grupo foi questionado a respeito do modo como estavam se organizando para realizar a tarefa. Então, o estudante Elton disse ao professor que cada um dos estudantes tinha uma atribuição. Ele era responsável por escrever as respostas, enquanto o estudante Ruan, citado no diálogo, com outros dois estudantes, expunham suas ideias, e os demais colegas realizavam a simulação e auxiliavam na discussão. Esse fato nos permite perceber que os estudantes tiveram autonomia para se organizarem e buscarem resoluções para a tarefa, na medida em que realizavam a simulação e propunham uma melhor resposta para o roteiro.

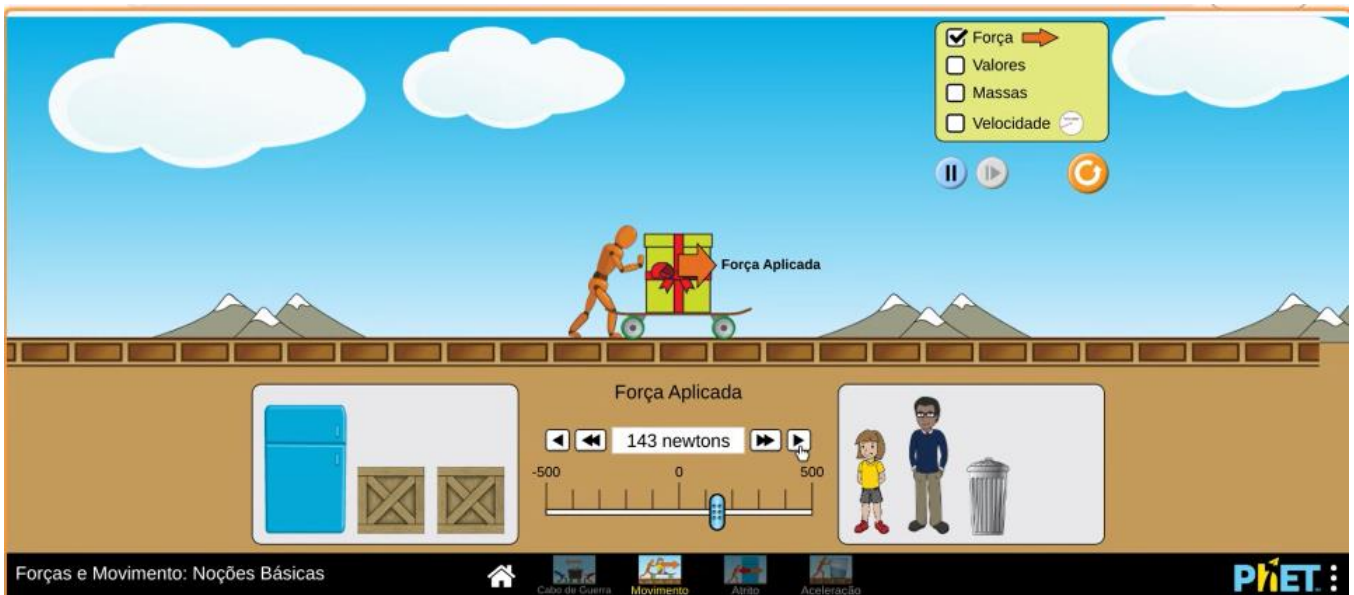
Desse modo, percebemos novamente a importância do trabalho coletivo, em que há troca de ideias, de modo que cada um tem o seu momento de compartilhar o que compreendeu e aprendeu com a tarefa, possibilitando maiores abstrações com relação aos conceitos, na tentativa de formular uma resposta concisa, para chegar a algo mais concreto, com a possibilidade de chegar no cerne do conceito.

Analisamos que os grupos, ao realizarem as simulações, foram estabelecendo processos psíquicos que foram se internalizando, na medida em que manipulavam as variáveis na busca por solucionar a situação proposta, e depois na tentativa de entender os conceitos físicos, propondo explicações de acordo com os seus conhecimentos adquiridos.

Assim sendo, pode-se concluir que o aluno internaliza certo conceito no momento em que consegue aplicá-lo em algum momento em que se faz necessária sua utilização para resolver determinado problema específico e, além disso, consegue também reproduzi-lo de forma que suas principais características sejam evidenciadas. (Barros; Vaz, 2016, n. p.)

Podemos observar nas imagens 26 e 27, capturas de tela que mostram parte da realização da simulação por um grupo, na qual inicialmente utilizaram apenas um objeto em cima do carrinho e avaliaram a força que seria aplicada e, em sequência, realizaram a análise ao adicionar mais objetos com valores de massas distintas, exigindo a aplicação de mais força, ou como o estudante Otávio relata a respeito da pessoa que empurra os objetos (14F): *“Tinha que se esforçar mais.”*

Figura 26 – Captura de tela de uma gravação de realização da simulação movimento.

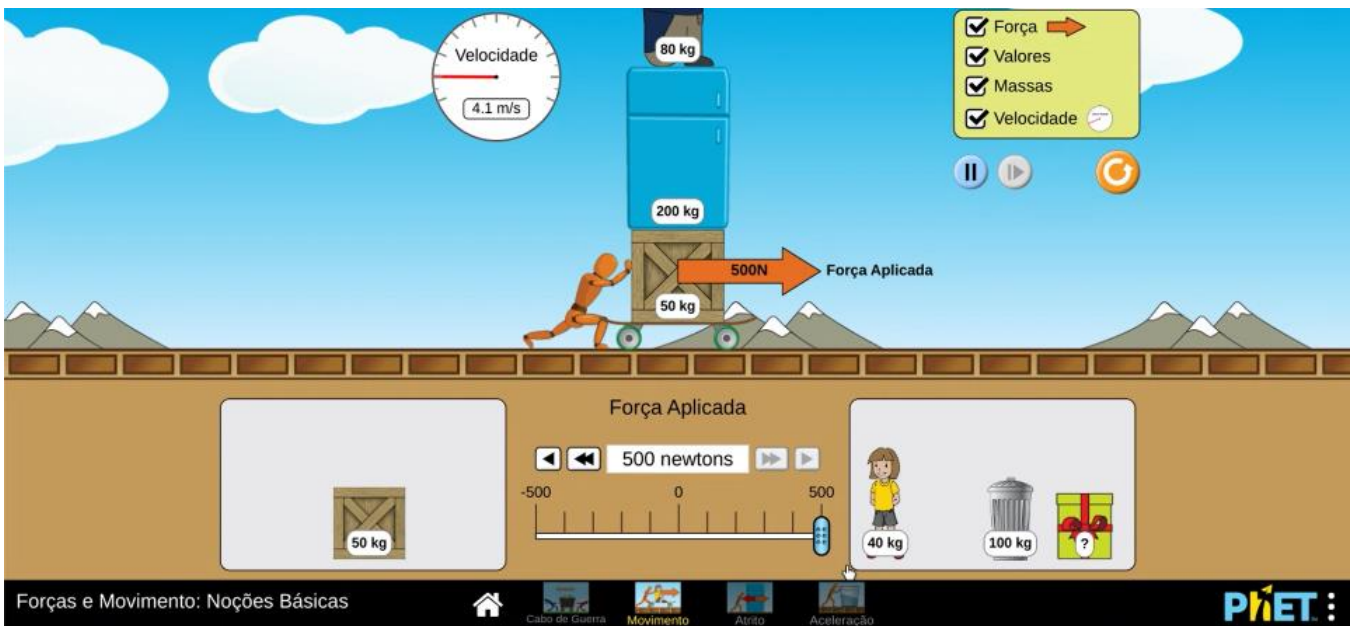


Fonte: Acervo próprio (2024).

Na figura 27, apresentada abaixo, os estudantes utilizaram como objetos uma caixa de 50 kg, uma geladeira de 200 kg e uma pessoa de 80 kg, que foram dispostas em cima de um carrinho, no qual o personagem da simulação aplica uma determinada força para empurrá-lo. Sendo assim, podemos perceber que é possível variar os valores relacionados com a força aplicada e a massa, mostrando assim a velocidade adquirida pelo conjunto em determinado instante.

Observamos então alguns pontos importantes com relação ao uso da simulação computacional, como o fato de a visualização auxiliar na percepção e entendimento e a manipulação de variáveis possibilitar a suposição de diversos cenários. Podemos, assim, auxiliar os estudantes na busca por uma solução para a situação proposta.

Figura 27 – 2º Captura de tela de uma gravação de realização da simulação movimento.



Fonte: Acervo próprio (2024).

Diante das observações apresentadas, vale ressaltar que, apesar do potencial das simulações computacionais para o Ensino de Física, com uma organização do ensino fundamentada, cabe discutir as suas limitações. Como por exemplo, uma geladeira de 200 kg em cima de uma caixa de 50 kg, supondo que ela esteja vazia, não faria a caixa se despedaçar? Ou outros questionamentos podem surgir, como: seria seguro uma pessoa ser empurrada em cima de uma geladeira em uma situação real? Logo, é importante que sejamos críticos com relação à utilização das simulações, no sentido de entender a melhor forma de atingir os objetivos estabelecidos com as tarefas estipuladas.

