

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ –
(IFCE) *CAMPUS* FORTALEZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA (PGECM)**

DARKSON FERNANDES DA COSTA

**PROCEDIMENTO COGNITIVO METODOLÓGICO DE APREENSÃO: UMA
ANÁLISE DOS INDICADORES DE METODOLOGIAS ATIVAS PARA O ENSINO
REMOTO DE ENERGIA CINÉTICA E POTENCIAL**

FORTALEZA

2022

DARKSON FERNANDES DA COSTA

**PROCEDIMENTO COGNITIVO METODOLÓGICO DE APREENSÃO: UMA
ANÁLISE DOS INDICADORES DE METODOLOGIAS ATIVAS PARA O ENSINO
REMOTO DE ENERGIA CINÉTICA E POTENCIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales
Coorientadora: Profa. Dra. Juscileide Braga de Castro

Área de concentração: Ensino de Física

FORTALEZA

2022

DARKSON FERNANDES DA COSTA

**PROCEDIMENTO COGNITIVO METODOLÓGICO DE APREENSÃO: UMA
ANÁLISE DOS INDICADORES DE METODOLOGIAS ATIVAS PARA O ENSINO
REMOTO DE ENERGIA CINÉTICA E POTENCIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales
Coorientadora: Profa. Dra. Juscileide Braga de Castro

Área de concentração: Ensino de Física

Aprovado: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales, presidente (orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Profa. Dra. Juscileide Braga de Castro (coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Aires de Castro Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Paula Patrícia Barbosa Ventura
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIA MATEMÁTICA (PGCEM)**

Aos 4 dias do mês de março do ano de 2021, às 16h no através de videoconferência pelo link meet.google.com/jbg-momr-rmm, realizou-se a Defesa de dissertação, intitulada **"PROCEDIMENTO COGNITIVO METODOLÓGICO DE APREENSÃO (PCMA): UMA ANÁLISE DOS INDICADORES DE METODOLOGIAS ATIVAS PARA O ENSINO REMOTO DE ENERGIA CINÉTICA E POTENCIAL"**, de autoria da candidato **DARKSON FERNANDES DA COSTA**, aluno do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PGCEM/IFCE, em nível de Mestrado. A Comissão Examinadora esteve constituída pelos professores: **Prof(a). Dr(a). Gilvandenys Leite Sales**, Presidente (orientador) – IFCE, **Prof(a). Dr(a). Juscileide Braga de Castro** (coorientadora) – UFC, **Prof(a). Dr(a). José Aires de Castro Filho** – UFC, **Prof(a). Dr(a). Paula Patrícia Barbosa Ventura** – IFCE. Concluídos os trabalhos de apresentação e arguição, o(a) candidato(a) foi **APROVADO(A)** pela Comissão Examinadora. Foi concedido um prazo de **90(noventa) dias**, para o(a) candidato(a) efetuar as correções sugeridas pela Comissão Examinadora e apresentar o trabalho em sua redação definitiva, sob pena de não expedição do Diploma. E, para constar, foi lavrada a presente ata, que vai assinada pelos membros da Comissão.

BANCA EXAMINADORA:

Prof(a). Dr(a). Gilvandenys Leite Sales, Presidente (Orientador) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof(a). Dr(a). Juscileide Braga de Castro (Coorientadora) – Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof(a). Dr(a). José Aires de Castro Filho – Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof(a). Dr(a). Paula Patrícia Barbosa Ventura – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: "PROCEDIMENTO COGNITIVO METODOLÓGICO DE APREENSÃO (PCMA): UMA ANÁLISE DOS INDICADORES DE METODOLOGIAS ATIVAS PARA O ENSINO REMOTO DE ENERGIA CINÉTICA E POTENCIAL"

LOCAL: meet.google.com/jbg-momr-rmm

HORA DE INÍCIO: 16h

Em sessão pública, após exposição de cerca de **120 minutos**, a candidata foi arguida oralmente pelos membros da banca tendo como resultado:

(☒) **APROVADO**, devendo o candidato entregar a versão final no prazo máximo de 90 dias.

(☐) **APROVADO** com louvor.

(☐) **APROVAÇÃO CONDICIONAL**, devendo o candidato satisfazer, no prazo máximo de 90 dias, às exigências listadas na Folha de Modificações de Dissertação de Mestrado anexa à presente ata.

(☐) **REPROVADO**.

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima determinada, e pelo candidato.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a). Gilvandenys Leite Sales, Presidente (Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof(a). Dr(a). Juscileide Braga de Castro (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof(a). Dr(a). José Aires de Castro Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof(a). Dr(a). Paula Patrícia Barbosa Ventura
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Candidato(a): **DARKSON FERNANDES DA COSTA**



Documento assinado eletronicamente por **Gilvandenys Leite Sales, Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 21/05/2021, às 18:43, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Juscileide Braga de Castro, Usuário Externo**, em 21/05/2021, às 19:06, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Darkson Fernandes da Costa, Usuário Externo**, em 22/05/2021, às 17:51, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Paula Patricia Barbosa Ventura, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 23/05/2021, às 11:20, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOSE AIRES DE CASTRO FILHO, Usuário Externo**, em 24/05/2021, às 14:30, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **2436655** e o código CRC **8C73EE62**.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C837p Costa, Darkson Fernandes.
PROCEDIMENTO COGNITIVO METODOLÓGICO DE APREENSÃO: : UMA ANÁLISE DOS
INDICADORES DE METODOLOGIAS ATIVAS PARA O ENSINO REMOTO DE ENERGIA
CINÉTICA E POTENCIAL / Darkson Fernandes Costa. - 2022.
80 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática,
Campus Fortaleza, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales.
Coorientação: Prof. Dr. Juscileide Braga de Castro.
1. Metodologias Ativas. 2. Ensino de Física. 3. Objeto de Aprendizagem. 4. Prática Docente. 5.
Tecnologias Digitais. I. Título.

CDD 510.07

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me protegido e sempre caminhar ao meu lado.

Ao meu pai, Raimundo Nonato, à minha mãe, Maria Fernandes, e à minha irmã, Luciana Fernandes, pela ajuda, paciência, confiança, conversas e por terem proporcionado momentos prazerosos ao longo de todo o período da pesquisa e de minha vida.

Ao meu orientador, professor Dr. Gilvandenys Leite Sales, pela confiança, as cobranças e os ensinamentos tão ricos que só me ajudaram a crescer como pesquisador e professor. Indubitavelmente, conhecer o professor Denys, conviver com ele e ver sua forma de trabalho foi um ponto de inflexão em minha vida e carreira.

À professora Dra. Juscileide Braga de Castro, minha coorientadora, pelas ricas contribuições, o incentivo, os momentos de conversa, as ideias disruptivas para as pesquisas e carinho em suas falas. Sem a professora Jusci, a presente pesquisa jamais teria sido concluída, pois sempre que eu estava precisando de energia, recorria a ela e as energias eram renovadas por meio de conversas ricas em ensinamentos, incentivos e ideias.

Aos professores José Aires; Paula Patrícia; Alisandra Cavalcante; Pablo Abreu; Mairton Cavalcante; e Francisco Regis Vieira Alves, pelas contribuições, críticas, ideias e considerações, que contribuíram para o desenvolvimento da dissertação.

Aos membros dos projetos Ciência, Arte e Tecnologia (Ciartec) e Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid) por me acolherem durante minha caminhada como pesquisador.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *campus* Fortaleza, por ter me acolhido durante a graduação e pós-graduação. Instituição com profissionais competentes e comprometidos com o dever, local onde sempre fui bem tratado e ao qual dedico enorme carinho.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap), pelo apoio financeiro durante todo o período da pós-graduação.

A tantos outros queridos amigos, que não foram citados, mas ofereceram apoio moral, incentivo e momentos de diálogos estimulantes, cheios de ideias e informações enriquecedoras, minha gratidão.

RESUMO

A carência de metodologias, para o ensino de Física, que incorporem tecnologias digitais, o protagonismo e descobertas autênticas pelos alunos, é tema constante nas formações de professores voltadas a uma reformulação curricular. O emprego de metodologias ativas, no currículo dos licenciandos, perpassa por questões culturais e sociais, afinal, alunos e professores mostram resistências a grandes transformações nas formas tradicionais de ensino, principalmente quando essas modificações exigem o uso de recursos didáticos, como as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC). Nesse sentido, com esta pesquisa, objetivou-se analisar o contributo dos indicadores de metodologias ativas contidos no Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão (PCMA) para o Ensino Remoto de Energia Cinética e Potencial Gravitacional, com alunos bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid). O PCMA, ou metodologia dos 6Cs (Consolidação, Conscientização, Constatação, Comparação, Convergência e Confirmação), trata-se de um percurso metodológico utilizado no ensino de Física, organizado em três fases: a primeira contempla o plano fenomenológico; a segunda, o plano das representações mentais; e, a terceira, o plano matemático-formal. Além disso, o PCMA favorece a interação do aluno com os aspectos sociais, culturais e históricos, para uma reformulação ou evolução dos conceitos preestabelecidos socialmente por meio de instrumentos e signos. Para a consolidação da pesquisa, foi realizado um delineamento experimental com abordagem quantitativa em um único grupo observacional. A coleta de dados ocorreu por meio de três questionários de opinião e uma atividade experimental no ensino de Energia Cinética e Potencial, contendo missões e desafios. Para aferir o nível de consistência interna das respostas dos alunos nos questionários foi utilizado o cálculo do alfa de Cronbach. O questionário do *feedback* da atividade ficou em 0,8 e o questionário dos indicadores de metodologias ativas demonstrou um resultado de 0,97. Ambos os questionários possuem sólida consistência interna, em comparação com o valor de 0,7, que é considerado aceitável na literatura. Com base na análise dos questionários e nos resultados coletados com os alunos, foram identificados indicadores como a valorização da autonomia; a valorização das produções intelectuais; o engajamento ativo no processo de aprendizagem; o estímulo à participação do discente; a pesquisa como princípio educativo; e o equilíbrio entre atividades individuais e coletivas.

Palavras-chave: Metodologias Ativas. Ensino de Física. Objeto de Aprendizagem. Prática Docente. Tecnologias Digitais.

ABSTRACT

The lack of methodologies for teaching Physics that incorporate digital technologies, the protagonism and authentic discoveries by students, is a constant theme in teacher training aimed at a curricular reformulation. The use of active methodologies in the curriculum of undergraduates, permeates cultural and social issues, after all, students and teachers show resistance to major transformations in traditional forms of teaching, especially when these modifications require the use of didactic resources, such as Digital Information Technologies and Communication (TDIC). In this sense, with this research, the objective was to analyze the contribution of active methodologies indicators contained in the Methodological Cognitive Apprehension Procedure (PCMA) for the Remote Teaching of Kinetic Energy and Gravitational Potential, with scholarship students of the Institutional Scholarship Program for Teaching Initiation (Pibid). The PCMA, or methodology of 6Cs (Consolidation, Awareness, Finding, Comparison, Convergence and Confirmation), it is a methodological course used in the teaching of Physics, organized in three phases: the first contemplates the phenomenological plane; the second, the plane of mental representations; and the third, the formal-mathematical plan. In addition, PCMA favors student interaction with social, cultural and historical aspects, for a reformulation or evolution of the concepts socially pre-established through instruments and signs. For the consolidation of the research, it was an experimental design was carried out with a quantitative approach in a single group observational. Data collection took place through three opinion questionnaires and an activity experimental in the teaching of Kinetic and Potential Energy, containing missions and challenges. To measure the level of internal consistency of the students' answers in the questionnaires, the alpha calculation was used from Cronbach. The activity feedback questionnaire was 0.8 and the indicators questionnaire of active methodologies showed a result of 0.97. Both questionnaires have solid internal consistency, compared to the value of 0.7, which is considered acceptable in the literature. Based on the analysis of the questionnaires and on the results collected with the students, indicators such as the valorization of autonomy; the valorization of intellectual productions; The active engagement in the learning process; encouraging student participation; the search as an educational principle; and the balance between individual and collective activities.