Portanto, com relação ao conceito de força, podemos aferir que a maioria dos grupos a associa com o movimento, relatando que a força é a aplicação do movimento, que é uma ação que pode causar a aceleração de um corpo, que é quando algo sai do repouso e entra em movimento. Vale destacar a associação que os estudantes fazem com relação ao peso e à massa, atribuindo o mesmo significado para ambos. O foco principal das tarefas não foi a realização dessa diferenciação, mas por se tratar de conceitos que compõem o mesmo conteúdo físico, é de suma importância que o docente estabeleça fisicamente as suas definições.

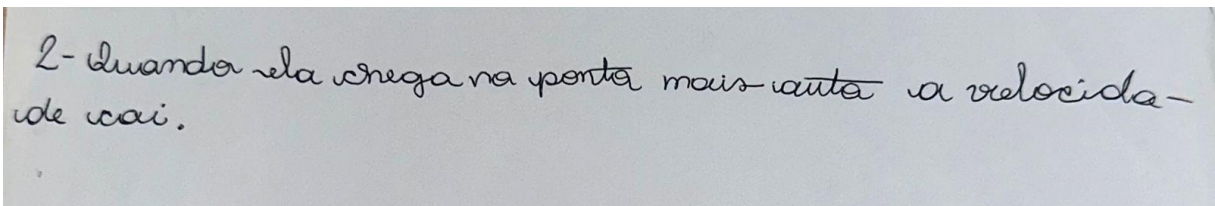
Além disso, cabe ressaltar a percepção que os grupos têm com relação à atuação da massa do objeto no movimento realizado na simulação, de modo que a maioria expõe que, quanto maior for a massa, mais força deve ser aplicada e, em contrapartida, quanto menor é a massa do objeto, menor é a força a ser aplicada.

Episódio formativo 3 - Entendendo o processo de transformação de energia em uma pista de skate

O episódio de número 3 corresponde à terceira tarefa realizada, na qual a situação propôs entender o que acontece quando a skatista atinge o ponto mais alto na pista de skate. Ele é composto de 6 *flashes*, de modo que 5 correspondem a respostas dos grupos realizadas no roteiro 3 e uma captura de tela de uma gravação de realização da simulação “energia na pista de skate”. Sendo assim, com a organização desse episódio, pretendemos apresentar o modo como os estudantes entenderam o processo de transformação de energia na SDA realizada, bem como a formalização do conceito de energia.

Na figura 28, é apresentado como resposta que, ao chegar ao ponto mais alto da pista, a velocidade vai cair, o que de fato ocorre devido à inversão do movimento. No ponto mais alto a ser atingido pela skatista na simulação, a velocidade é nula.

Figura 28 – Resposta 1 ao segundo questionamento do roteiro 3.

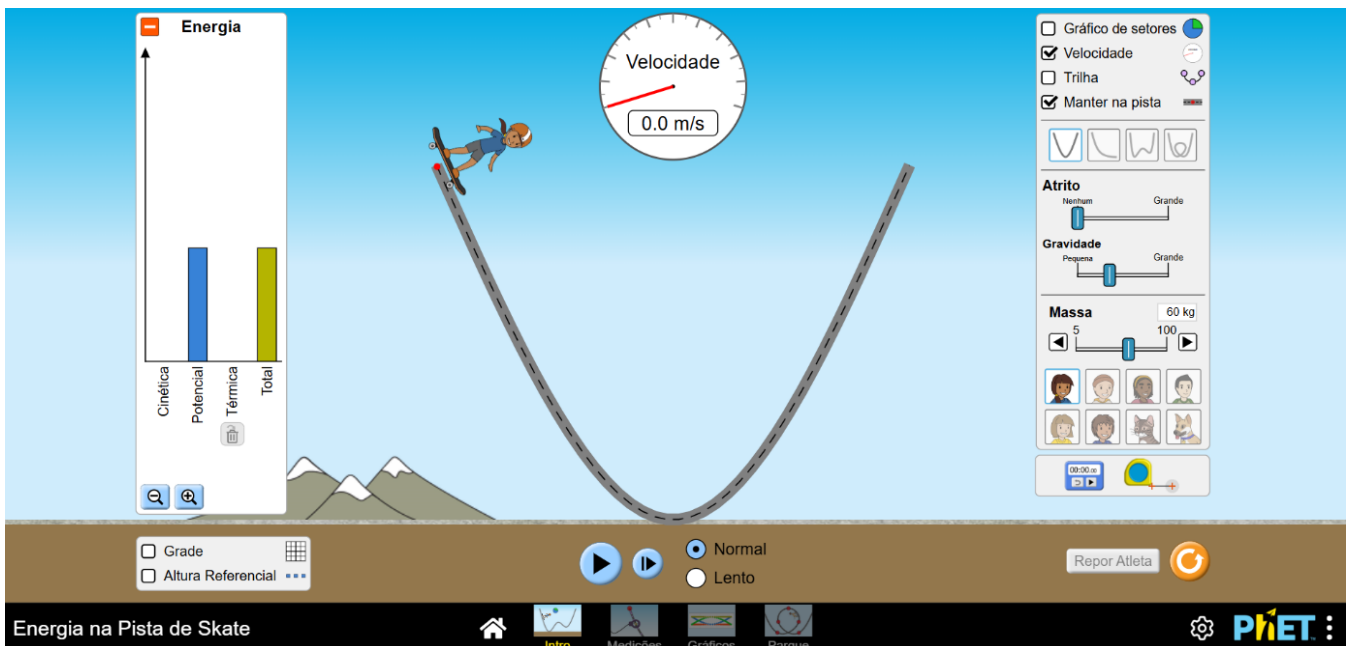


2- Quando ela chega na ponta mais alta a velocidade de cai.

Fonte: Acervo próprio (2024).

Assim, conforme mostrado na figura 29, em uma situação na qual a skatista é colocada na pista, sem que haja atrito entre as rodinhas do skate e a pista, observamos que, no ponto mais alto atingido, a velocidade instantânea é nula.

Figura 29 – Captura de tela de uma gravação de realização da simulação energia na pista de skate.



Fonte: Acervo próprio (2024).

Uma compreensão interessante é apresentada na resposta abaixo (figura 30) do grupo ao qual a estudante Marina, já citada em um dos diálogos, faz parte. Na qual é apresentado como resposta que, ao atingir o ponto mais alto, ocorrerá uma variação entre a energia potencial e a cinética, destaque para o trecho “*quando ela sobe a potencial eleva*”, que, coerentemente, podemos observar na figura 29. Logo, quando a skatista atinge o ponto mais alto, com uma velocidade igual a zero, toda a sua energia de movimento (cinética) é transformada em potencial. Porém, devido à altura, massa e à atuação da gravidade, essa energia é convertida em potencial gravitacional, lembrando que desconsideramos nesse caso a atuação das forças dissipativas, como o atrito e a resistência do ar.

Figura 30 – Resposta 2 ao segundo questionamento do roteiro 3.

2. Foi uma variação entre potencial e cinética, quando ela sobe a potencial eleva e quando ela desce a cinética baixa.

Fonte: Acervo próprio (2024).

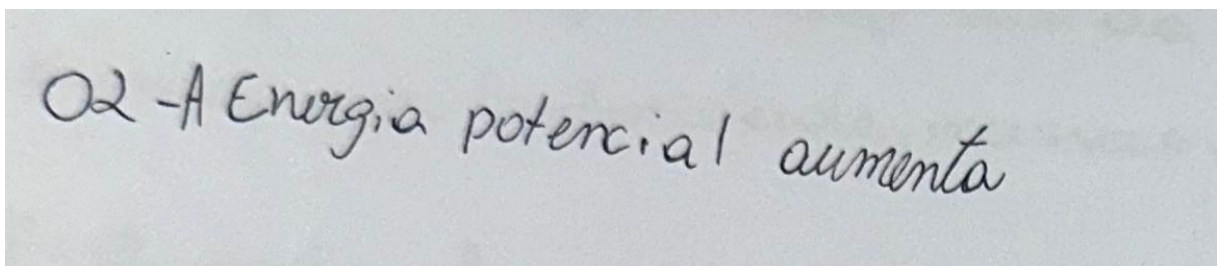
Em concordância com a resposta da figura 30, temos na figura 31 uma resposta de outro grupo, do qual a estudante Olívia participa, que expressa que, quando a skatista atingir o ponto mais alto, a energia potencial aumenta. Observamos, assim, que diferentes grupos apresentaram respostas consistentes e coerentes, que representam a visão que o grupo teve com relação à efetivação da tarefa, na medida em que realizaram a simulação computacional e discutiram em grupo.

Sendo assim, fica visível o quão importante é o estudante ser um sujeito ativo em seu processo de ensino e aprendizagem, atuando na construção do seu conhecimento, percebendo a necessidade dos conteúdos estudados, na medida em que se defronta com as contradições proporcionadas, como relatam Cedro, Moraes e Rosa (2010, p. 429): “a importância de o estudante ser sujeito da atividade está relacionada com a possibilidade ativa de apropriação do conhecimento científico e, com isso, a formação do pensamento teórico”.

Desse modo, fica visível que os estudantes passaram por processos de abstração com relação ao conceito estudado, na medida em que realizavam a simulação e modificavam as variáveis para o melhor entendimento da situação proposta. Logo, por meio da ascensão do abstrato ao concreto, compreendendo a realidade para além da aparência, é possível perceber que os estudantes se apropriaram do conhecimento científico.

Assim, o conceito é compreendido como um dado da experiência humana construída historicamente e, portanto, representar um objeto por conceito é compreendê-lo na sua essência dentro deste processo histórico, verificando as contradições e as não semelhanças em um movimento concreto-abstrato-concreto, esta é a base para o desenvolvimento do pensamento teórico. (Romeiro; Moretti, 2016, p. 3).

Figura 31 – Resposta 3 ao segundo questionamento do roteiro 3.



Fonte: Acervo próprio (2024).

Já na figura 32, temos uma resposta de um grupo que possui os estudantes Elton, Ruan e Otávio como integrantes, que fazem uma associação com outra

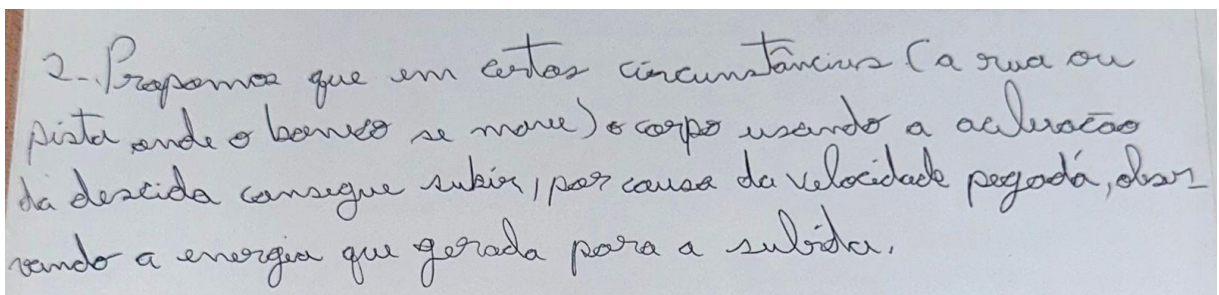
situação, demonstrando que o grupo conseguiu abstrair a problemática a partir da realização da simulação e trouxe uma possível generalização ao relacionar com a rua, o que corrobora com os aspectos cognitivos de uma situação de ensino, na qual é preciso que os pensamentos empíricos e teóricos passem pelos processos de abstração e generalização para promover a formalização de conceitos (Panossian, Tocha, 2020).

Entretanto, devemos considerar que a generalização é um processo importante na constituição do conceito, haja vista que, quando expressamos a realidade na forma de conceito, estamos nos apropriando do pensamento teórico, como afirmam Cedro, Moraes e Rosa (2010, p. 430): “dependendo da teoria que sustenta o ensino, podemos ter diferentes tipos de generalização dos conhecimentos.” Os autores, na mesma página, ainda complementam que “a generalização constitui o eixo principal na formação do conceito”.

Consideramos importante também o movimento do abstrato para o concreto, no qual ambos são objetos do pensamento e o concreto contempla o que realmente existe. Já a abstração corresponde à mediação que permite o nosso pensamento transpor o concreto empírico para o pensado. Logo, essa relação entre o abstrato e o concreto, no método dialético, é uma via de mão dupla, em que o concreto é o ponto de partida e de chegada, mediado pelo abstrato.

O concreto é concreto por que é a síntese de múltiplas determinações, portanto unidade da diversidade. Por essa razão, o concreto aparece no pensamento como processo da síntese, como resultado, não como ponto de partida, não obstante seja o ponto de partida e, em consequência, também o ponto de partida da intuição e da representação. Na primeira via, a representação plena foi volatilizada em uma determinação abstrata; na segunda as determinações abstratas levam à reprodução do concreto por meio do pensamento[...] O método consiste em elevar-se do abstrato ao concreto, em reproduzi-lo como concreto espiritual. (Marx; 2011, p. 54).

Figura 32 – Resposta 4 ao segundo questionamento do roteiro 3.



2. Propomos que em certas circunstâncias (a rua ou pista onde o bonco se move) o corpo usando a aceleração da descida consegue subir, por causa da velocidade pegada, observando a energia que gerada para a subida.

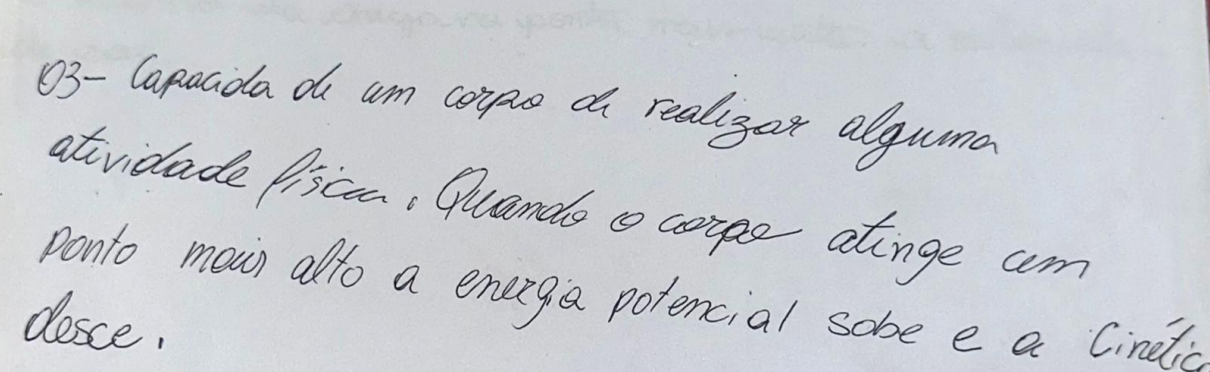
Fonte: Acervo próprio (2024).

À vista disso, complementam que o corpo utiliza a aceleração adquirida na descida para conseguir subir, seja em uma rua ou na pista de skate, e ainda complementam a respeito da energia que é gerada, permitindo a subida. Desse modo, fica perceptível a tentativa de explicar um processo de transformação de energia, pois quando explicam que o corpo utiliza a aceleração da descida e consegue subir, há a energia que está associada ao movimento do corpo, que na medida em que o corpo subir a rua ou a pista de skate, será transformada em outros tipos.

Desse modo, há uma explicação que está próxima à experiência vivenciada, porém com uma tentativa de rigor e transformação do pensamento, logo é preciso compreender que “há necessidade do estabelecimento de relações que decorrem não somente da observação, mas de uma análise sistêmica do fenômeno” (Rosa; Moraes; Cedro, 2010, p. 76).

Na figura 33 é exposta uma resposta para o questionamento 3 do roteiro 3 de um grupo ao qual a estudante Olívia participava, que perguntava o seguinte: “o que vocês compreendem a respeito do conceito de energia e dos processos de transformação de energia?”. Temos como resposta que energia é a “*capacidade de um corpo de realizar alguma atividade física*”, o que tende a ir de encontro com o que é apresentado no capítulo 1 deste trabalho, no qual discutimos que a definição de energia é bem complexa, pois refere-se a um conceito que é abstrato. Contudo, se considerarmos uma definição mais formalizada, a resposta apresentada pelo grupo é bem satisfatória, mesmo que tenham limitado a energia como a capacidade de realizar apenas atividade física. Assim, a resposta apresentada vai além da experiência imediata, na medida em que foi construído um conhecimento mais fundamentado e aprofundado.

Figura 33 – Resposta ao terceiro questionamento do roteiro 3.



03- Capacidade de um corpo de realizar alguma atividade física. Quando o corpo atinge um ponto mais alto a energia potencial sobe e a cinética desce.

Fonte: Acervo próprio (2024).

Percebemos que a resposta apresentada na figura 33 caracteriza-se como uma relação conceitual que vai do universal para o particular, na medida em que os estudantes especificam que a energia é a capacidade que um corpo tem de realizar alguma atividade física. À vista disso, Romeiro e Moretti (2016, p. 3) relatam que, para Davidov, o pensamento teórico é:

[...] a representação da atividade objetiva nas formas universais das coisas, é quando o sujeito utiliza menos representações empíricas através da classificação comum dos objetos particulares e opera mais com a utilização de conceitos em uma inter-relação dos objetos isolados dentro de um todo, do universal para o particular, é ascensão do abstrato para o concreto.