Keywords: Active Methodologies. Physics Teaching. Learning Object. Teaching Practice. Digital Technologies.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Delineamento do procedimento cognitivo metodológico de apreensão
- Figura 2 – Mapa conceitual de definição, características e classificação dos objetos de aprendizagem
- Figura 3 – Energia cinética em um sistema conservativo na pista de *skate*
- Figura 4 – Comportamento das energias no sistema conservativo
- Figura 5 – Organização das aulas aplicadas sobre o tema energia mecânica
- Figura 6 – Simulação energia na pista de *skate*
- Figura 7 – Mapa conceitual da energia mecânica
- Figura 8 – Pista no formato de “U” da simulação PhET
- Figura 9 – Pista de *skate* irregular da simulação PhET

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Indicadores de metodologias ativas

Quadro 2 – Delineamento da aplicação do PCMA

Quadro 3 – Relação dos indicadores de metodologias ativas com as questões

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resultado individual das missões da atividade experimental

Gráfico 2 – Visão dos alunos em relação à consistência da construção da atividade

Gráfico 3 – Visão dos alunos em relação aos objetivos das missões

Gráfico 4 – Opinião dos alunos em relação à dimensão relacional

Gráfico 5 – Análise da opinião dos alunos sobre os indicadores da dimensão pedagógica

Gráfico 6 – Visão dos alunos sobre o uso de objetos de aprendizagem no ensino de física

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
Enem	Exame Nacional do Ensino Médio
EUA	Estados Unidos da América
FMC	Física Moderna e Contemporânea
g	Gravidade
GSA	Google Sala de aula
GSA	Google Sala de Aula
h	Altura
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará
K	Energia Cinética
m	Massa
OA	Objetos de Aprendizagem
OMS	Organização Mundial de Saúde
PBL	Problem-Based Learning
PCMA	Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão
Pibid	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
Project-BL	Project-Based Learning
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
U	Energia Potencial Gravitacional
U_m	Energia Mecânica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 TEORIAS DE APRENDIZAGEM	20
2.2 Fundamentação do PCMA	21
2.2.1 Etapas do PCMA	22
2.2.2 Objetos de Aprendizagem (OA)	26
2.3 A energia cinética e a potencial	28
3 METODOLOGIA ATIVA	32
3.1 Indicadores de metodologias ativas	33
3.1.1 Dimensão relacional	34
3.1.2 Dimensão pedagógica	37
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA INVESTIGAÇÃO	40
4.1 Local e sujeitos da pesquisa	40
4.2 Etapas da pesquisa	41
4.2.1 simulação phet: energia na pista de skate	43
4.2.2 Metodologia de ensino	44
4.3 Instrumentos de coleta de dados	50
5 RESULTADOS	53
5.2 Análise do questionário de sondagem	53
5.3 Análise da atividade experimental de energia mecânica	55
5.3.1 Resultados do feedback da atividade	58
5.4 Resultados dos indicadores de metodologias ativas	60
5.4.1 Resultados da dimensão relacional	60
5.4.2 Análise dos resultados da dimensão pedagógica	63
5.4.3 Resultados da utilização de objetos de aprendizagem	65
REFERÊNCIAS	69
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE SONDAAGEM	73
APÊNDICE B - ATIVIDADE EXPERIMENTAL DAS SITUAÇÕES PROBLEMA DE ENERGIA MECÂNICA	74

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO DO <i>FEEDBACK</i> DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL.....	79
--	-----------

APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO DOS INDICADORES DE METODOLOGIAS ATIVAS.....	80
--	-----------

1. INTRODUÇÃO

O modelo de ensino consagrado durante muito tempo é o método de ministrar aulas narrando, em que se utiliza a estratégia de transmitir o que os alunos devem, supostamente, saber e aprender (FINKEL, 2008; MOREIRA, 2017). Na concepção de ensino da narrativa, ou modelo tradicional de ensino, encontra-se o estudante com atitude receptiva e a aprendizagem acontece de forma mecânica, com ênfase em fórmulas, regras e modelos. A estratégia metodológica de dar aulas narrando parece normal a todos, no entanto, trata-se de um modelo de ensino bastante questionado na literatura (FINKEL, 2008; MOREIRA, 2017).

Ensinar narrando, ou o modelo tradicional de ensino, muitas vezes, é baseado em um livro-texto, maneira em que o professor escreve (uma forma de narrar) na lousa aquilo que os alunos devem copiar (saber), estudar (memorizar) e depois reproduzir nas avaliações. Além disso, a aplicação de modelos de ensino relacionados com a simples transmissão de informações e a repetição de respostas prontas corroboram para uma formação fragilizada dos estudantes, que ficam sem uma compreensão aprofundada dos fenômenos da natureza (FERNANDES SOBRINHO *et al.*, 2017).

Para Coutinho Júnior (2021), a abordagem de ensino tradicional, a inflexibilidade do conteúdo curricular e o pouco acesso aos instrumentos experimentais, tornam o ambiente escolar desestimulante para alunos e professores. Segundo Moran (2015), com a democratização do acesso à tecnologia e informação, por meio dos computadores interligados em rede, os métodos de ensino focados na pura transmissão e armazenamento de informações precisam ser revistos. Indubitavelmente, as mudanças ocorridas na sociedade têm forçado as instituições de ensino a reverem seus conceitos e práticas pedagógicas.

A ideia de proporcionar os meios necessários para que os conceitos estudados em sala de aula possam não apenas ser memorizados sem estímulo, pelos estudantes, como também proporcionar habilidades para interagir com o mundo de forma crítica, vem sendo defendido por documentos norteadores da educação básica, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2016). A partir das competências gerais da educação básica propostas pela BNCC, as estratégias de ensino devem “Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade [...]”, (BRASIL, 2016, p. 9).

Uma reformulação do currículo da educação básica pode partir de indagações norteadoras que surgem na literatura, contendo questionamentos como: Quais são os meios para os professores implementarem, em suas práticas pedagógicas, o protagonismo, a curiosidade intelectual e a criatividade do aluno? Como estimular a investigação, a reflexão e

a análise crítica? E qual metodologia de ensino é adequada para contemplar o uso de ferramentas tecnológicas, a investigação e as descobertas autênticas realizadas pelos alunos no ensino como um todo?

As metodologias ativas têm sido um artifício para os professores implementarem, em suas práticas pedagógicas, o protagonismo do aluno e promover o exercício da curiosidade intelectual, tornando-as uma possibilidade de solução viável para questionamentos apresentados na literatura. As metodologias ativas de ensino possuem vantagens pedagógicas, em relação a estimular a participação do aluno, a liberdade de escolha, a contextualização do conhecimento, as atividades em grupos, o uso de múltiplos recursos e a socialização do conhecimento (MOURA, 2014; COUTINHO JÚNIOR, 2021). No entanto, os professores da educação básica mantêm os métodos tradicionais de ensino, sem renovação curricular ou pedagógica.

Para Costa *et al.* (2020) e Sales (2005), alunos e professores apresentam resistências às transformações em relação aos métodos de ensino utilizados durante muito tempo, principalmente quando essas modificações exigem uma reformulação curricular e metodológica. Apesar da resistência para modificar o modelo de ensino tradicional, Coutinho Júnior (2021) relata que as metodologias ativas, ou metodologias inovativas, vêm sendo implementadas em práticas pedagógicas, formação docente e planejamentos educacionais. Decerto que o incentivo na reformulação curricular das práticas de ensino partem de pesquisas muito bem elaboradas da literatura sobre o uso e fundamentação das metodologias ativas e a adequação dos instrumentos tecnológicos em sala de aula.

Como exemplo de pesquisa que relata as práticas de ensino, pode-se citar Teles *et al.* (2020), que analisou, em seu trabalho, como os licenciandos planejam e executam práticas de ensino com o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) em sala de aula. Na pesquisa de Teles *et al.* (2020), identificou-se que as ferramentas tecnológicas foram implementadas em sala de aula pelos professores em formação sem metodologia de ensino adequada. Nesse sentido, as TDIC foram utilizadas apenas para informatizar o ensino sem alterar suas bases metodológicas. Ademais, foram identificadas dificuldades dos licenciandos em delinear um percurso de ensino que favorece a autonomia do aluno no sentido da construção crítica do seu próprio conhecimento.

Outro exemplo pode-se citar a pesquisa de Ventura (2019) que, com base na literatura e pesquisa empírica, propôs seis indicadores que caracterizam o uso de metodologias ativas com suporte das tecnologias digitais. Os indicadores propostos por Ventura (2019) são: Valorização das Produções Intelectuais; Valorização da Autonomia; Engajamento Ativo no

Processo de Aprendizagem; Pesquisa como Princípio Educativo; Estímulo à Participação do Discente; e Equilíbrio entre Atividades Individuais e Coletivas.

Com o trabalho de Ventura (2019), torna-se possível mapear a existência desses indicadores nas práticas de professores. Nesse sentido, o intuito, no presente trabalho, é identificar os indicadores de metodologias ativas em uma sequência pedagógica intitulada como Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão (PCMA) (SALES, 2005; SANTOS, 2017; SILVA *et al.*, 2019; MOURÃO, 2020) ou metodologia dos 6Cs (Consolidação, Conscientização, Constatação, Comparação, Convergência e Confirmação) no ensino de Física. O PCMA é uma estratégia de ensino que facilita a incorporação de Objetos de Aprendizagem (OA), ao ensino de Física, e os conhecimentos prévios dos alunos.

O PCMA, inicialmente proposto por Sales (2005), possui como base psicopedagógica a teoria da mediação de Vygotsky (2008), em que o amadurecimento cognitivo do indivíduo depende dos contextos histórico, social e cultural. O PCMA pode amparar os alunos na construção de representações mentais, através do que ele domina e sabe, e causar uma mudança conceitual prévia na sua estrutura cognitiva quando se encontra em situações divergentes.

No decorrer da existência do PCMA ocorreram certas inovações estruturais. Inicialmente, a metodologia contava com cinco etapas (5Cs) que são: Consolidação, Conscientização, Constatação, Comparação e Convergência (SILVA *et al.*, 2015; SANTOS, 2017). Além disso, o PCMA não se vinculava aos três planos essenciais de uma teoria científica apresentada por Garnier, Bednarz e Ulanovskaya (1996), que são o plano fenomenológico; plano das representações mentais; e plano matemático-formal.

Após ser proposta por Sales (2005), a metodologia do PCMA teve uma abordagem na área de Óptica Geométrica, por Silva *et al.* (2015). Posteriormente, foi direcionado para traçar um percurso metodológico com vistas a uma mudança conceitual no ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC), no trabalho de Santos (2017). Com isso, a metodologia do PCMA demonstrou potencial como estratégia para o ensino de Física.

Os elementos envolvidos na interação da tríade professor, estudante e conteúdo de Física, produzem um atrativo crescente pelos procedimentos de transmissão e transformação de saberes, capazes de alterar os parâmetros e rumos da Didática da Física (DF) (NARDI; CASTIBLANCO, 2014; SILVA; SALES; CASTRO, 2018). Isso posto, o ensino de Física tem a capacidade de relacionar OA com os conhecimentos prévios do aluno e seu cotidiano, ao explorar conceitos, fenômenos e a formulação de hipóteses, que, na maior parte dos casos, podem ser observados no contexto vivencial do aluno.

O trabalho de Silva *et al.* (2015) utilizou o PCMA com apenas 5Cs, com 24 alunos do 4º período do curso técnico em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), no ensino de Óptica Geométrica. O objetivo da pesquisa foi sugerir o PCMA como um percurso de ensino com modelo baseado na mudança conceitual. Para isso, foi realizada uma oficina de Espelhos Planos, simulações virtuais, testes e desafios. Os resultados apontaram que o modelo de ensino utilizado contribuiu na convergência das concepções prévias dos alunos para conceitos cientificamente aceitos.

A pesquisa de Santos (2017) foi realizada com alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública do estado do Ceará. O objetivo do trabalho foi investigar mudanças conceituais decorrentes dos resultados de aplicação dos 5Cs, ou PCMA, associado ao uso de TDIC no ensino de FMC. Com isso, Santos (2017) observou um potencial positivo para uma mudança conceitual significativa no uso da estratégia de ensino.

Tanto na pesquisa de Silva *et al.* (2015) como na pesquisa de Santos (2017), foi possível observar a característica do PCMA de causar uma mudança, ou a evolução, das concepções prévias dos alunos para conceitos cientificamente aceitos. Apesar de Sales (2005) relatar que realizar mudanças nos conceitos prévios dos alunos não é uma tarefa trivial, pois esses conceitos adquiridos socioculturalmente são resistentes a mudanças. Sobre isso, Sales (2005, p. 24) explica que:

As concepções espontâneas dos alunos, tendo em vista sua origem sociocultural, são muito persistentes e resistem às mudanças conceituais, principalmente se os conceitos científicos conflitam com elas. Somente através de estratégias didáticas bem concebidas poderão se transformar em conceitos cientificamente corretos.

Segundo Sales (2005), apenas a implementação de estratégias de ensino bem elaboradas pode causar mudanças significativas no domínio conceitual prévio dos alunos. No contexto do PCMA, os autores Silva *et al.* (2015) e Santos (2017) relatam que o percurso metodológico possui características que instigam os alunos a realizarem mudanças conceituais. Ademais, o uso do PCMA pode superar o ensino baseado na matematização e abstração experimental dos conceitos de Física, que tem sido utilizado por professores no ensino tradicional (SILVA *et al.*, 2015; SANTOS, 2017).

As vantagens identificadas na implementação do PCMA, por Silva *et al.* (2015) e Santos (2017), estimulam a participação ativa do aluno, que é uma característica semelhante identificada em metodologias ativas. No entanto, a relação do PCMA com indicadores que compõem as metodologias ativas, ainda não foi verificada. Nesse sentido, a questão de

pesquisa da presente investigação é: A aplicação do PCMA no contexto do ensino de Física possui indicadores semelhantes ao uso de metodologias ativas?

Nesta dissertação, o objetivo geral é analisar a existência dos indicadores de metodologias ativas que caracterizam o PCMA para o Ensino Remoto de Energia Cinética e Potencial, envolvendo licenciandos de Física, do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid). A escolha dos alunos, bolsistas do Pibid, serviu para observar um panorama dos indicadores de metodologias ativas empregadas no uso do PCMA.

Como objetivos específicos, têm-se:

1. Identificar quais critérios/indicadores atestam que ocorreu o uso de metodologias ativas no ensino;
2. Verificar se os critérios/indicadores de metodologias ativas são utilizados em aulas desenvolvidas com o PCMA para o ensino remoto de Energia Cinética e Potencial;
3. Analisar o contributo no aspecto cognitivo para o uso do PCMA no ensino remoto de Energia Cinética e Potencial.