Assim sendo, percebemos uma apropriação do conhecimento teórico, na medida em que as relações estabelecem uma ligação entre a definição geral e um caso particular, além da concretização mediante a transformação do saber em uma definição construída por meio de uma dedução e uma explicação (Rosa; Moraes; Cedro, 2010).

Portanto, percebemos que as respostas apresentadas nos roteiros mostram que os grupos de estudantes conseguiram entender algumas transformações de energia que ocorreram na simulação computacional, como a transformação entre cinética e potencial, além de apresentarem respostas significativas para a SDA proposta, demonstrando aquisição de conhecimento científico e pensamento teórico. Logo, a situação de ensino foi importante, pois contemplou os aspectos cognitivos, possibilitando a formação de conceitos, partindo de processos abstratos e desenvolvendo generalizações, permitindo formas de pensamento teórico.

É importante entender que, para Davidov (1988), o pensamento teórico sugere a apropriação do conceito pelo indivíduo, abrangendo os aspectos sociais, políticos, históricos, além dos culturais, perpassando entre o abstrato e o concreto e vice-versa, além de simultaneamente permitir a utilização do conceito nas mais diversas situações, possibilitando a ativação das mais complexas funcionalidades mentais, como as funções psíquicas superiores, transpondo a lógica formal para a lógica dialética.

Sendo assim, percebemos a importância das simulações computacionais enquanto artefatos mediadores do processo, permitindo aos estudantes que, por meio da realização das situações propostas, conseguissem abstrair os conceitos e

partissem para generalizações, construindo processos mentais com relação aos conceitos estudados.

Além disso, enfatizamos a importância da ludicidade ao apresentar as SDA com o objetivo de envolver os estudantes, propondo tarefas, para que buscassem soluções de modo coletivo, na medida em que utilizassem as simulações computacionais. Com relação a isso, a THC preza muito pelo brincar enquanto atividade fundamental para o desenvolvimento humano, constituindo-se enquanto uma atividade que impulsiona o desenvolvimento da imaginação, da subjetividade e das funções psicológicas superiores.

Vygotsky nos mostrou que o brincar não é apenas uma expressão lúdica, mas um espaço para a construção do pensamento abstrato e da internalização de normas sociais, mediados pela interação com o outro e pelo contexto cultural. Enquanto os estudos de Leontiev, por sua vez, reforçaram a ideia de que o brincar é a atividade principal na infância, responsável por promover transformações qualitativas na estrutura psíquica da criança, ao permitir que ela experimente papéis sociais. Elkonin por sua vez contribuiu para a Psicologia Histórico-Cultural por meio de sua teoria do jogo protagonizado. (Melo; Molina, 2025, p. 12).

Desse modo, por meio da ludicidade, a criança tem a possibilidade de experimentar o contexto social, além de aprender a interagir, adquirindo habilidades cognitivas essenciais para a vida social, internalizando regras sociais e construindo identidade cultural. Logo, o brincar, enquanto atividade central, desenvolve a imaginação e a criatividade, promove a aprendizagem e a internalização de valores, além do desenvolvimento das funções psicológicas superiores.

[...] o brincar é um mecanismo dialético que articula a subjetividade infantil com as demandas objetivas da cultura. Por meio do faz de conta, a criança não apenas reproduz ações adultas, mas as reinterpreta, resignificando objetos e situações de acordo com suas vivências e observações. (Melo; Molina, 2025, p. 12).

Destarte, é importante considerar a mediação intencional do professor, de modo a proporcionar um ambiente estimulante para o desenvolvimento das tarefas, propiciando que os estudantes explorem diferentes papéis sociais, internalizem normas culturais, desenvolvendo suas capacidades cognitivas e emocionais (Melo; Molina, 2025). Com a realização das simulações computacionais, os estudantes tiveram a oportunidade de vivenciar momentos de trocas entre os pares e entre grupos, desenvolvendo suas capacidades cognitivas, aumentando a compreensão a respeito dos conceitos e internalizando valores.

O exercício da ludicidade vai além do desenvolvimento real porque nela se instaura um campo de aprendizagem propício à formação de imagens, à conduta auto-regulada, à criação de soluções e avanços nos processos de significação. Na brincadeira são empreendidas ações coordenadas e organizadas, dirigidas a um fim e, por isso, antecipatórias, favorecendo um funcionamento intelectual que leva à consolidação do pensamento abstrato. A força motriz da ludicidade, o que a faz tão importante no complexo processo de apropriação de conhecimentos é a combinação paradoxal de liberdade e controle. Ao mesmo tempo em que os horizontes se ampliam conforme os rumos da imaginação, o cenário lúdico se emoldura segundo limites que os próprios jogadores se impõem, subordinando-se mutuamente às regras que conduzem a atividade lúdica. (Pimentel, 2008, p. 117).

Assim, podemos destacar a relevância da ludicidade na realização das tarefas propostas, como por exemplo, a tarefa do cabo de guerra, realizada na quadra do colégio e, por meio das simulações, envolvendo um cenário lúdico, possibilitando a apropriação de conhecimento, na medida em que realizavam a dinâmica.

Refletindo a respeito dos episódios formativos

A partir da organização dos três episódios formativos, é possível perceber que eles contemplaram os 3 aspectos para a análise da potencialidade de uma situação de ensino, conforme apresentado na Figura 5. Em contrapartida, para um melhor entendimento e melhor discussão, iremos refletir considerando que o episódio 1 abrangeu principalmente os aspectos instrucionais, enquanto o episódio 2 perpassou majoritariamente pelos aspectos conceituais e, por fim, o episódio 3 enfatizou os aspectos cognitivos.

Desse modo, como já apresentado, o episódio 1 referente ao cabo de guerra proporcionou um problema desencadeador que culminou na pergunta: “Quais as possíveis maneiras para que algum grupo vença a tarefa?” Sendo assim, por meio dos instrumentos apresentados, os estudantes demonstraram ação coletiva na organização dos grupos, atribuindo funções para os componentes, buscando uma resolução de modo coletivo. As falas e respostas expuseram que os grupos se organizaram previamente, interagindo e se comunicando para decidir as tomadas de decisões. De acordo com Moura *et al.* (2010), ao considerar a solução da SDA na coletividade, estão sendo criadas estratégias didáticas que requerem dos sujeitos, na medida em que buscam por soluções ao desafio colocado, o compartilhamento das ações e tarefas.

Garantir que a atividade de estudo dos educandos se dê prioritariamente dentro de um coletivo, busca concretizar o princípio ou lei de formação das funções psíquicas superiores elaborado pela Teoria histórico-cultural em acordo com o que preconiza Vigotski. [...]. Neste sentido, o compartilhamento assume o significado da coordenação das ações individuais em determinada situação-problema comum aos indivíduos. (Moura *et al.*, 2010, p. 225).

Com relação ao compartilhamento, organizamos a atividade coletiva na AOE de modo intencional, permitindo a socialização de pequenos grupos, para então, na síntese coletiva, serem compartilhadas as produções e discussões de cada grupo. Dias (2007, p. 110) destaca, com relação à coletividade, que “é um pressuposto da atividade humana para qual a atividade orientadora de ensino se dirige, pois ao constituir a coletividade, o indivíduo se constitui”. Assim, enfatizamos que o sujeito, na condição de ser social, por meio da interação com o outro, na coletividade, internaliza experiências, constituindo as suas características no coletivo.

[...] o compartilhamento assume o significado da coordenação das ações individuais nas situações-problema comuns aos indivíduos. Essa coordenação passa, portanto, pela identificação das características do objeto, pela sua transformação e pela criação de resultados em comum. (Lopes *et al.*, 2016, p. 25).

O episódio 1, analisado sob o eixo dos aspectos instrucionais, promoveu a organização e a forma como a proposta pedagógica foi executada. A análise demonstrou que a atividade foi estruturada para engajar o estudante, pensando inicialmente em: "Como é ou pode ser proposta a situação?" O potencial máximo foi atingido quando a situação integrou eficazmente os "instrumentos" e o "conteúdo e forma" em um ciclo de aprendizado. Este ciclo apresentou um "problema desencadeador", mobilizando os estudantes para a "ação coletiva". Em resumo, a potencialidade instrucional da situação de ensino foi garantida pela sua capacidade de ser problematizadora e de incentivar o trabalho colaborativo e ativo.

No que tange ao episódio 2, percebemos que os aspectos atingidos predominantemente foram os conceituais, uma vez que o movimento lógico e histórico propiciou que os estudantes estabelecessem relações essenciais para o entendimento do conceito de força. As respostas obtidas por meio dos dados nos permitem inferir que foram realizadas tentativas de formalização dos conceitos, na busca dos estudantes por explicarem o conceito de força. Isso demonstra que a situação apresentada contemplou uma relação essencial com esse conceito.