A presente dissertação encontra-se organizada em seções. A seguir, na seção 2, é abordada a base teórica da pesquisa direcionada para a fundamentação psicopedagógica, os passos do PCMA e a teoria da mudança ou evolução conceitual. Na seção 3, direciona-se para a apresentação dos conceitos relacionados à Teoria Cinética e Potencial. Na seção 4, o foco está nos detalhes metodológicos da pesquisa, assim como em ferramentas e etapas de aplicação dos testes. Na seção 5, direciona-se para a análise dos resultados com base nos objetivos das aulas ministradas. Por último, na seção 6, constam as considerações finais da pesquisa, com um resumo dos resultados baseado nos objetivos e ajustes que podem ser realizados na pesquisa para aplicações futuras.

2 TEORIAS DE APRENDIZAGEM

Na fundamentação teórica da presente pesquisa, foram utilizados tanto autores da Psicologia Cognitiva para fundamentar a aplicação do PCMA, como autores da Educação para embasar os indicadores de metodologias ativas propostos por Ventura (2019). A teoria cognitiva trata dos processos mentais relacionados à percepção, resolução de problemas, tomada de decisão, ao processamento de informação, à compreensão, etc. Em outras palavras,

o cognitivismo ocupa-se em identificar como o indivíduo constrói sua estrutura de conhecimento (MOREIRA, 2011a).

O cognitivismo é uma vertente das teorias de aprendizagem voltada a compreender os processos mentais, o ato de aprender, ou como o indivíduo compreende o mundo. No momento em que se reconhece que a aprendizagem ocorre por construção, chega-se ao construtivismo. Dentro da perspectiva cognitivista/construtivista, encontram-se a Teoria do Desenvolvimento Cognitivo de Jean Piaget (1896 - 1980); a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2012); a Teoria da Mediação de Lev Vygotsky (2008); entre outras.

A teoria da mediação, proposta por Vygotsky (2008), considera que a aprendizagem do indivíduo mantém uma relação direta com os contextos social e cultural em que está inserido. Em outras palavras, as relações sociais contêm um papel fundamental diante das funções mentais superiores (comportamento, pensamento, linguagem) e essa relação não é direta, mas mediada por instrumentos e signos (VYGOTSKY, 2008; MOREIRA, 2011a).

Os instrumentos, signos, ou sistema de signos, são construídos e se modificam ao longo da história da sociedade. Por meio da internalização/apropriação, via interação social, o ser humano se desenvolve cognitivamente. Quanto mais utiliza instrumentos e signos, maior será a quantidade de tarefas/pensamentos que podem utilizar suas novas funções psicológicas (MOREIRA, 2011a). No geral, existem três tipos de signos, os indicadores, icônicos e simbólicos, que, segundo Moreira (2011a), nos auxiliam na comunicação, no desenvolvimento cognitivo e na representação sociocultural. Conforme Moreira (2011a, p. 109) relata:

Existem três tipos de signos: 1) indicadores, são aqueles que têm uma relação de causa e efeito com aquilo que significam (*e.g.*, fumaça indica fogo, porque é causada por fogo); 2) icônicos, são imagens ou desenhos daquilo que significam; 3) simbólicos, são os que têm uma relação abstrata com o que significam. As palavras, por exemplo, são signos linguísticos, os números são signos matemáticos; a linguagem, falada e escrita, e a matemática são sistemas de signos.

O PCMA é um percurso metodológico de ensino em que a interação do indivíduo com instrumentos e signos, sejam os indicadores, icônicos e simbólicos, é amplamente considerada para o ensino de Ciências. Ademais, o PCMA encaixa-se como uma estratégia fundamentada nos princípios construtivistas e na teoria da Mediação (SILVA; DAMASCENO JÚNIOR, 2019), pois o percurso metodológico proporciona a construção e reconstrução de representações mentais, ao confrontar as concepções prévias do aluno no enfrentamento de situações conflitivas, conceituais e fenomenológicas, no ensino de Física. Nesse sentido, na

seção seguinte, é apresentada uma análise do PCMA, tendo como base a teoria da mediação de Vygotsky (1988).

2.2 Fundamentação do PCMA

No decorrer da aplicação da proposta metodológica, ocorreram certas inovações estruturais. Inicialmente, o PCMA contava com cinco etapas (SALES, 2005; SILVA *et al.*, 2015; SANTOS, 2017; SILVA; DAMASCENO JÚNIOR, 2019) e não se vinculava com os elementos essenciais que compõem a macroestrutura da construção de uma teoria científica abordada por Garnier *et al.* (1996). Recentemente, o PCMA foi abordado na pesquisa de Silva e Damasceno Júnior (2019), contudo, não se verifica a relação atualizada das novas etapas adaptadas de Garnier *et al.* (1996) e a implementação de um sexto C, conforme Coutinho Júnior (2021) apresentou.

Três planos compõem a macroestrutura da construção de uma teoria científica propostos por Garnier *et al.* (1996). São eles: a) plano de exposição dos fenômenos/conceitos e interação com o OA (Plano Fenomenológico); b) plano da representação das teorias propostas e formulação de modelos mentais alternativos, que destaca os conceitos essenciais (Plano das Representações Mentais); e c) plano da análise do fenômeno com teorias formais através de símbolos, gráficos, equações, etc. (Plano Matemático-Formal) (MOURÃO, 2020).

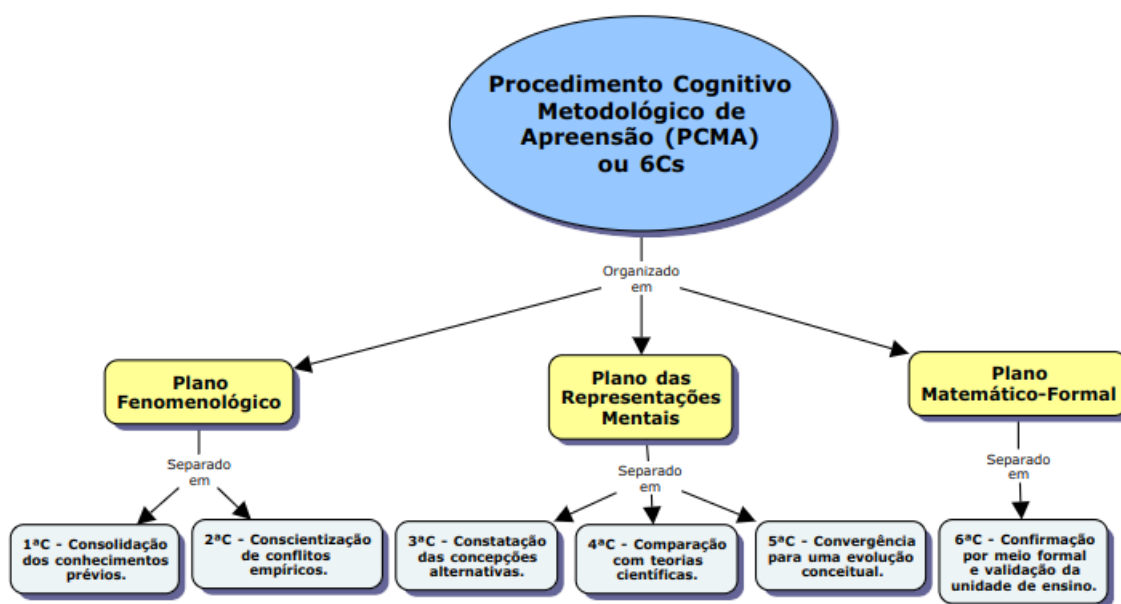
A relação do PCMA com um posicionamento fundamentado na Filosofia Construtivista ocorre por meio das etapas metodológicas dos 6 Cs. O PCMA proporciona ao aluno um contato direto com o fenômeno científico, que, com isso, passa a ter a capacidade de interpretar, representar e criar hipóteses, conforme os estímulos que receberá no decorrer das etapas descritas detalhadamente na próxima seção. Nesse sentido, a seguir, será relatada a fundamentação dos passos metodológicos do PCMA atualizado, com base em Coutinho Júnior (2021).

2.2.1 Etapas do PCMA

O PCMA tem como pressuposto os planos cognitivos de aprendizagem separados em etapas. Inicialmente, o percurso metodológico foi separado em cinco etapas, também identificadas como 5Cs (SALES, 2005; SILVA *et al.*, 2015; SANTOS, 2017; SILVA; DAMASCENO JÚNIOR, 2019). Contudo, identificou-se a necessidade de implementar mais uma etapa, para um delineamento mais apurado do percurso metodológico, constituindo-se, assim, os 6Cs (MOURA, 2014; COUTINHO JÚNIOR, 2021), que são: 1) Consolidação dos conhecimentos prévios; 2) Conscientização de conflitos empíricos; 3) Constatação das

concepções alternativas; 4) Comparação com teorias científicas; 5) Convergência para uma evolução conceitual; e, a mais nova, 6) Confirmação por meio formal (fórmulas, símbolos e gráficos). Atualmente, os 6Cs encontram-se distribuídos nos planos cognitivos: a) Plano Fenomenológico; b) Plano das Representações Mentais; e c) Plano Matemático-Formal (FIGURA 1).

Figura 1 - Delineamento do procedimento cognitivo metodológico de apreensão



Fonte: Adaptado de Sales (2005); Silva *et al.* (2015) e Santos (2017).

Os planos cognitivos utilizados pelo PCMA foram distribuídos e organizados para serem iniciados com aplicações experimentais ao utilizar OA. O aluno deve ter a percepção empírica do fenômeno de ensino, durante o plano fenomenológico, e o professor deve formular estratégias, seja pelo uso de atividades, *games* ou simulações, para guiar o aluno nesse processo de descoberta do fenômeno científico. Em seguida, no plano das representações mentais, o aluno envolve-se em um processo de representações cognitivas dos fenômenos, com base em seus conhecimentos prévios, sociais e científicos. Nesse caso, o professor conduz o aluno no processo de mudança, ou evolução conceitual das suas próprias representações. Por último, no plano matemático-formal, o aluno deve chegar a conclusões cognitivas, por meio de suas produções, e o professor deve apresentar o formalismo científico, com equações, gráficos e os experimentos que os alunos vivenciaram na etapa do plano fenomenológico.

Plano Fenomenológico

O **Plano Fenomenológico** está direcionado à apresentação dos fenômenos por meio empírico e verificação dos conhecimentos prévios. Neste momento, o aluno depara-se

diretamente com o fato científico/conceitual, abordado por meio de um OA. De início, o aluno busca, em seus conhecimentos prévios, uma relação com o que foi observado em suas experiências cotidianas.

Em alguns casos, o fenômeno pode ser observado pelo aluno com admiração, espanto ou estranheza. Em outras realidades, o aluno pode ter contato com o fenômeno e logo relacioná-lo com soluções que já existem em sua estrutura cognitiva. A relação entre o fenômeno observado e a reação do observador pode estar diretamente ligada com os seus conhecimentos prévios.

Inerente ao plano fenomenológico, encontra-se a **Consolidação dos Conhecimentos Prévios (1^aC)**, que é direcionado para a identificação de conhecimentos e habilidades dos alunos. Os quais, por sua vez, podem ser adquiridos por meio do seu cotidiano e das suas experiências já vividas socialmente. Conforme defendido pela teoria da mediação de Vygotsky (2008), o desenvolvimento cognitivo do aluno não ocorre isolado dos contextos social, cultural e das ferramentas utilizadas no cotidiano.

Os novos conceitos abordados e a aprendizagem do aluno estão diretamente relacionados com a estrutura cognitiva precedente. Os conhecimentos prévios do aluno caracterizam-se como uma das partes importantes para comprovar os benefícios do percurso metodológico. Para Ausubel (2012), os conhecimentos prévios do aluno compõem o fator isolado que mais influencia a aprendizagem, pois podem servir de base para um desenvolvimento cognitivo realizado no domínio de novos conceitos.

A outra etapa pertencente ao plano fenomenológico é a **Conscientização de Conflitos Empíricos (2^aC)**. Essa etapa abrange a interação dos conhecimentos prévios do aluno com situações conflitivas, ao abordar as partes empírica, científica e conceitual, com os OA. Ao entrar em contato com um novo objeto de conhecimento, a estrutura cognitiva prévia do indivíduo passa a não contemplar mais as concepções fenomenológicas tidas como verdade empírica (SILVA *et al.*, 2015). Nessa lógica, é essencial que o aluno modifique os esquemas mentais, ao formular novas hipóteses para que então possa resolver a nova situação conflitiva.

Plano das Representações Mentais

Nesse ponto da implementação, adentra-se ao **Plano das Representações Mentais**. Após interagir com os conceitos da parte fenomenológica de forma empírica, o aluno desenvolve esquemas de assimilação mental para interpretar a realidade, e toda aproximação fenomenológica e experimental da realidade supõe um novo esquema.

Muitas vezes, a estrutura cognitiva prévia do aluno não atinge o entendimento de determinados conceitos. Segundo Sales (2005) e Pozo (1998) o ensino de Ciências não se resume apenas na apresentação dos conceitos, mas em causar mudanças conceituais sólidas, no entanto, os alunos são resistentes a mudanças em suas concepções espontâneas. Para isso, a interação com novas ferramentas experimentais, ou ao, é amplamente utilizada no decorrer do PCMA para que o aluno realize descobertas autênticas.

Pertencente ao plano das representações mentais, identifica-se a terceira etapa do percurso metodológico, apontado como **Constatação das Concepções Alternativas (3ºC)**. Nessa etapa, o professor realiza uma reestruturação teórica, ou revisão fenomenológica na busca de teorias alternativas que auxiliem o aluno e sejam razoáveis para justificar o fenômeno abordado (SILVA *et al.*, 2015). O professor pode intermediar a formulação de hipótese dos alunos. Essa interação tem o intuito de guiar nas formulações de novos conceitos relacionados com a situação conflitiva que o aluno teve contato empiricamente.

As concepções alternativas têm várias origens ligadas direta ou indiretamente com a influência das experimentações cotidianas, seja em sala de aula ou por meio de mídias, como rádio, TV, cinema, livros, internet, etc. A relação do professor com o aluno, em sala de aula, é um aspecto importante, que possibilita a construção, desconstrução e a reestruturação dos conhecimentos.

A quarta etapa, ainda pertencente ao plano das representações mentais, é a **Comparação com Teorias Científicas (4ºC)**. Quando entram em contato com situações para serem resolvidas com influência científica, os alunos tentam solucionar a partir de suas concepções prévias e a formulação de soluções dos alunos está diretamente fundamentada em vivências do seu cotidiano e ambientes. O percurso de inserção de novos conceitos a sua estrutura cognitiva prévia constitui uma condição própria e necessária, no processo de construção de conceitos científicos (SILVA *et al.*, 2015). Nessa etapa, o professor pode relacionar, na maioria das vezes, as teorias científicas que, eventualmente, se encontram direcionadas ao fenômeno proposto na abordagem fenomenológica.

A etapa **Convergência para uma Evolução Conceitual (5ºC)**, é a última parte do plano das representações mentais. A interação entre situações conflitantes, concepções prévias, e abordagem fenomenológica, no ensino de Física, possibilita que o indivíduo se desenvolva cognitivamente partindo de concepções prévias e chegando a formulações cientificamente aceitas. Segundo Sales (2019), os alunos resistem às mudanças, em suas preconcepções, mas podem ser facilitadas, com o uso de metodologias bem desenvolvidas e aplicadas.

Plano Matemático - Formal

Por fim, foi acrescentada mais uma etapa, para complementar a macroestrutura da formulação cognitiva proposta por Garnier *et al.* (1996). O **Plano Matemático - Formal**, destina-se à etapa da **Confirmação por Meio de Fórmulas, Tabelas, Quadros, etc. (6ªC)**. Nessa etapa, o intuito é elucidar uma relação direta entre a mudança conceitual do aluno e as teorias científicas, por meio de símbolos, gráficos, fórmulas, etc. Ademais, vale salientar que a finalização do percurso metodológico não confirma o funcionamento do potencial da unidade didática proposta para o ensino de Física. Para uma validação dos resultados do percurso metodológico, é necessário efetuar uma análise do domínio conceitual e fenomenológico do aluno, se possível, baseado em uma validação quantitativa da solidificação dos conceitos.

O acréscimo da sexta etapa ao percurso metodológico deu-se por causa da necessidade de fortalecer as mudanças conceituais. Quando interage com situações conflitivas, como proposto no PCMA, eventualmente, o aluno modifica as suas concepções prévias, e essa modificação deve ser mais do que simplesmente uma mudança; deve ser uma evolução para conceitos mais sólidos e fundamentados nas teorias científicas. Nesse sentido, fica evidente a necessidade de se comparar essas mudanças na estrutura cognitiva dos alunos com o conhecimento formal das teorias científicas.

No final das etapas do PCMA, o processo de aprendizagem do aluno não se encontra acabado. O percurso metodológico, para uma mudança conceitual, pode ter sido significativo ao ocasionar não somente uma mudança, mas uma evolução conceitual pela construção de uma estrutura mais sólida, e exercerá uma base/ancoragem para a formulação de novos conceitos surgidos posteriormente. Nesse sentido, a implementação do percurso metodológico pode ter favorecido uma mudança conceitual para o aluno, que, indubitavelmente, se encontra incompleta ao gerar uma acomodação. No futuro, uma nova situação conflitiva reivindicará essa estrutura de conceitos.

No PCMA, o aluno entra em contato com os OA na etapa do plano fenomenológico, e esses OA servirão como um guia em todas as outras etapas do percurso metodológico. Na seção seguinte serão apresentados o conceito e as características de OA.

2.2.2 Objetos de Aprendizagem (OA)

Segundo Wiley (2002), um OA é qualquer recurso digital que possa ser utilizado e reutilizado para a aprendizagem. Pesquisadores adotam em suas pesquisas a ideia de que os

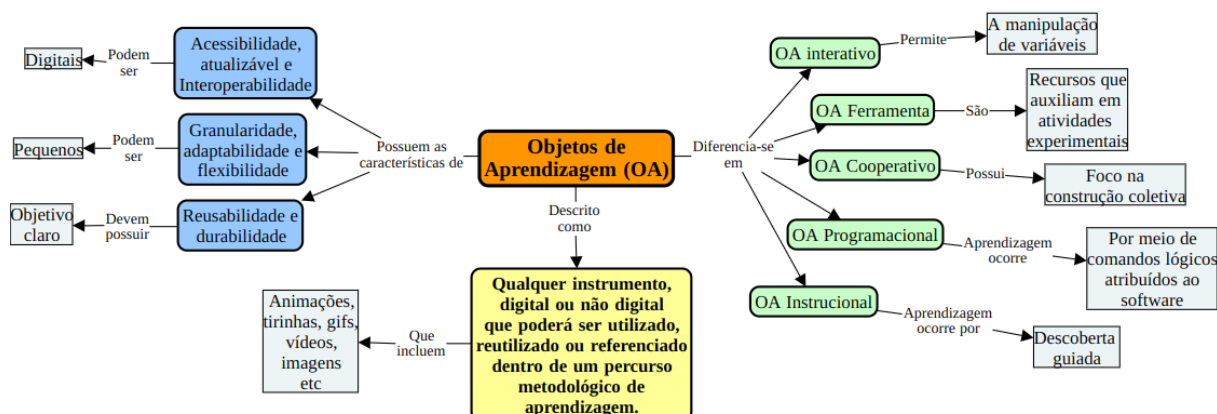
OA estão diretamente relacionados com o uso de recursos tecnológicos. Com o surgimento dos computadores interligados em rede e a troca massiva de informações, os OA vieram para diminuir os obstáculos de distribuição e armazenamento de informações (SALES, 2005; COSTA *et al.*, 2020). Ademais, os OA tornaram-se aliados do modelo de ensino remoto das disciplinas de Física, ao facilitar a comunicação e experimentação de conceitos.

Segundo Costa *et al.* (2020), apesar de se acreditar que possuem, obrigatoriamente, a relação com tecnologias digitais ou computadores interligados em rede, compreende-se que os OA possuem características amplas, difundindo o seu alcance para todos os tipos de ferramentas utilizadas como recursos que facilitam o processo de aprendizagem, seja por meio tecnológico ou não.

Conforme Costa *et al.* (2020), os OA possuem múltiplas interpretações, que dependem da vertente adotada na literatura. Essas concepções de OA podem se vincular diretamente com as TDIC, ou não, pois esses aparatos compuseram a maior parte da história da educação, até mesmo quando não existiam computadores interligados em rede, em formato de jogos, ferramentas, atividades interativas, mapas, textos, imagens, etc. (COSTA *et al.*, 2020). Para Nash (2005), os OA são blocos de informações que estão ao alcance dos professores para que os conectem da forma que identificam ser mais efetiva para a aprendizagem dos alunos.

Para a fundamentação do conceito de OA na presente pesquisa, foi utilizada a descrição apresentada no trabalho de Costa *et al.* (2020), que foi fundamentada em trabalhos de diferentes pesquisadores, como Castro *et al.* (2017); Castro-Filho (2007); Sales (2005); Nash (2005); e Wiley (2002). Nesse sentido, os “OA podem ser qualquer recurso, digital ou não digital que poderá ser utilizado, reutilizado ou referenciado dentro de um percurso metodológico de aprendizagem” (COSTA *et al.*, 2020. p. 5) (FIGURA 2). A descrição de OA apresentada por Costa *et al.* (2020) possui características que englobam tanto os OA que são provenientes das tecnologias, como os que não são.

Figura 2 - Mapa conceitual de definição, características e classificação dos objetos de aprendizagem



Fonte: Costa *et al.* (2020, p. 6.).¹

Seguindo a descrição de OA utilizada na fundamentação teórica do presente trabalho, torna-se importante citar que os OA possuem características como: (1) Podem ser, mas não obrigatoriamente, digitais; (2) ser pequenos; e (3) possuir um objetivo bem esclarecido (SALES, 2005; CASTRO-FILHO, 2007; DUARTE; CALEJON, 2015). Ao complementar os autores referenciados, Costa *et al.* (2020) discutem que as três características apresentadas servem para a organização de atributos mais específicos que podem estar intrínsecos aos OA.

Conforme apresentado por Costa *et al.* (2020), a característica (1) dos OA, por exemplo, engloba requisitos como possibilidades de serem acessíveis, atualizáveis e a capacidade de operar em diferentes *softwares*, sistemas e situações. Ademais, o OA digital facilita, por meio dos computadores interligados em rede, que a ferramenta de aprendizagem seja amplamente reproduzida e reutilizada. A característica (2) possibilita a granularidade, adaptabilidade e a flexibilidade, para que a interação com os OA torne-se rápida/direcionada e intuitiva, de modo que o aluno utilize no tempo de uma ou duas aulas. O atributo (3) fornece qualidades como a capacidade de ser reutilizado e, com isso, a durabilidade para que, no final da interação, o OA ocasione um desenvolvimento cognitivo no aluno (COSTA *et al.*, 2020).

Com base na fundamentação teórica dos OA no ensino, na presente pesquisa utilizou-se um OA do tipo simulação intitulado Energia na Pista de *Skate*, do repositório de simulações PhET, o OA trabalha com Energia Cinética e Potencial, conceitos apresentados na seção seguinte.

¹ Costa *et al.* (2020) utilizaram os trabalhos de Sales (2005), Arantes *et al.* (2010) e Kemczinski *et al.* (2012) para desenvolver o mapa conceitual contendo definições e características de OA.

2.3 A Energia Cinética e a Potencial

Segundo Barbosa e Borges (2006), o conceito de Energia é uma das ideias principais no ensino de Ciências da Educação Básica, e está contido em extensa literatura. No entanto, o assunto é apresentado no Ensino Fundamental de forma superficial e amplamente utilizada no cotidiano, de forma equivocada, ao se confundir com ideias de potência, força e movimento (BARBOSA; BORGES, 2006). Ademais, os fundamentos da compreensão das ideias de energia para a área da Física requerem certo nível de abstração para serem compreendidos.

Halliday *et al.* (2013, p. 149) afirma que o conteúdo de energia, de fato, é um tópico importante nos currículos do ensino de Física. Nossa sociedade depende do uso e da obtenção eficiente da energia. “O termo energia é tão amplo que é difícil pensar em uma definição simples. Tecnicamente, energia é uma grandeza escalar associada ao estado de um ou mais objetos; entretanto, essa definição é vaga demais para ser útil a quem está começando”.

Para Halliday (2013), a energia pode ser transferida de um corpo para outro, até mesmo mudar de forma e, mesmo assim, a quantidade total permanece constante. Para um formalismo científico da Física, considera-se que existem apenas a Energia Cinética e a Energia Potencial, que podem se manifestar e ser calculadas de diferentes formas, dependendo da situação (BARBOSA; BORGES, 2006).

A Energia Cinética (K), por exemplo, está relacionada à condição de movimento de um corpo (HALLIDAY, 2013). Para um corpo com uma velocidade (v) muito menor que a velocidade da luz e possui massa (m), expressa-se a Energia Cinética como sendo:

$$K = \frac{mv^2}{2} \quad \text{Equação 1}$$

Quanto maior a velocidade do objeto, maior é sua Energia Cinética e adquire uma energia de movimento nula, quando está em repouso. Um *skatista* com massa de 70kg, com velocidade de 20m/s, possui a Energia Cinética de 14.000kg.m²/s². Assim sendo, associa-se esse número ao movimento realizado pelo *skatista*.

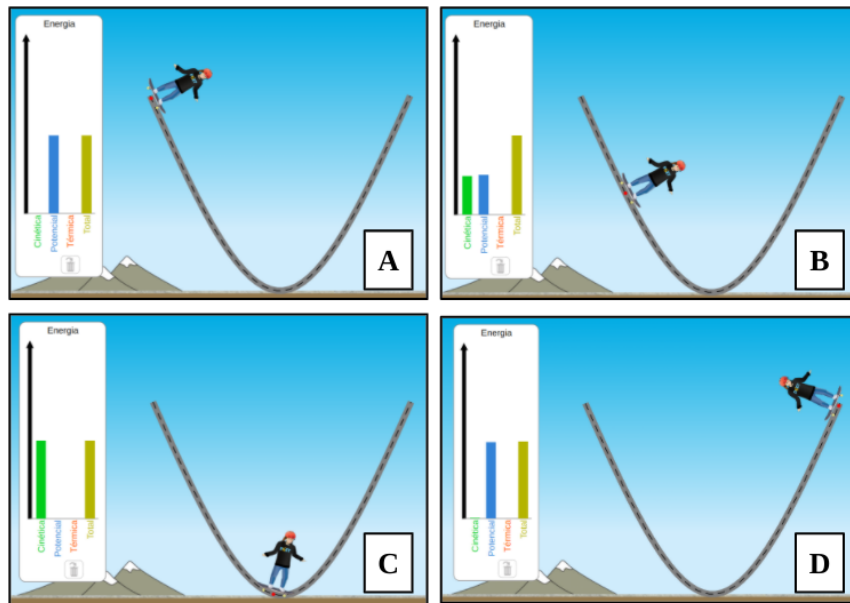
A unidade de medida de qualquer forma de energia no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o joule (J), em homenagem ao cientista inglês do século XIX, James Prescott Joule. A unidade de medida é conceituada, conforme a equação 1 da Energia Cinética, como sendo:

$$1 \text{ joule} = 1 \text{ J} = 1 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2 \quad \text{Equação 2}$$

Nesse sentido, entende-se que o *skatista* do exemplo apresentado possui 14.000 J.