As generalizações que se materializam em conceitos espontâneos sobre os fenômenos do mundo das ciências devem ser de conhecimento do professor para que possa, no trabalho educativo, impulsioná-las na formação dos conceitos científicos. Entendemos que esse processo de desenvolvimento do conceito do aluno se dá pela hibridização do conceito científico com o conceito espontâneo. (Silva; Bortolanza, 2018, p. 138-139).

A função do professor é essencial na mediação e organização do ensino para que os estudantes adquiram o conhecimento científico, possibilitando a transformação de uma atividade externa em interna, apropriando-se dos constructos históricos e sociais, formalizando os conceitos científicos.

[...] a formação dos conceitos científicos, na mesma medida que os espontâneos, não termina, mas apenas começa no momento em que a criança assimila pela primeira vez um significado ou termo novo para ela, que é veículo de conceito científico. Essa é a lei geral do desenvolvimento do significado das palavras, à qual estão igualmente subordinados em seu desenvolvimento tanto os conceitos científicos quanto os espontâneos (Vigotsky, 2010, p. 265).

Já o episódio 3 abrangeu principalmente os aspectos cognitivos, na medida em que desenvolveu os processos de abstração, possibilitando generalizações, desenvolvendo o pensamento teórico, de modo que os estudantes demonstraram, por meio das respostas, a apropriação do conceito, abrangendo diferentes aspectos.

A potencialidade da situação de ensino, sob o prisma dos aspectos cognitivos, é determinada pela sua capacidade de guiar o estudante no desenvolvimento de formas superiores de pensamento. Essa análise questiona: "Que forma de pensamento do estudante é encaminhada com esta situação?" A potencialidade é alcançada quando a atividade consegue mover o estudante para o pensamento teórico, o qual é o último objetivo da formação conceitual. Esse movimento é concretizado ao culminar na formação de conceitos.

As atividades de ensino, ao possibilitarem, aos indivíduos, a apropriação do conhecimento teórico (conceito), proporcionam a formação do pensamento teórico, o que leva ao seu desenvolvimento. Nesse sentido, o pensamento teórico surge como um dos elementos formadores da personalidade. Em outras palavras, o trabalho pedagógico com os estudantes deve ser orientado a formar neles uma posição vital ativa, o que significa desenvolver a necessidade de criar o pensamento teórico como fundamento interno da personalidade humana. (Cedro; Moraes; Rosa, 2010, p. 443).

Portanto, observamos uma apropriação do conhecimento teórico a respeito do conceito de energia, haja vista que tivemos respostas que relacionaram a definição geral do conceito com um caso particular, além da construção da definição por meio de uma dedução, a qual resultou em uma transformação do saber.

CONSIDERAÇÕES FINAIS/CONCLUSÕES

Entender o processo da organização de ensino e o modo como o experimento didático foi sendo realizado possibilitou aos estudantes se adaptarem melhor à dinâmica a cada aula realizada. Evidenciando que conseguiam se organizar enquanto grupo, distribuindo tarefas e articulando as discussões propostas. Logo, compreendemos a importância dada ao trabalho em grupo, coletivo, colaborativo, expresso pelos estudantes nos episódios que foram expostos e que constatamos na realização das tarefas.

Com relação à proposição de aquisição dos conhecimentos científicos, bem como à apropriação dos conceitos, tanto de força quanto de energia, é notável que os estudantes conseguiram expressar conceituações formalizadas, construídas de modo coletivo, assegurando que as tarefas propostas possibilitaram a internalização conceitual. No entanto, devemos considerar os conhecimentos do cotidiano, que estão presentes na tentativa de compreensão dos conceitos, como parte da construção do conhecimento dos estudantes. Logo, é importante estabelecer alternativas metodológicas para incrementar esse entendimento e buscar um desenvolvimento mais estruturado.

Sendo assim, pelo fato de a organização do ensino ser pautada na AOE e na proposição de SDA, verificamos que foi possível propor situações que encaminham para um pensamento teórico, de modo que as tarefas propostas direcionavam para a resolução do problema como um objetivo em comum dos grupos. E, ao utilizarmos as simulações computacionais com essa perspectiva, atribuímos uma visão que perpassa a teoria crítica da tecnologia e foge do tecnocentrismo, na qual buscamos superar a simples utilização, sem objetivos especificados, na tentativa de fuga a uma visão de que a tecnologia é facilitadora do trabalho docente.

Logo, devemos considerar os estudos que tratam a respeito da plataformização da educação e suas advertências sobre a convergência com as lógicas do capitalismo de vigilância, na qual as ações são sustentadas e mascaradas por um discurso fetichizado que exalta a tecnologia como inovação. Além da mecanização que a plataformização promove, na qual o processo não é considerado, apenas os resultados a serem atingidos. Sendo assim, é preciso pensarmos se há benefícios na aprendizagem, quando da utilização das plataformas, ou se elas são excludentes.

Desse modo, compreendemos que as simulações computacionais foram de suma importância, não apenas por possibilitar a experimentação e visualização dos fenômenos, mas por compor as tarefas de ensino, sendo fundamentais para o entendimento e formalização conceitual, de modo que, nas gravações das telas dos *Chromebooks*, verificamos que os estudantes realizavam as simulações na busca de solucionar o problema desencadeador apresentado.

No entanto, é importante ressaltar as limitações impostas pelas simulações, como já foi relatado anteriormente. O interessante seria criarmos as nossas próprias simulações, atendendo especificamente às nossas necessidades, para melhor suprir as demandas das tarefas de ensino. Outro ponto que seria crucial para a análise dos dados seria a gravação de áudio dos grupos enquanto realizavam as tarefas e as simulações, haja vista que as discussões e tomadas de decisões durante esse momento seriam essenciais para a discussão. Com isso, poderíamos obter um reforço maior para os resultados da pesquisa.

Realizar este trabalho em um colégio militar possibilitou o desenvolvimento de uma proposta pautada em uma teoria que se contrapõe à padronização, aplicação de hierarquia e disciplina militar, características presentes nestes ambientes. Logo, poderíamos ter tido algum tipo de resistência com a aplicação do experimento didático, o que não foi o caso desta pesquisa. Assim, consideramos relevante a oportunidade de adentrar nestes espaços com propostas teóricas como a que foi apresentada neste trabalho.

A respeito da pergunta norteadora da presente pesquisa, podemos refletir que as tarefas realizadas, mediadas por simulações computacionais no ensino da Mecânica Clássica, por meio de uma organização de ensino intencional, foram cruciais para possibilitar aos estudantes a apropriação dos conceitos de força, energia e conservação de energia. Logo, reiteramos que a organização do ensino pautada em uma teoria fundamentada é de extrema importância, na garantia de que o docente possibilite aos estudantes tarefas que consigam abranger todo o movimento lógico-histórico da necessidade humanamente construída com relação aos conceitos estudados.

No que diz respeito ao objetivo principal do trabalho, foi realizado o experimento didático, com uma organização de ensino pautada na AOE, na qual foi realizada a análise, discussão e reflexão a respeito das tarefas de ensino, permitindo

compreender o modo como os estudantes se organizaram e estabeleceram relações para a solução das situações desencadeadoras e organização das estruturas para a melhor compreensão conceitual.

Assim, observamos que os roteiros, as gravações das aulas e as gravações das telas dos *Chromebooks* foram instrumentos essenciais, que possibilitaram uma análise concisa das tarefas realizadas, porém devemos considerar que, se tivéssemos conseguido gravar as falas, os diálogos dos estudantes durante a realização da simulação, provavelmente teríamos dados que contribuiriam grandemente com a pesquisa. Cabe salientar que utilizamos apenas um *smartphone* na gravação da sala de aula na totalidade.

Portanto, podemos afirmar que a utilização de tecnologias como ferramentas pedagógicas, especificamente as simulações computacionais, conciliadas com uma organização de ensino fundamentada, pode possibilitar uma compreensão fundamentada dos conceitos físicos.

Tendo em vista as hipóteses do presente trabalho, percebemos que as simulações computacionais, ao serem utilizadas de modo intencional, com uma organização do ensino respaldada na AOE, contribuíram para a apropriação dos conceitos de força, energia e conservação de energia. As respostas apresentadas pelos estudantes nos mostraram a apropriação com relação aos conceitos, que foram constituídos de modo colaborativo. Foi constatado também que a organização do ensino pautada em SDA, utilizando as simulações computacionais como recursos metodológicos, possibilitou a ação coletiva e encaminhou os sujeitos para formas de pensamento teórico, como observamos a evolução dos estudantes passando do pensamento empírico, baseado na observação direta, experiência, para o pensamento teórico, voltado para a abstração, racionalidade e construção de conceitos.

Reiteramos que é necessário repensarmos a apropriação das tecnologias em sala de aula, para não recairmos na lógica do capital e utilizarmos as mesmas com uma visão instrumentalista, sendo subservientes a objetivos pré-estabelecidos ou deterministas, de modo que estão ali simplesmente para atender às necessidades e elas por si só são suficientes. Haja vista que os projetos instituídos pelo Estado são aplicados nas escolas com essas visões. É necessário termos um olhar crítico e pensarmos em todas as variáveis e relações sociais e políticas que o uso de determinadas tecnologias pode acarretar em um ambiente escolar.