De início, para se compreender o princípio de conservação da energia, são apresentados dois tipos de sistemas de forças, as conservativas e as não conservativas. Para isso, será considerado um *skatista* de massa m , que desce em uma rampa de *skate* no formato de “U”, com velocidade v ; considera-se a pista de *skate* lisa (atrito nulo) (FIGURA 3).

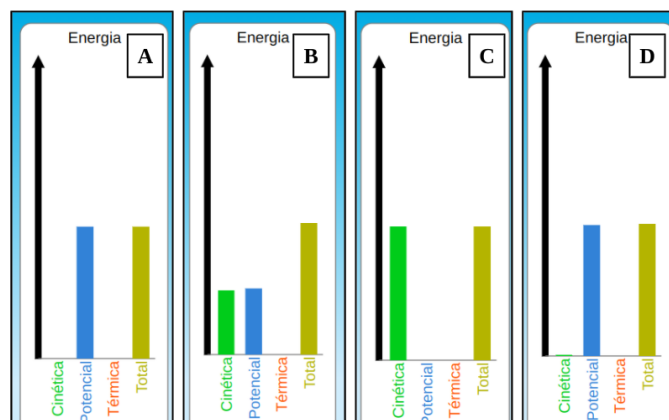
Figura 3 - Energia cinética em um sistema conservativo na pista de *skate*



Fonte: Repositório de simulações PhET.

Quando o skatista está no início do movimento e da rampa (FIGURA 3 A), ocorre que sua energia está completamente na forma de Energia Potencial (FIGURA 4 A). Conforme desce a rampa, no meio da trajetória entre o ponto de partida e o vale da rampa (FIGURA 3 B), observa-se uma conversão de Energia Potencial para a Energia Cinética e, conseqüentemente, a velocidade do *skatista* aumenta conforme se aproxima do vale, até atingir a velocidade máxima e Energia Cinética máxima.

Figura 4 - Comportamento das energias no sistema conservativo



Fonte: Repositório de simulações PhET.

Ao seguir na trajetória, a partir do ponto mais baixo da rampa, em que a velocidade e a Energia Cinética são máximas (FIGURA 3 C), o *skatista* volta a subir a segunda metade da rampa. Nesse percurso, sua velocidade e a Energia Cinética decresceram até parar, pois será submetido à ação retardadora da aceleração gravitacional g , e conforme sobe até a mesma altura em que iniciou a trajetória, será possível observar que a energia potencial voltará a aumentar até ficar máxima, com a velocidade do *skatista* igual a zero (FIGURA 3 D). Com isso, o *skatista* descenderá novamente e o comportamento da energia e velocidade será repetido, até atingir o ponto de partida com velocidade igual à do início do trajeto.

O *skatista* retorna ao início da trajetória com a mesma Energia Cinética que possuía no princípio do movimento. Nesse sentido, compreende-se que, na situação apresentada, a força gravitacional possui característica conservativa. Outras forças também podem exercer o caráter conservativo, como a força elástica. Para um sistema em que as forças atuantes não são conservativas, ocorre que, ao retornar para a posição inicial, a Energia Cinética será maior ou menor, assumindo que a capacidade de realizar o trabalho de uma força não foi conservada.

Conforme a situação de um sistema em que as forças exercidas em um corpo, no nosso exemplo o *skatista*, seja de natureza conservativa, torna-se oportuno inserir os conceitos de Energia Potencial (U). Foi observado, na situação apresentada, que a Energia Cinética do sistema varia (ΔK) conforme o *skatista* se move na rampa. E a Energia Potencial também varia, de forma inversamente proporcional, em um valor igual e oposto, no sentido de que a soma de ambas é nula.

$$\Delta K + \Delta U = 0 \quad \text{Equação 3}$$

Com a soma das variações de ambas, a energia total do sistema apresenta um resultado sempre constante, pois qualquer variação na velocidade e Energia Cinética K , é compensada por uma variação de mesma intensidade, nesse caso:

$$K + U = \text{constante} \quad \text{Equação 4}$$

Segundo Resnick e Halliday (1983), a Energia Potencial, em um sistema, representa um tipo de energia armazenada e pode ser recuperada e completamente transformada em Energia Cinética. A Energia Potencial gravitacional U_y será, então:

$$U_y = mgh \quad \text{Equação 5}$$

A Energia Potencial gravitacional ocorre na direção vertical, ao longo do eixo y . A Energia Potencial gravitacional pode ser nula, quando a altura h for igual a zero, em que o ponto zero para h é a superfície da terra e que aumenta linearmente, conforme a altura h .

Pode-se utilizar a equação 3 da soma das energias igual a uma constante (EQUAÇÃO 4), a equação da Energia Cinética (EQUAÇÃO 1) e a equação da Energia Potencial gravitacional (EQUAÇÃO 5) para consolidar a equação da lei de conservação da energia mecânica E_m (EQUAÇÃO 6) para um sistema de forças conservativas.

$$E_m = K + U_y \quad \text{Equação 6}$$

A energia mecânica da partícula que está em movimento permanece constante. Quando o sistema for constituído por forças conservativas e um objeto se move de um ponto y_0 , em que sua velocidade é v_0 , para um ponto y , em que sua velocidade é v , a energia mecânica E_m é a mesma para um ponto do sistema. Com auxílio da Figura 4, verifica-se que a energia total do *skatista* é a energia mecânica e mantém-se inalterada, independentemente das configurações e da intensidade da Energia Mecânica e Cinética.

Na próxima seção, apresenta-se a fundamentação teórica das metodologias ativas e os indicadores surgidos durante a aplicação de um percurso de ensino. Os indicadores de metodologias ativas, apresentados na próxima seção, servirão para fundamentar a relação das características de metodologias ativas com as etapas do PCMA.

3 METODOLOGIA ATIVA

Segundo Moran (2015), as mudanças que têm ocorrido na sociedade levaram os protagonistas da Educação formal a repensarem o seu modelo de ensino, para que cada aluno possa aprender de forma crítica e pensar sobre seus projetos de vida. Para Moran (2015, p. 16), os métodos tradicionais de ensino, que exigem resultados previsíveis e privilegiam a transferência de conceitos para os alunos, possuíam coerência quando a circulação massiva de informação era difícil: “O que a tecnologia traz hoje é integração de todos os espaços e tempos. O ensinar e aprender acontece numa interligação simbiótica, profunda, constante entre o que chamamos mundo físico e mundo digital”.

Para Moran (2015), às metodologias de ensino, a organização curricular, o tempo e espaço dos alunos precisam ser reavaliados. Se as instituições de ensino querem que os alunos sejam mais engajados, proativos e autônomos nas práticas de aprendizagem, precisam utilizar estratégias de ensino que incluam descobertas autênticas, tomada de decisão, avaliação de resultados e riscos para estimular a criatividade.

Nesse sentido, as metodologias ativas são pontos de partida para um avanço na elaboração de novas práticas de ensino. “Nas metodologias ativas de aprendizagem, o aprendizado se dá a partir de problemas e situações reais; os mesmos que os alunos vivenciaram depois na vida profissional, de forma antecipada, durante o curso” (MORAN, 2015, p. 19). As metodologias de aprendizagem ativa ou, simplesmente, metodologias ativas, são capazes de proporcionar ou estimular a participação do discente como protagonista, ou seja, ativo no processo de aprendizagem.

Na próxima seção, serão apresentados os indicadores que podem ser vivenciados e explorados durante a aplicação de uma metodologia de ensino, ou percurso metodológico, conforme identificados por Ventura (2019).

3.1 Indicadores de metodologias ativas

Na literatura, existem inúmeras metodologias de ensino tidas como metodologias ativas, como são exemplos a Aprendizagem pelas Práticas de Campo; Aprendizagem pela Pesquisa; Aprendizagem Baseada em Projetos (Project-BL); Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL); entre outras. Para Ventura (2019), essas metodologias de ensino possuem características semelhantes, que surgem com maior ou menor destaque, dependendo da proposta metodológica do professor.

Ventura (2019) mapeou indicadores de metodologias ativas nas práticas pedagógicas de quatro docentes do IFCE, *campus* Camocim/CE. Embora seja destacado que o protagonismo do aluno é o foco das metodologias ativas, não há como generalizar as semelhanças e diferenças observadas entre as metodologias ativas, ficando a cargo do professor explorar a viabilidade de aplicação dos indicadores (VENTURA, 2019).

Para facilitar a compreensão, Ventura (2019) organizou seis indicadores, em duas dimensões, a relacional e a pedagógica. A dimensão relacional possui indicadores como a valorização da autonomia, a valorização das produções intelectuais e o engajamento ativo no processo de aprendizagem. Para a dimensão pedagógica, apresenta os indicadores do estímulo à participação do discente, pesquisa como princípio educativo, e equilíbrio entre atividades individuais e coletivas (QUADRO 1).

Quadro 1 - Indicadores de metodologias ativas

Dimensão Relacional	Valorização da Autonomia
	Valorização das Produções Intelectuais
	Engajamento Ativo no Processo de Aprendizagem
Dimensão Pedagógica	Estímulo à Participação do Discente
	Pesquisa como Princípio Educativo
	Equilíbrio entre Atividades Individuais e Coletivas

Fonte: Ventura (2019).

Na estratégia de ensino, as dimensões relacional e pedagógica não são elementos separados. A dimensão relacional, apresentada por Ventura (2019), possui o foco de analisar e identificar os elementos existentes na interação entre professor e aluno, pois entende que essa relação de proximidade, respeito e diálogo pode colaborar para a produção do conhecimento.

A dimensão pedagógica está mais direcionada ao planejamento das metodologias ativas, pois, segundo Ventura (2019), o professor necessita de um delineamento mais detalhado de sua prática em sala de aula para assim explorar a participação ativa do aluno no processo de aprendizagem em comparação com o ensino tradicional.

A seguir, será apresentada a fundamentação da dimensão relacional, e descritos os indicadores de metodologias ativas diretamente relacionados com essa dimensão.

3.1.1 Dimensão relacional

A dimensão relacional está associada “[...] ao que o docente acredita favorecer a aprendizagem do aluno, mas que não necessariamente se volta ao objeto cognoscível, mas a atitudes que dão credibilidade ao discente como ser humano” (VENTURA, 2019, p. 118). O professor privilegia, em suas aulas, as práticas que ele acredita possuem indicadores que influenciam positivamente na aprendizagem.

Segundo Ventura (2019), a relação de proximidade social entre professor e aluno não pode ser desconsiderada, pois esse aspecto contribui para a produção do conhecimento. Observa-se que a dimensão relacional identificada por Ventura (2019) mantém relação com a Teoria da Mediação² de Vygotsky (2008), ao considerar que a interação social do aluno está diretamente relacionada com o seu desenvolvimento cognitivo.

² A teoria da Mediação de Vygotsky (2008) foi apresentado na seção 2.1 do presente trabalho

A Valorização da Autonomia, Valorização das Produções Intelectuais e o Engajamento Ativo no Processo de Aprendizagem são os indicadores apresentados por Ventura (2019) que possuem relação direta com a dimensão relacional.

Valorização da Autonomia

Para Ventura (2019), um dos indicadores que podem levar o aluno a obter descobertas autênticas e responsabilizar-se por sua própria aprendizagem, é a **Valorização da Autonomia**. Segundo Sales (2005), as atividades de práticas pedagógicas que estimulam aspectos lúdicos, a criatividade, as descobertas e a compreensão pelo aluno, com abordagens experimentais, podem servir para superar os métodos puramente abstratos, com o formalismo de fenômenos físicos. Para Ventura (2019, p. 121), a valorização da autonomia do aluno está em semear atividades em sala de aula que tenham como princípios a liberdade de expressão dos alunos.

A valorização da autonomia ocorre quando o professor delega maior responsabilidade aos estudantes, cultivando a sua liberdade de expressão, assim como respeita a improvisação e o resultado advindo dela, ouve as necessidades de aprendizagem e estimula o diálogo entre os alunos. A liberdade fornecida não se refere somente a de participar individualmente, mas, em conjunto com seus pares, em dar forma e sentido às expressões demonstradas.

Observa-se que, na Valorização da Autonomia, o aluno é colocado em situações de centralidade, no decorrer da construção e ação criativa, no processo de aprendizagem. Para tanto, a posição do aluno, no seu processo de desenvolvimento cognitivo, exige não apenas um engajamento ativo da parte dele para a aprendizagem, mas também do professor, para que a ação se desenvolva. Nesse sentido, o planejamento das estratégias pedagógicas que valorizam a autonomia do aluno, realizada pelo professor, devem possuir um delineamento em harmonia com a proposta da atividade de ensino.