De um lado, tem-se o instrumentalismo da perspectiva que privilegia o saber, um ponto de vista reconhecidamente "administrativo" do mundo no qual as mudanças tecnológicas simplesmente exigem adaptação social a novas formas de saber. De outro lado, tem-se o instrumentalismo da perspectiva que revela o poder, uma perspectiva reconhecidamente marxista na qual a mudança tecnológica é invariavelmente o meio poderoso de instaurar o controle disfarçado de adaptação social a novas formas de saber. (Clegg, 1992, p. 79).

Logo, devemos refletir com relação à apropriação das tecnologias na educação, desempenhando uma visão que se distancie da instrumental, pensando o uso de tecnologias de modo mais democrático, transformando-a em um instrumento de emancipação, para ser utilizada para um bem comum, considerando os contextos sociais, históricos, culturais e políticos aos quais está sendo incorporada.

A visão da teoria crítica corresponde ao foco na sociedade, mediante o qual o desenvolvimento da C&T¹⁸ não é endógeno, mas influenciado pela sociedade, e carrega em si a abordagem da tese forte da não neutralidade. Diferente da visão substantiva, a visão da teoria crítica é otimista em relação à tecnologia e sua capacidade de promover um desenvolvimento que atenda às necessidades da sociedade e reforce os valores que esta escolheu para viver. (Freitas, Segatto, 2014, p. 307).

Assim, de acordo com a teoria crítica, temos que a tecnologia molda não apenas estilos de vida e grupos sociais, mas também influencia diferentes estilos que refletem diferentes escolhas e diferentes extensões da mediação tecnológica (Dagnino, 2004). Logo, ao considerarmos o contexto dos estudantes para a utilização dos *Chromebooks*, bem como das simulações computacionais, consideramos o modo como a tecnologia influencia seus estilos de vida, buscando uma organização de ensino na qual promovemos um desenvolvimento na tentativa de atender às necessidades de aprendizagem dos estudantes.

Portanto, compreendemos que a apropriação da tecnologia de modo crítico, divergindo do pensamento tecnocêntrico, desconsiderando a plataformização enquanto propulsora do capitalismo de vigilância, com uma organização de ensino respaldada na AOE e nas SDA, utilizando as simulações computacionais como recursos metodológicos, possibilitaram o desenvolvimento de conhecimentos científicos, bem como o desenvolvimento do pensamento teórico, na medida em que os estudantes atingiam a essência do conceito.

¹⁸ C&T é a sigla para Ciência e Tecnologia.

REFERÊNCIAS

AFONSO, A. J. **Novos Caminhos para a Sociologia: Tecnologias Em Educação e Accountability Digital**. Educ. Soc., Campinas, v. 42, e250099, 2021.

ANTUNES, C. A.; GALHARDI, V. B.; HERNASKI, C. A. **As leis de Newton e a estrutura Espaço-temporal da Mecânica Clássica**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 40, p. e3311, 2018.

ARAÚJO, M. S.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.25, n.2, p.176-194, 2003.

ASBAHR, Flávia da Silva Ferreira. **A pesquisa sobre formação de pensamento teórico**. 2020.

ASTUDILLO, M. V.; MARTÍN-GARCÍA, A. V. **Teoria da atividade: fundamento para estudo e desenho do blended learning**. Cadernos de Pesquisa, v. 50, n. 176, p. 515-533, 2020.

ARAÚJO, G. S. *et al.* **COMPUTATIONAL SIMULATIONS IN PHYSICS TEACHING: CHALLENGES AND POTENTIALITIES**. LUMEN ET VIRTUS, [S. l.], v. 16, n. 46, p. 2795–2805, 2025.

BARBOSA, R. P.; ALVES, N. **A Reforma do Ensino Médio e a Plataformização da Educação: expansão da privatização e padronização dos processos pedagógicos**. e-Curriculum, São Paulo , v. 21, e61619, 2023

BARROS, K. M.; VAZ, D. A. F. A teoria do ensino desenvolvimental: internalização de conceitos matemáticos. **Itinerarius Reflectionis**, v. 12, n. 2, 2016.

BARROSO, M. F.; RUBINI, G.; SILVA, T. **Dificuldades na aprendizagem de Física sob a ótica dos resultados do Enem**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 40, p. e4402, 2018.

BARZOTTO, L. C.; ALLES, M. S. O impacto do capitalismo de vigilância e da datificação social nas dinâmicas globais de trabalho. **Revista Trabalho, Direito e Justiça**, v. 2, n. 2, p. e084-e084, 2024.

BONI, K. T. **História da Física**. Londrina: Editora e Distribuidora S. A., 2018.

BORTOLAZZO, S. F. FEIJÓ, R. M. de O. **Neoliberalismo e plataformização da sociedade: uma análise sobre o trabalho ininterrupto e suas implicações na profissão docente**. Convergências: estudos em Humanidades Digitais, [S. l.], v. 1, n. 04, p. 124–143, 2024. DOI: 10.59616/cehd.v1i4.942.

BUCUSSI, A. A. **Introdução ao conceito de energia**. Dissertação de mestrado (mestrado profissional). Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2007.

CEDRO, W. L. **O espaço de aprendizagem e a atividade de ensino: O Clube de Matemática**. 2004. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.

CEDRO, W. L. (2008). **O motivo e a atividade de aprendizagem do professor de Matemática: uma perspectiva histórico-cultural**. 2008. 242 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

CEDRO, W. L.; MORAES, S. P. G.; ROSA, J. E. **A atividade de ensino e o desenvolvimento do pensamento teórico em matemática**. *Ciência & Educação* (Bauru), v. 16, p. 427-445, 2010.

CEDRO, W. L.; MOURA, M. O. **Possibilidades Metodológicas na Pesquisa em Educação Matemática: o experimento didático**. *Revista Educativa-Revista de Educação*, v. 19, n. 1, p. 121-138, 2016.

CEDRO, W. L.; MORETTI, V. D.; MORAES, S. P. G. de. **Desdobramentos da Atividade Orientadora de Ensino para a organização do ensino e para a investigação sobre a atividade pedagógica**. *Linhas críticas*, v. 24, 2018.

CENCI, A.; DAMIANI, M. F. **Desenvolvimento da teoria histórico-cultural da atividade em três gerações: Vygotsky, Leontiev e Engeström**. *Roteiro*, v. 43, n. 3, p. 919-948, 2018.

CLEGG, S. R. **Tecnologia, instrumentalidade e poder nas organizações**. *Revista de Administração de Empresas*, v. 32, p. 68-95, 1992.

DAGNINO, R. P. **A Tecnologia Social e seus desafios**. In: FBB. *Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento*. Rio de Janeiro: FBB, 2004. p.187-210.

DAGNINO, R. P.; BRANDÃO, F. C.; NOVAES, H. T. **Sobre o marco analítico-conceitual da Tecnologia Social**. In: FBB. *Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento*. Rio de Janeiro: FBB, 2004. p.15-64.

DAVÍDOV, V. V. **La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico**. Moscou: Progreso, 1988.

DAMIANI, M. F. **Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios**. *Educar em revista*, p. 213-230, 2008.

DIAS, M. S. (2007). **Formação da imagem conceitual da reta real: um estudo do desenvolvimento do conceito na perspectiva lógico-histórica**. 2007. 252 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

DOMÉNECH, J. L. et al. La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 3, p. 285-311, 2003.

ENGELS, F. **O PAPEL DO TRABALHO NA TRANSFORMAÇÃO DO MACACO EM HOMEM (1876)**. Revista Trabalho Necessário, v. 4, n. 4, 12 dez. 2006.

ENGESTRÖM, Y. **A teoria da atividade histórico-cultural e suas contribuições à educação, saúde e comunicação**. Entrevista concedida a M. Lemos, M. A. Pereira-Queiroz e I. M. Almeida. Interface: comunicação, saúde e educação, Botucatu, v. 17, n. 47, 2013.

ENGESTRÖM, Y. **Aprendizagem por expansão na prática: em busca de uma reconceitualização a partir da teoria da atividade**. Cadernos de Educação, n. 19, 11, 2002.

ESMERIO, S. C.; SILVA, A. L. S. **DIFICULDADES NA APRENDIZAGEM DE FÍSICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE EDUCADORES DO CAMPO**. Educere et Educare, [S. l.], v. 17, n. 44, p. 123–141, 2022. DOI: 10.48075/educare.v17i44.29613. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/educereeteducare/article/view/29613>. Acesso em: 7 SET. 2024.

FEENBERG, Andrew. O que é a filosofia da tecnologia? In: NEDER, Ricardo Toledo (Org.). **A teoria crítica de Andrew Feenberg: racionalização democrática, poder e tecnologia**. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina / CDS / UnB / Capes, 2010, p. 49-66.

FEENBERG, A. **Tecnologia, Modernidade e Democracia**. MIT Press: Massachusetts, 2015.

FERREIRA, Á. C. **Experimentação no ensino de Física: enfoque no processo de ensino e aprendizagem**. Revista de Iniciação à Docência, v. 8, n. 1, p. e11959-e11959, 2023.

FERREIRA, J. R. **TDICS na educação escolar: Políticas públicas para implementação dos recursos tecnológicos da rede pública de ensino do estado de Goiás**. 2022. Dissertação de Mestrado. Faculdade Facmais, Departamento 1, PPG1, Goiás, Brasil.

FILHO, A. P.; SCARPELINI, Sandro. **Simulação: definição**. Medicina (Ribeirão Preto), v. 40, n. 2, p. 162-166, 2007.

FREITAS, C. C. G.; SEGATTO, A. P. **Ciência, tecnologia e sociedade pelo olhar da Tecnologia Social: um estudo a partir da Teoria Crítica da Tecnologia**. Cadernos EBAPE. BR, v. 12, p. 302-320, 2014.

FREITAS, R. A.; LIBÂNEO, J. C. **O experimento didático formativo na perspectiva da teoria do ensino desenvolvimental**. Educação e Pesquisa, v. 48, 2022.

FROTA, J. da S.; XEREZ, L. M. P.; PARENTE, N. N. **A motivação e desmotivação no processo de aprendizagem do Ensino de Física** / The motivation and demotivation in the learning process of Physics Teaching. Brazilian Journal of Development, [S. l.], v. 6, n. 8, p. 62802–62816, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n8-640. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/15700>. Acesso em: 22 dez. 2024.

FONTES, D. T. M. **Uma análise do ensino de eletromagnetismo a partir da teoria do ensino desenvolvimental de Davydov**. 2020. 122 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

G1, 2021. **Evasão escolar de crianças e adolescente aumenta 171% na pandemia, diz estudo**. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2021/12/02/evasao-escolar-de-criancas-e-adolescente-aumenta171percent-na-pandemia-diz-estudo.ghtml>. Acesso em: 30 mar. 2025.

GONÇALVES, L. J.; VEIT, E. A.; SILVEIRA, F. L. **Textos, animações e vídeos para o ensino-aprendizagem de física térmica no ensino médio**. Encontro Estadual de Ensino de Física.(1.: 2005 nov. 24-26: Porto Alegre, RS). Atas. Porto Alegre: Instituto de Física-UFRGS, 2006.

GONTIJO, C. M. M. **O conceito de apropriação na perspectiva histórico-cultural**. Série-Estudos - Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB, [S. l.], n. 12, 2013. Disponível em: <https://serieucdb.emnuvens.com.br/serie-estudos/article/view/571>. Acesso em: 03 jan. 2025.

Governo de Goiás, 2021. **Governo de Goiás investe R\$ 106 milhões na aquisição de laboratórios móveis de Informática**. Disponível em: <https://goias.gov.br/educacao/governo-de-goias-investe-r-106-milhoes-na-aquisicao-de-laboratorios-moveis-de-informatica/>. Acesso em: 12 mar. 2025.

Governo de Goiás, 2024. **Estudantes da rede estadual utilizam Inteligência Artificial em preparação para o Enem**. Disponível em: <https://goias.gov.br/educacao/estudantes-da-rede-estadual-utilizam-inteligencia-artificial-em-preparacao-para-o-enem/>. Acesso em: 22 de out de 2025.

Governo de Goiás, 2024. **Educação lança plataforma que incentiva aprendizado da língua inglesa** Disponível em: <https://goias.gov.br/tag/go-english/>. Acesso em: 22 de out. de 2025.

HABOWSKI, A. C.; CONTE, E. **A teoria crítica da tecnologia em Andrew Feenberg**. Anais CIET: Horizonte, 2018.

HAUSER, L. T.; MICHELOTTI, A. **Big Tech Way of Life: Inteligência Artificial e Solucionismo Tecnológico para a sociedade e subjetividade neoliberal**. Aurora. Revista de Arte, Mídia e Política, v. 16, n. 48, p. 41-56, 2023.

HEIDEMANN, L. A., ARAUJO, I. S., VEIT, E. A. (2016). **Modelagem Didático-científica: integrando atividades experimentais e o processo de modelagem científica no ensino de Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 33(1), 3-32.

JAIME, D. M.; LEONEL, A. A.. Uso de simulações: Um estudo sobre potencialidades e desafios apresentados pelas pesquisas da área de ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 46, p. e20230309, 2024.

LEONTIEV, A. N. O desenvolvimento do psiquismo. Lisboa: Horizonte Universitário, 1978.

LOPES, A. R. L. V.; Moura, M. O.; Araujo, E. S. & Cedro, W. L. (2016). **Trabalho coletivo e organização do ensino de matemática: princípios e práticas**. *Zetetiké*, 24(1), 13-28.

LUNETTA, V. N.; HOFSTEIN, A. **Simulations in science education**. *Science Education*, v. 65, n. 3, p. 243-252, jul. 1981.

MACÊDO, J. A., DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. (2012). **Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 29(1), 562-613.

MALANCHEN, J. **Políticas de educação a distância: democratização ou canto da sereia?** Revista HISTEDBR On-line. Campinas, n. 26, p. 209-216, jun. 2007.

MALAQUIAS, A. G. B.; OLIVEIRA, N. C.; PEIXOTO, J.. Tecnologias na educação básica pública a partir da visão do professor. **Revista Tecnia**, v. 4, n. 1, p. 120-134, 2019.

MARTINS, O. B.; MOSER, A. Conceito de mediação em Vygotsky, Leontiev e Wertsch. **REVISTA INTERSABERES**, [S. l.], v. 7, n. 13, p. 8-28, 2012. DOI: 10.22169/revint.v7i13.245. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/view/245>. Acesso em: 22 dez. 2024.

MARTINS, R. A. **O formalismo da mecânica clássica, de Aristóteles a Galileo**. In: Ensaio sobre História e Filosofia das Ciências I. Extrema: Quamcumque Editum, 2021.

MARX, K. Grundrisse. São Paulo: Boitempo Editorial, 2011.

MEDEIROS JR, R. N.; NAIA, M. D.; LOPES, J. B. **Simulações interativas do PhET nas práticas de ensino da física: uma meta-análise**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 46, p. e20240186, 2024.

MELO, F. R. L.; MOLINA, A. A. **Abordagem da Teoria Histórico-Cultural para o brincar na Educação Infantil**. Educação em Análise, v. 10, p. 1-14, 2025.

MELLO, S. A. **A escola de Vygotsky**. In: CARRARA, K. (Org.). Introdução à psicologia. São Paulo: Avericamp. 2004.

MIGUEIS, M. R. (2010). **A formação como atividade de aprendizagem docente**. 263 p. Tese (doutorado) – Departamento de Ciências da Educação, Universidade de Aveiro, Portugal.

MONTEIRO, P. V. R.; SILVA, G. L. R.; ROSSLER, J. H. A apropriação de conceitos científicos no contexto escolar e as pedagogias do aprender a aprender. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 20, p. 551-560, 2016.

MORAIS, A.; GUERRA, A. História e a filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 1502-1508, 2013.

MORAES, S. P. G. **Avaliação do processo de ensino e aprendizagem em matemática: contribuições da Teoria Histórico-Cultural**. 2008. 261 p. Doutorado em educação - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo, 2008.

MORO, F. T., NEIDE, I. G., REHFELD, M. G. H. (2016). **Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio**. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 33(3), 987-1008.

MOURA, M. O. **A atividade de ensino como unidade formadora**. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, v. 11, n. 12, p. 29-43, 1997.

MOURA, M.O. 2002. **A atividade de ensino como ação formadora**. In: A.D. CASTRO; A.M.P. de CARVALHO (org.), *Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média*. São Paulo, Pioneira Thomson Learning, 196 p.

MOURA, M. O. Pesquisa colaborativa: um foco a ação formadora: In: BARBOSA. Raquel Lazzari Leite (Org.) **Trajetórias e perspectivas da formação de educadores**. São Paulo: Editora UNESP, 2004. Cap. 18. p. 257-284.

MOURA, M. O. de; ARAÚJO, E. S.; MORETTI, V. D.; PANOSSIAN, M. L.; RIBEIRO, F. D. (2010). **Atividade orientadora de ensino: unidade entre ensino e aprendizagem**. *Revista Diálogo Educacional*, v. 10, n. 29, p. 205-229.

MOURA, M. O.; ARAÚJO, E. S.; RIBEIRO, F. D. et al. **A atividade orientadora de ensino como unidade entre ensino e aprendizagem**. (2010). *A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural*. Brasília: Líber.

NetEscola.