Valorização das Produções Intelectuais

A **Valorização das Produções Intelectuais** dos alunos ocorre quando o professor utiliza, em sua prática pedagógica, atividades que estimulam a participação do discente no desenvolvimento de produções do conhecimento e das suas próprias estratégias para dominar conceitos. O professor deve considerar as produções intelectuais dos alunos, para que a interação, ou o engajamento do aluno, com a prática de ensino e aprendizagem seja aflorada, podendo, essas produções, ser cientificamente aceitas, incorretas ou desordenadas.

No contexto da produção de modelos mentais, pelos alunos, Silva (2018) relata que o professor pode utilizar as ideias elementares, superficiais, ou desordenadas, dos alunos, como

um instrumento no processo de aprendizagem. Com isso, o docente auxilia na reformulação de conceitos prévios dos alunos em conceitos formais/científicos, com a valorização do que os alunos dominam e sabem. Esses conceitos dos alunos podem ser observados por meio das produções intelectuais, como mapas mentais, narrativas, tirinhas, manipulação de experimentos, entre outros.

Ao considerar as expectativas, previsões, explicações e julgamentos de razoabilidade trazidos pelos estudantes ao analisarem situações de causa e efeito, o professor pode influenciar de maneira positiva o desenvolvimento de conceitos e a resolução de problemas. Ideias que pareçam mais razoáveis e produtivas para os alunos possuem uma maior chance de serem absorvidas sem erros conceituais e levam os estudantes a desenvolverem suas próprias ideias a respeito do tema. (SILVA, 2018, p. 24).

A produção intelectual dos alunos possui relevância significativa para se compreender o desenvolvimento cognitivo. Valorizar a produção intelectual dos alunos serve não apenas para compreender e auxiliar o desenvolvimento cognitivo do discente, mas também para estabelecer relações entre o professor e o aluno, ou seja, preservar atitudes que deem credibilidade ao aluno como ser humano. Ademais, os *feedbacks* do professor desempenham outro papel fundamental para que o aluno possa observar e compreender de forma mais clara seus erros e acertos (VENTURA, 2019).

Engajamento Ativo no Processo de Aprendizagem

O uso de metodologias ativas em sala de aula permite implementar práticas pedagógicas que coloquem o aluno como centro e autor do processo de aprendizagem. No entanto, o **Engajamento Ativo no Processo de Aprendizagem** deve ser tanto do discente como do professor, pois o uso e a elaboração de estratégias pedagógicas baseadas em indicadores de metodologias ativas exigem do professor não apenas um planejamento mais detalhado do percurso metodológico, mas o monitoramento das atividades realizadas pelos alunos e identificação das características que foram planejadas. Nesse sentido, o professor deve participar, acompanhar e supervisionar para, então, identificar dificuldades e os resultados da aplicação do percurso metodológico.

Nas metodologias ativas, o professor deve participar assiduamente de todo o processo e não se esquivar ou ausentar-se quando é exigido o desenvolvimento de atividades ou a responsabilidade maior é delegada ao aluno. Isto requer um trabalho docente assíduo, de acompanhamento, supervisão, retorno, olhar e escuta sensível aos êxitos e dificuldades dos discentes. (VENTURA, 2019, p. 127).

Para Ventura (2019), o engajamento ativo do professor no processo de aprendizagem do aluno, requer um planejamento bem elaborado da prática pedagógica; para isso, o professor deve conduzir, colaborar e assumir uma postura de idealizador do conhecimento, com o aluno. Nesse sentido, a interação do professor com o aluno é considerada um indicador de metodologias ativas para o engajamento ativo no processo de aprendizagem, pois a participação do aluno pode ser influenciada pela interação com o professor em sala de aula.

Na próxima seção serão apresentados os indicadores de metodologias ativas que Ventura (2019) relaciona à dimensão pedagógica na aplicação das metodologias de ensino e nos percursos metodológicos.

3.1.2 Dimensão Pedagógica

A dimensão pedagógica possui foco nos indicadores utilizados pelo professor para a realização de suas aulas. As práticas pedagógicas baseadas nos indicadores que norteiam o uso de metodologias ativas necessitam de um planejamento mais detalhado, em comparação com o ensino tradicional. Para Ventura (2019), o delineamento da sequência de ensino que promove melhor resultado do aluno deve se basear em atividades que convidem o discente a participar de atividades, sejam elas individuais ou coletivas.

Nesse sentido, Ventura (2019) apresenta os indicadores do estímulo à participação do discente, a pesquisa como princípio educativo e o equilíbrio entre atividades individuais e coletivas. Em outras palavras, a dimensão pedagógica refere-se a indicadores de metodologias ativas que possuem o foco na ação educativa da sistematização, do planejamento metodológico, da reflexão e do imprevisto na tomada de decisão no aspecto pedagógico. Importante relatar que a dimensão pedagógica não se encontra dissociada da relacional, pelo contrário, estão conectadas e se complementam.

Estímulo à Participação do Discente

O **Estímulo à Participação do Discente**, indicador da dimensão pedagógica, constitui-se como um dos indicadores fundamentais no uso de metodologias ativas, assim, é relevante destacar a sua semelhança com a valorização da autonomia, indicador da dimensão relacional. O estímulo à participação do aluno ocorre quando o professor produz situações que estimulam a fala do aluno para expor opiniões e sugestões para ampliar os conceitos abordados, de preferência que o professor incentive o aluno a expor uma comparação entre as ideias estudadas e o seu cotidiano (VENTURA, 2019).

Cada aluno carrega vivências e o domínio de conceitos prévios diferentes, e com sua participação no processo de aprendizagem, pode apresentar o seu ponto de vista sobre os desafios da estratégia pedagógica e, assim, influenciar e convencer seus colegas na base da argumentação. Ventura (2019) relata que, durante a coleta de dados, um dos professores utilizou a experiência de alguns alunos que haviam participado de um evento científico por ele sugerido, pois fazia parte do conteúdo do trabalho.

Para estimular a participação do discente, o professor pode utilizar inúmeras estratégias que possibilitam essa participação do aluno, seja por meio da argumentação, realização de experimentos, atividades ou jogos. Com essas estratégias, o professor pode realizar avaliações. No caso do estímulo à participação do discente por meio da argumentação, Araújo e Mazur (2013) relatam que o professor pode avaliá-los pelo esforço, para demonstrar uma argumentação coerente, seguindo os conhecimentos prévios e alguns conceitos antes apresentados. Essa argumentação é influenciada pelos conhecimentos prévios dos alunos, que podem ser adquiridos no contexto social ou por meio de pesquisas propostas pelo professor.

Pesquisa como Princípio Educativo

No uso da **Pesquisa como Princípio Educativo**, o professor pode fornecer e sugerir referências complementares, como uma base para a solidificação de conceitos (VENTURA, 2019). O nível de dificuldade das atividades desenvolvidas deve possibilitar que os novos conceitos aprendidos nas referências pesquisadas e sugeridas sejam apresentados como soluções alternativas pelos alunos para tornar a prática pedagógica engajadora e estimulante para o desenvolvimento do estudante. Ademais, a apresentação de conceitos novos, o debate e o uso da criatividade do aluno, adquirido com a pesquisa, possibilitam ao professor ampliar sua prática pedagógica com possibilidades que podem promover melhores resultados para a aprendizagem dos alunos.

Para Ventura (2019) e Freire (1996), a pesquisa desempenha um papel fundamental nas práticas educativas e possui relação intrínseca com a prática docente. A pesquisa na ação pedagógica possibilita ao aluno observar a relação e construção de teorias e conceitos científicos com a prática. Ademais, a pesquisa, como um pilar na construção cognitiva de percursos metodológicos, favorece outros indicadores, que podem ser observados nas metodologias ativas, como, por exemplo, a valorização da autonomia, valorização das produções intelectuais, o estímulo à participação do aluno, entre outros.

Equilíbrio entre Atividades Individuais e Coletiva

No indicador **Equilíbrio entre Atividades Individuais e Coletivas**, o uso de atividades em grupo como prática em sala de aula é uma estratégia que vem sendo utilizada. As metodologias ativas de ensino exploram atividades que podem ser realizadas em grupo, como a instrução por pares; aprendizagem baseada em pesquisa; aprendizagem baseada em projetos; etc. Para Ventura (2019), considerar o emprego das atividades coletivas no ensino pode oportunizar a criatividade, curiosidade, colaboração, sensação de realização, pelos alunos.

Segundo Ventura (2019), o uso de atividades coletivas e individuais em sala de aula devem ter um equilíbrio e ser mescladas para estimular o aluno o uso de diferentes tipos de estratégias, atividades e instrumentos avaliativos. “Se o objetivo é ativar a aprendizagem, o docente pode propor atividades individuais e coletivas, desde que haja um objetivo a alcançar e tenha consciência da importância de cada uma” (VENTURA, 2019, p. 136).

As práticas realizadas de forma individual proporcionam ao aluno autonomia em sua produção intelectual; liberdade para relacionar conceitos; e a construção de representações mentais. Assim é possível observar quem foi o autor da produção intelectual, diferente das atividades que estimulam a produção intelectual em grupo, pois, nessas atividades, os alunos se beneficiam dos saberes do coletivo (VENTURA, 2019). Ao ocorrer a mescla entre as atividades em grupo e individuais, o professor deve ter claros e expor para os alunos os objetivos das práticas pedagógicas. Nesse sentido, torna-se importante esclarecer que, no final da atividade, o aluno será capaz de compreender, melhorar ou dominar novos conceitos ou habilidades.

Na seção seguinte, será apresentado o delineamento metodológico da investigação, contendo o local, os sujeitos, as etapas e os instrumentos utilizados na coleta de dados da pesquisa.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA INVESTIGAÇÃO

Esta seção tem a finalidade de demonstrar as estratégias e técnicas utilizadas para a coleta de dados, assim como os sujeitos da pesquisa, o tipo de pesquisa e o delineamento metodológico. Os passos metodológicos permitiram verificar se os indicadores de metodologias ativas constavam da aplicação do percurso metodológico, PCMA.

A pesquisa teve a característica descritiva, de natureza aplicada, com abordagem quantitativa e o procedimento técnico de estudo de caso. Embora ocorra uma distinção entre o enfoque da pesquisa qualitativa e a quantitativa, entende-se que boa parte das pesquisas

quantitativas devem se empenhar em identificar a qualidade que os resultados quantificáveis contêm (MOREIRA, 2011b). Com base na abordagem quantitativa, traça-se um plano de pesquisa adequado para a coleta de dados e implementação das variáveis da pesquisa, o que se pode entender como delineamento experimental.

4.1 Local e sujeitos da pesquisa

Devido à pandemia causada pela Covid-19, a pesquisa ocorreu no formato de ensino remoto emergencial, para 12 licenciandos em Física, bolsistas do Pibid do IFCE, *campus* Fortaleza. As aulas foram desenvolvidas para o ensino remoto de Energia Cinética e Potencial, no modelo de oficina, e os alunos participaram das atividades de forma voluntária.

O Pibid é uma iniciativa do Ministério da Educação destinado a promover melhoria na formação docente e Educação Básica, ao inserir os licenciandos em escolas municipais e estaduais. Os alunos são inseridos no ambiente escolar sob a orientação de um professor/coordenador da licenciatura e um professor da escola. Nesse sentido, a oficina ministrada para os alunos do Pibid, sujeitos da pesquisa, objetivou formar os alunos para atuação no ensino remoto, ao apresentar ferramentas, sequência didática, plano de aula e OA para o ensino de Física.

A escolha do formato remoto foi obrigatória, visto que o período das aulas de formação dos alunos bolsistas do Pibid ocorreu em 16 encontros, de 16 de outubro a 26 de novembro de 2020, período de quarentena ocasionada pelo vírus Sars-CoV-2, que causa a Covid-19, assim apresentado pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

A etapa de coleta de dados da pesquisa foi um recorte no período da oficina, pois iniciou-se com aulas do coordenador de área, seguiu para o professor/convidado 1, que foi o professor/pesquisador da presente pesquisa, e o professor/convidado 2. A coleta de dados foi realizada durante as aulas do professor/convidado 1 e pesquisador, entre os dias 21 de outubro e 5 de novembro de 2020, em cinco encontros.

4.2 Etapas da pesquisa

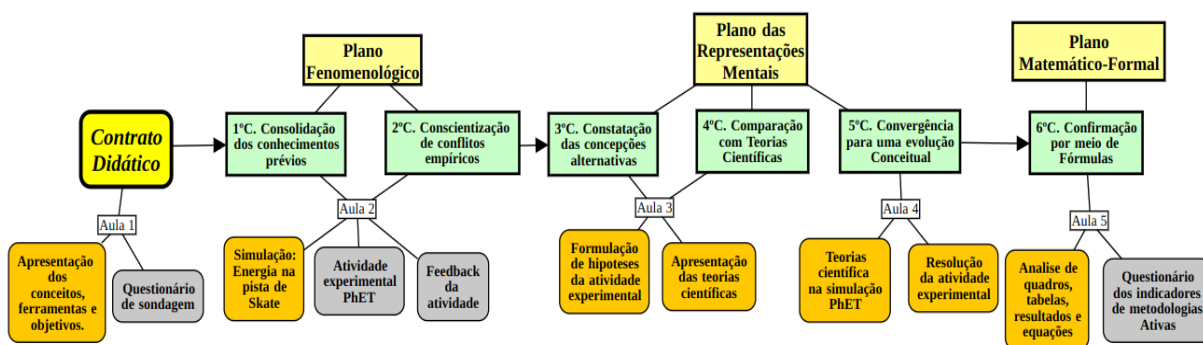
A aplicação metodológica foi planejada como uma oficina, com o tema Energia Mecânica, constituída por cinco encontros remotos, de 1 hora e 30 minutos de duração cada, totalizando 7 horas e 30 minutos de aula síncrona em ambiente virtual. Além das aulas síncronas, foram utilizadas quatro atividades de forma assíncrona, das quais uma atividade com OA e três com questionários.

O modelo de ensino remoto utilizado na pesquisa pautou-se no Ofício Conjunto Circular n. 3/2020 Proen/Proext/PRPI/Reitoria do IFCE, sobre o retorno às aulas de forma remota e gradativa. O Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) utilizado para realizar as aulas remotas foi o Google Sala de Aula (GSA), conforme recomendado pelo Ofício Circular.

No início do estudo, realizou-se uma aula com características introdutórias e de familiarização dos alunos com os termos e as ferramentas utilizadas. Foram apresentados e conceituados: OA, metodologias ativas, indicadores de metodologias ativas e TDIC, assim como o uso dos termos supracitados no contexto do ensino de Física. As ferramentas utilizadas e apresentadas durante a etapa do contrato didático foram *PhET*, simulações de conceitos da Física, e o GSA, que foi utilizado na comunicação com os alunos e distribuição de materiais.

Na Figura 5, é apresentada a distribuição das cinco aulas síncronas (cor laranja) e das quatro atividades realizadas de forma assíncrona (cor cinza). A distribuição das aulas seguiu os 6 Cs (cor verde) e os planos cognitivos (cor amarela), ou seja, o plano fenomenológico, plano das representações mentais e plano matemático-formal. A aula 1, referente ao contrato didático, pertence ao primeiro C do PCMA. Na aula 2, plano fenomenológico, foi trabalhado o restante do primeiro C e concluído com o segundo. A aula 3, pertencente ao plano das representações mentais, contém o terceiro e o quarto Cs. A aula 4, ainda sobre o plano das representações mentais, foi focada no quinto C e, por último, a aula 5, referente ao plano matemático-formal, contém o sexto C.

Figura 5 - Organização das aulas aplicadas sobre o tema energia mecânica



Fonte: Elaboração própria.

Ainda na etapa de contrato didático (FIGURA 5), foi aplicado um questionário de sondagem (APÊNDICE A) a distância, para verificar a familiaridade dos alunos com as ferramentas e os termos que seriam utilizados durante o PCMA. Após o contrato didático, iniciou-se a etapa de aplicação da metodologia de ensino, contendo os passos e os planos fenomenológico, da representação mental e matemática-formal, todos pertencentes ao PCMA.

Após a aplicação da metodologia de ensino, realizou-se o encontro final com aplicação de um questionário de satisfação (APÊNDICE D), com o objetivo de verificar se os indicadores de metodologias ativas, sugeridos por Ventura (2019), constavam nas ações práticas do convidado/pesquisador, que foi o ministrante da oficina durante o percurso metodológico.

O OA utilizado na aplicação da metodologia de ensino foi uma simulação do repositório PhET e será apresentado na seção seguinte. A simulação foi intitulada como Energia na Pista de *Skate*.

4.2.1 Simulação PhET: Energia na pista de *skate*

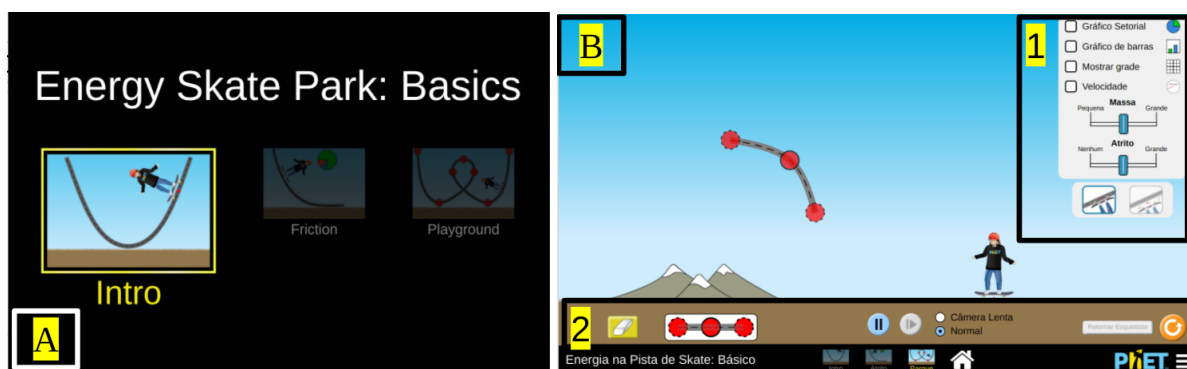
O OA utilizado na pesquisa e atividade foi uma simulação disponibilizada pela plataforma/site *PhET Interactive simulations*³. O PhET é uma iniciativa da Universidade do Colorado / Estados Unidos da América (EUA) para o desenvolvimento de simulações científicas, que teve a colaboração de Carl Wieman, Nobel de Física em 2001 (ARANTES *et al.*, 2010). O *site* é um repositório de simulações virtuais de diferentes tópicos científicos, como Física, Química, Matemática, Ciência da Terra e Biologia. Ademais, a equipe de desenvolvimento de simulações buscou verificar a eficiência do uso das suas simulações em sala de aula (ARANTES *et al.*, 2010).

A simulação escolhida no *site* foi a Energia na Pista de *Skate*, que contém três módulos com objetivos distintos: *Intro*, *Friction* e *Playground* (FIGURA 6, A). A simulação foi utilizada na pesquisa como OA, pois permitiu observar e comparar o comportamento das Energias Cinética e Potencial, com o movimento de um *skatista*, ao se movimentar em diferentes rampas.

O módulo *Intro* (introdução) tem o objetivo de familiarizar o usuário com o modelo, as características e variáveis que podem ser utilizadas na simulação, portanto, sugere-se que o primeiro contato do aluno com a ferramenta seja por esse módulo. O módulo *Friction* (atrito) tem as mesmas características do módulo *intro*, mais a variável de atrito que pode ser manuseada pelo usuário. O módulo *Playground* (parque) é mais completo e permite o manuseio das demais variáveis, até mesmo o formato da pista pode ser editado ao gosto do usuário.

³ phetcolorado.edu

Figura 6 - Simulação energia na pista de skate



Fonte: Repositório de simulações PhET.

Na interface do usuário, identificam-se as variáveis de manuseio na barra de controle (1) do lado direito (FIGURA 6, B), que permitem modificar e representar as variáveis velocidade; gráfico das energias; grade de comprimento; massa; atrito, etc. Na barra inferior (2), é possível pausar, reiniciar, habilitar o modo câmera lenta, incluir e remover a pista de skate (FIGURA 3, B). Para incluir uma nova parte da pista, basta manter o item da pista selecionado e arrastar para a parte de simulação. Cada pedaço da pista contém três pontos de edição, que podem ser unidos, separados e ajustados conforme a escolha do usuário.

A seguir, será apresentado o que foi realizado em cada uma das etapas da metodologia de ensino, em referência aos 6Cs do PCMA.

4.2.2 Metodologia de ensino

As atividades utilizadas durante a experimentação e coleta de dados foram organizadas seguindo o PCMA. A metodologia de ensino do PCMA é organizado em planos - fenomenológico, representação mental e matemático-formal, propostos por Garnier *et al.* (1996) e dividido em etapas, que foram adaptadas de Pozo (1998), por Sales (2005); Silva (2015); e Santos (2017), identificadas como 6Cs que são: (1) Consolidação dos conhecimentos prévios; (2) Conscientização de conflitos empíricos; (3) Constatação das concepções alternativas; (4) Comparação com teorias científicas; (5) Convergência para uma evolução conceitual e (6) Confirmação por meio de fórmulas e validação do PCMA (FIGURA 1), como já especificado na seção 2.2.1.

No decorrer do percurso metodológico, foi implementada uma atividade com desafios experimentais, para verificar o domínio dos alunos sobre os termos e conceitos de ensino de Física e Energia Mecânica (QUADRO 2). Nesse sentido, foram utilizados para a coleta de dados um questionário de sondagem (APÊNDICE A); um teste das situações conflitivas com atividade experimental (APÊNDICE B); um questionário de *feedback* da atividade

experimental (APÊNDICE C); e um questionário dos indicadores de metodologias ativas (APÊNDICE D).

Quadro 2 - Delineamento da aplicação do PCMA

Planos Cognitivos	Etapas de Aplicação	Delineamento do Percorso Metodológico
Fenomenológico	1ªC. Consolidação dos conhecimentos prévios	Contrato didático + Questionário de sondagem (APÊNDICE A)
	2ªC. Conscientização de conflitos empíricos	Simulação de energia na pista de <i>skate</i> + Atividade experimental (APÊNDICE B) + <i>feedback</i> da atividade (APÊNDICE C)
Representações mentais	3ªC. Constatação das concepções alternativas	Mediação para formulação de hipóteses da situação experimental
	4ªC. Comparação com teorias científicas	Apresentação das teorias científicas e conceitos relacionados da atividade
	5ªC. Convergência para uma evolução conceitual	Intermediação do professor para uma comparação das teorias científicas na simulação phET
Matemático/Formal	6ªC. Confirmação por meio de fórmulas e validação do PCMA	Análise dos quadros e resultados obtidos pelos alunos + questionário dos indicadores de metodologias ativas (APÊNDICE D)

Fonte: Elaboração própria.

Os 6Cs do percurso metodológico de ensino foram organizados conforme a proposta do PCMA em relação aos planos cognitivos, iniciando pelo plano fenomenológico, em seguida, o plano das representações mentais, e, por fim, o plano matemático/formal (QUADRO 2).

1ª C: Consolidação dos conhecimentos prévios

A etapa de consolidação dos conhecimentos prévios serviu como primeiro contato dos alunos com os termos, as ferramentas e os objetivos a serem alcançados durante a experimentação, ou seja, realizou-se um contrato didático. Os objetivos das aulas foram direcionados para os objetivos da atividade experimental (APÊNDICE B). São eles: (a) identificar a relação entre Energia Cinética e a Energia Potencial; (b) associar as grandezas massa, aceleração da gravidade e altura, com Energia Potencial Gravitacional ($E_{pg}=mgh$); (c) reconhecer os termos da equação da Energia Cinética (EQUAÇÃO 1) em situações contextualizadas.

Para sondar os conhecimentos prévios dos alunos, sobre termos e conceitos utilizados na experimentação, realizou-se um pré-teste como questionário de sondagem (APÊNDICE A) desenvolvido e aplicado por meio da ferramenta Google formulário⁴.

2ªC. Conscientização de conflitos empíricos

Esta etapa foi direcionada à interação do aluno com os aspectos fenomenológicos da Energia Cinética e da Energia potencial, por meio de situações conflitivas e experimentais. Para isso, foi desenvolvido um plano de atividade com base no modelo proposto por Dourado *et al.* (2008) e Costa *et al.* (2019), para a atividade de simulações do ensino de Física dos repositórios. Foi utilizada para explorar os conceitos de Energia Mecânica, a simulação intitulada como “energia na pista de *skate*” (FIGURA 6).

Realizou-se uma adaptação do modelo de atividade apresentado nos trabalhos de Dourado *et al.* (2008) e Costa *et al.* (2019) para a aplicação experimental na presente pesquisa, contendo os tópicos: (1) Objetivo da atividade; (2) Conceitos relacionados; (3) Onde encontrar a simulação; (4) Missão da 1ª fase; (5) Missão da 2ª fase; (6) Missão da 3ª fase; (7) Desafio extra; e (8) Para saber mais, conforme apresentado no Apêndice B.

Ao final da atividade foi pedido que os alunos respondessem um questionário de satisfação (APÊNDICE C) sobre a construção dos conceitos e objetos apresentados na atividade, assim como a relação da atividade com a experimentação por meio da simulação PhET.

3ªC. Constatação das concepções alternativas

Após realizadas as missões, pelos alunos, o convidado/pesquisador relacionou questionamentos teóricos que, de alguma forma, poderiam direcionar os alunos aos conceitos abordados pela atividade experimental. Assim, o professor conduziu os alunos para a formulação de hipóteses com base nas teorias existentes. Para isso, precisou considerar as situações conflitivas nas quais os alunos tiveram mais dificuldades, e apresentou soluções cientificamente aceitas.