Disponível em: <https://portalnetescola.educacao.gov.br/>. Acesso em: 22 de out de 2025.

NETO, A. S.; NASCIMENTO, D. A plataformização da educação: um caminho para a emancipação ou exploração? **REVISTA INTERSABERES**, [S. l.], v. 20, p. e25tl410, 2025.

OLIVEIRA, A. L. F. **O desenvolvimento do conceito de energia por estudantes dos anos finais do ensino fundamental a partir dos referenciais da didática**

desenvolvimental. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí, 2023.

OLIVEIRA, Â. A. S. **Simulações computacionais no ensino de Física: contribuições da Filosofia da tecnologia à alfabetização científica e tecnológica.** 2022. 130 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2022.

OLIVEIRA, N. M.; PANOSSIAN, M. L.; **Atividade Orientadora de Ensino: base teórica e metodológica para a organização do ensino.** In: PANOSSIAN, M. L.; TOCHA, N. N. (org.). Estabelecendo Parâmetros de Análise de Situações de Ensino de Conteúdo Matemático: aproximações a partir da Atividade Orientadora de Ensino. Curitiba, 2020.

PANOSSIAN, M. L.; TOCHA, N. N. (org.). **Estabelecendo Parâmetros de Análise de Situações de Ensino de Conteúdo Matemático: aproximações a partir da Atividade Orientadora de Ensino.** Curitiba, 2020.

PEDROSO, L. S. **Simulações interativas no ensino de conceitos de eletromagnetismo.** Ciência ET Praxis, [S. l.], v. 5, n. 09, p. 27–36, 2012. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/praxys/article/view/2189>. Acesso em: 03 janeiro 2024.

PEDUZZI, L. O. Q..Física Aristotélica: Por que não considerá-la no ensino da mecânica?. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 13, n. 1, p. 48-63, 1996.

PEIXOTO, J.; CARVALHO, R. M. A. Os Desafios de um Trabalho Colaborativo. **Revista Educativa - Revista de Educação**, Goiânia, Brasil, v. 10, n. 2, p. 191–210, 2007.

PEIXOTO, J.; ECHALAR, A. D. L. F. **Tensões que marcam a inclusão digital por meio da educação no contexto de políticas neoliberais.** Educativa, Goiânia, v. 20, n. 3, p. 507-526, set./dez. 2017

PEIXOTO, J. Contribuições à Crítica ao Tecnocentrismo. **R. Educ. Públ.**, Cuiabá, v. 31, e13374, jan. 2022.

PEIXOTO, J.; MARCON, M. A. da C. TRABALHO PEDAGÓGICO REMOTO: QUESTÕES EMERGENTES E QUESTÕES DE SEMPRE. **Revista Educativa - Revista de Educação**, Goiânia, Brasil, v. 25, n. 1, p. 20 páginas, 2022.

PEIXOTO, J. Tecnologias na mediação do trabalho pedagógico: uma nova perspectiva didática? **Sér.-Estud.**, Campo Grande , v. 27, n. 59, p. 39-60, jan. 2022 .

PEIXOTO, J. **Notas para compreender relações contemporâneas entre tecnologia e educação.** Linhas Críticas, [S. l.], v. 29, p. e48540, 2023. DOI: 10.26512/lc29202348540. Disponível em:

<https://periodicos.unb.br/index.php/linhascriticas/article/view/48540>. Acesso em: 03 janeiro 2025.

PEIXOTO, J.; OLIVEIRA, N. C. **CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO NA PRODUÇÃO ACADÊMICA DO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**. *Cadernos de Pesquisa*, v. 30, n. 1, p. 273–292, nov. 2023.

Phet Colorado

Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt/>. Acesso em: 22 dezembro 2024.

PIMENTEL, A. **A ludicidade na educação infantil: uma abordagem histórico-cultural**. *Psicol. educ.*, São Paulo, n. 26, p. 109-133, jun. 2008.

Portal Educa, 2025. Laboratórios Móveis.

Disponível em: https://portaleduca.educacao.gov.br/suporte_ti/saiba-mais-sobre-os-laboratorios-moveis/. Acesso em 02 abril 2025.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o Ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5ª Edição. São Paulo: Artimed, 2009.

RIGON, A. J.; ASBAHR, F. S. F.; MORETTI, V. D. **Sobre o Processo de Humanização. (2010)**. A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural. Brasília: Líber.

RIGON, A. J.; BERNARDES, M. E. M.; MORETTI, V. D. et. al. **O Desenvolvimento Psíquico e o Processo Educativo (2010)**. A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural. Brasília: Líber.

ROEVER, L. et al. Metodologia para realizar e interpretar uma revisão sistemática e metanálise individual de dados de participantes. **Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica**, v. 17, n. 1, p. 47-52, 2019.

ROLIM, A. A. M.; GUERRA, S. S. F.; TASSIGNY, M. M. (2008). **Uma leitura de Vygotsky sobre o brincar na aprendizagem e no desenvolvimento infantil**. *Revista Humanidades*, 23(2), 176-180.

ROMEIRO, I. O.; MORETTI, V. D. **Pensamento teórico sobre número racional e sua representação fracionária: implicações para a formação docente**. Anais do XII Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM), 2016.

ROSA, J. E.; MORAES, S. P. G. M.; CEDRO, W. L.; **As Particularidades do Pensamento Empírico e do Pensamento Teórico na Organização do Ensino. (2010)**. A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural. Brasília: Líber.

Rosa, J. E.; Fontes, M. S. **Modo de organização do ensino de matemática à luz da teoria do ensino desenvolvimental**. *Revista Brasileira de Educação*, 27, (2022) e270047.

Rossi, T. M. F.; Rossi, C. F. F. **O Conceito de Internalização em Vygotsky: algumas aproximações teóricas desde a semiótica peirceana.** Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”. 2012.

RUBTSOV, V. V. **A atividade de aprendizado e os problemas referentes à formação do pensamento teórico dos escolares.** In: GARNIER, C. et al (org). Após Vygotsky e Piaget: perspectivas social e construtivista. Escolas russa e ocidentais. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 129-137.

SANTOS, L. R., Andrade, E. L. M., Fernandes, J. C. C., & Lima, E. F. (2021). **As contribuições da Teoria da Aprendizagem de Lev Vygotsky para o desenvolvimento da competência em informação.** Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação, 17, 1-15.

SAMPAIO JUNIOR, L. H. **A Teoria Crítica da Tecnologia de Andrew Feenberg: reflexões sobre a inserção de novos elementos tecnológicos no ambiente escolar.** Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, v. 103, n. 265, 27 dez. 2022.

SELWYN, N. Educação e tecnologia: questões críticas. In: Ferreira, Giselle M. S.; Rosado, Luiz Alexandre S.; Carvalho, Jaciara de Sá (Orgs.). **Educação e tecnologia: abordagens críticas.** Rio de Janeiro: SESES, 2017. p. 85-102.

SILVA, M.M. B. et al. **Importância da Matemática no Ensino de Física.** Anais IV CONEDU. Campina Grande: Realize Editora, 2017. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/37160>. Acesso em: 22 nov 2024.

SILVA, T. G.; BORTOLANZA, A. M. E. A formação dos conceitos científicos na perspectiva da teoria-histórico-cultural: estudo teórico. **Revista Profissão Docente**, v. 18, n. 38, p. 128-142, 2018.

SOUSA, Andre Wallas da Silva. **Filosofia da tecnologia de Andrew Feenberg.** Polymatheia-Revista de Filosofia, v. 15, n. 1, p. 208-219, 2022.

SOUSA, D. R.; PEIXOTO, J. Consciência e luta de classes: a tecnologia na mediação do trabalho docente. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, SP, v. 22, n. 00, p. e022051, 2022.

SOUZA, A. S. R. et al. **Aspectos gerais da pandemia de COVID-19.** Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil, v. 21, p. 29-45, 2021.

VIDAL, L. Â.; CUNHA, C. R.; BUENO, C. N. **Dificuldades no Aprendizado de Física do Ensino Médio em função da Deficiência na Matemática do Nível**

Fundamental. Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas, v. 22, n. 5, p. 681-685, 2021.

TORIBIO, A. M. V. **História da Física**. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, Secretaria de Ensino a Distância, 2012.

VAN DIJCK, J.; POELL, T. Social media platforms and education. In: Burgess, Jean; Marwick, Alice; Poell, Thomas (Ed.). **The SAGE Handbook of Social Media**. S.l.: SAGE Publications Ltd, 2018.

VIGOTSKI, L. S. **Obras Escogidas IV**, Madrid: Visor, 1996.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **Obras Escogidas - Tomo III: Problemas del desarrollo de la psique**. Madrid: Visor, 1995.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKY, L. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Michael Cole et al (orgs.); trad. Jose Cippola Neto, Luis Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche – 6ª. Ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998 (Psicologia e pedagogia).

VYGOTSKY, L. **A construção do pensamento e da linguagem**. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2010.