4ªC. Comparação com teorias científicas

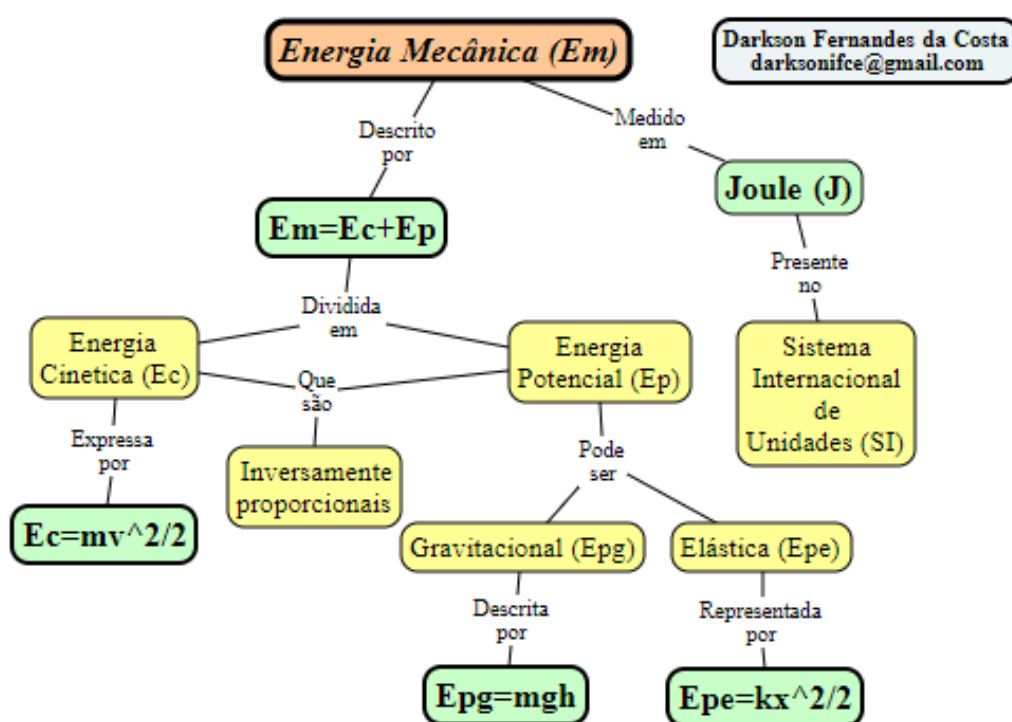
Na etapa de comparação com teorias científicas, o professor utilizou o mapa conceitual (FIGURA 7) desenvolvido para o modelo de atividade (APÊNDICE B). O mapa conceitual utilizado foi construído com base em um modelo hierárquico dos termos apresentados. Segundo Novak (1984), o modelo de organização hierárquico de um mapa conceitual pode sinalizar uma distinção gradual dos conceitos escolhidos. Desenvolve-se,

⁴ Google Forms é um aplicativo de propriedade do Google que serve para administrar e desenvolver questionários para diversos fins.

assim, o mapa, partindo de conceitos mais amplos e principais, até chegar aos termos mais específicos para o tema abordado; no caso da pesquisa, o termo principal é Energia Mecânica.

Para Silva (2018), o modelo de mapa conceitual hierárquico corrobora para a percepção de que a aprendizagem é um processo de enriquecimento gradativo dos conceitos e que ocorre de forma contínua. O assunto de mapa conceitual foi apresentado para os alunos durante a etapa de contrato didático, no início do percurso metodológico.

Figura 7 - Mapa conceitual da energia mecânica



Fonte: Elaboração própria.

O mapa conceitual de Energia Mecânica foi desenvolvido para a abordagem dos conceitos apresentados na atividade. Nesse sentido, a construção do mapa foi mais direcionada para os conceitos com os quais os alunos se depararam durante a resolução da atividade, assim como os objetivos traçados no início da atividade, contendo equações, termos e descrições.

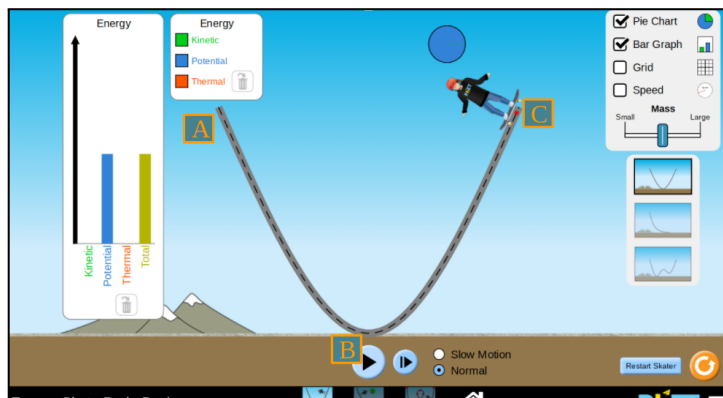
5ªC. Convergência para uma evolução conceitual

Após a aula sobre os conceitos relacionados na atividade, por meio de mapa conceitual, o professor conduziu os alunos na exploração e experimentação dos conceitos, por meio da simulação PhET. Os objetivos da atividade foram usados como guia dos conceitos abordados por meio de experimentos com a simulação.

No objetivo (a), para identificar a relação entre Energia Cinética e a Energia Potencial, utilizou-se o gráfico de ambas na simulação em diferentes posições da pista de

skate e a relação inversamente proporcional das energias em cada um dos pontos. Para a experimentação do objetivo (a), considerou-se o atrito da pista igual a zero (Figura 8).

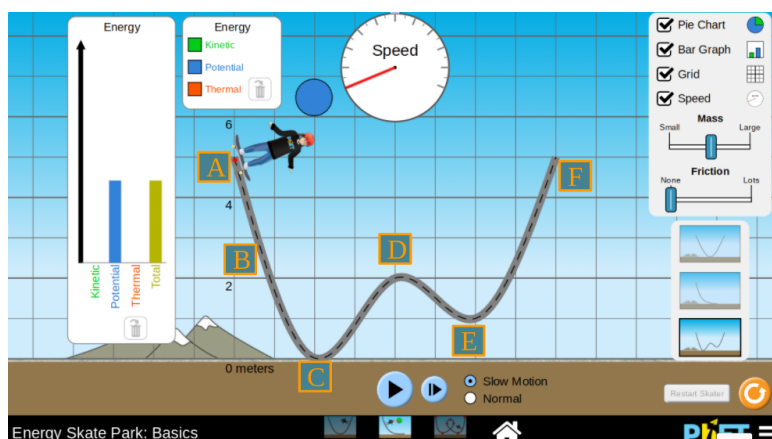
Figura 8 - Pista no formato de “U” da simulação PhET



Fonte: Screenshot de tela do PhET Interactive Simulations.

No objetivo (b), que foi associar as grandezas massa, aceleração da gravidade e altura, com Energia Potencial Gravitacional ($E_{\text{pot}}=mgh$), utilizou-se o atrito igual a zero, a gravidade e altura constante. Com base na Figura 9, o *skatista* foi posicionado no ponto A da rampa, em que a altura é máxima, em relação aos demais pontos. Em seguida, modificou-se a massa do *skatista* para o mínimo, médio e máximo, para observar que a relação entre Energia Potencial e a massa são diretamente proporcionais.

Figura 9 - Pista de *skate* irregular da simulação PhET



Fonte: Screenshot de tela do PhET Interactive Simulations.

Para o teste de relacionar a altura do *skatista* com a Energia Potencial, foram utilizadas a gravidade e a massa constante e o atrito igual a zero. Com base na Figura 9, o *skatista* foi posicionado no ponto A da rampa, cuja altura é máxima, em relação aos outros pontos, e verificou-se o nível de Energia Potencial. Em seguida, modificou-se a sua posição para o ponto B, que apresenta uma altura relativamente média, em comparação aos outros pontos da

rampa. Com isso, pode-se verificar que, quanto maior a altura, maior será a Energia Potencial; nesse sentido, apresentando uma relação diretamente proporcional.

O objetivo (c) foi reconhecer o funcionamento da equação de Energia Cinética em situações contextualizadas. Para verificar o funcionamento da equação de Energia Cinética na simulação e em situações contextualizadas, utilizou-se a rampa deformada, conforme apresentado na Figura 9. Posicionou-se o *skatista* no ponto A com massa média, em seguida, deu-se início à simulação apertando o botão *play*.

Foi pedido, então, para que os alunos observassem os pontos da rampa em que a velocidade do *skatista* se tornava mínima e máxima e qual o máximo de velocidade atingido com aquela massa. Em seguida, posicionou-se o *skatista* no ponto A novamente. A modificação realizada foi diminuir a massa do *skatista* ao mínimo permitido na simulação.

Antes de iniciar a simulação, o professor/pesquisador questionou os alunos sobre quais seriam os pontos em que a velocidade do *skatista* seria máxima, e quais os pontos em que a velocidade seria mínima. Após as respostas dos alunos, o professor fez outro questionamento sobre a velocidade do *skatista*, desta vez, se seria a mesma e qual seria o ponto de velocidade máxima que atingiria.

A resposta é que os pontos de máximo e mínimo da Energia Cinética não vão ter alterada apenas sua intensidade. Diferente da velocidade do *skatista*, em que a intensidade é mantida, independentemente da massa do *skatista*.

6ªC. Confirmação por meio de fórmulas

Durante o percurso metodológico, considerou-se a formação de hipóteses, pelos alunos, as quais devem ser comparadas com as teorias da literatura. Assim, após a verificação dos objetivos da atividade, a simulação da energia na pista de *skate*; e a abordagem dos conceitos, por meio do mapa conceitual, realizou-se uma união entre os conceitos do mapa, como equações e conceitos com a simulação PhET, assim como a análise de gráficos e tabelas construídos no decorrer da atividade.

Para cada explicação dos objetivos apresentados com a simulação, o professor indicou as estruturas do formalismo científico, além de verificar as equações preestabelecidas para a atividade. Foi aplicado, então, um novo teste contendo os indicadores de metodologias ativas (APÊNDICE D), como um questionário de satisfação.

4.3 Instrumentos de coleta de dados

No decorrer da metodologia de ensino, foram utilizadas quatro formas de coleta de dados com os alunos. De início, foi aplicado o questionário de sondagem (APÊNDICE A),

para verificar a familiaridade dos alunos em sala de aula e com o uso de TDIC. A atividade experimental (APÊNDICE B) teve o intuito de constatar o domínio conceitual sobre Energia Cinética e Energia Potencial. O questionário do *feedback* da atividade (APÊNDICE C) teve como foco observar a consistência na construção da atividade e de seus objetivos. Por último, o questionário dos indicadores de metodologias ativas (APÊNDICE D), para verificar se os indicadores apresentados por Ventura (2019) constaram na aplicação do percurso metodológico, PCMA.

O questionário de sondagem continha 13 questões, com 9 delas no modelo aberto, para instigar os alunos a apresentarem suas opiniões sobre os termos e conceitos que seriam utilizados durante as aulas. A atividade experimental foi construída com três missões, composta por desafios, e um desafio extra na missão 3, visto que sua construção teve como base os objetivos desenvolvidos para a atividade.

O questionário do *feedback* da atividade e o questionário dos indicadores de metodologias ativas foram desenvolvidos no modelo de escala *likert* de cinco pontos: concordo totalmente, concordo parcialmente, neutro, discordo parcialmente e discordo totalmente. O questionário de *feedback* da atividade teve 9 questões, com as 8 primeiras no modelo de escala *likert* e apenas a última uma questão aberta. O questionário dos indicadores de metodologias ativas foi construído com 16 questões, com apenas duas abertas, para captar a opinião dos alunos sobre os mapas conceituais utilizados durante as aulas.

Para aferir o nível de consistência interna das respostas dos alunos, no questionário de *feedback* da atividade (APÊNDICE C) e no questionário dos indicadores de metodologias ativas (APÊNDICE D), foi utilizado o cálculo do coeficiente alfa de *Cronbach*, construído como uma maneira de verificar a consistência interna de questionários em que seu resultado depende da variância das respostas em cada item e a soma das respostas de cada indivíduo (ALMEIDA *et al.*, 2010; ROCHA; RICARDO, 2014; SILVA, 2018).

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S^2} \right)$$

Equação 7

O k da equação 7 significa o número de itens, S_i^2 é a variância na resposta dos alunos e S^2 é a variância dos totais de itens de cada aluno respondente. O coeficiente alfa de *Cronbach* pode apresentar valores entre 0 e 1, em que resultados acima de 0,7 tem uma validade de consistência interna (SILVA, 2018). Nesse sentido, foram realizados os cálculos para o

coeficiente alfa de *Cronbach* dos questionários de *feedback* da atividade e no questionário dos indicadores de metodologias ativas.

O nível de confiabilidade de consistência interna do questionário do *feedback* da atividade ficou em 0,8 e o questionário dos indicadores de metodologias ativas demonstrou um resultado de 0,97, apontando que ambos os questionários possuem consistência interna significativa, em comparação com o valor de 0,7, que é considerado aceitável.

Para organizar a coleta e análise dos resultados do questionário dos indicadores de metodologias ativas, as questões foram classificadas conforme os indicadores/dimensões apresentados por Ventura (2019). O questionário tem o objetivo de verificar com os alunos quais indicadores de metodologias ativas constaram na aplicação do PCMA para o ensino de Energia Cinética e Potencial Gravitacional.

As questões 1 e 2 foram desenvolvidas para observar se, durante a aplicação, ocorreu a valorização da autonomia do aluno no processo de aprendizagem. As questões 3, 4 e 5 do teste foram desenvolvidas para verificar, com os alunos, se ocorreu uma valorização das produções intelectuais e as questões 6, 7 e 8 foram construídas para constatar se, durante o percurso metodológico, ocorreu engajamento ativo do aluno no processo de aprendizagem. Todas essas questões compõem a dimensão relacional, conforme Ventura (2019) (QUADRO 3).

Quadro 3 - Relação dos indicadores de metodologias ativas com as questões

Dimensões	Indicadores de Metodologias Ativas	Questões
Dimensão Relacional	Valorização da Autonomia	Q.1. e Q.2.
	Valorização das Produções Intelectuais	Q.3., Q.4. e Q.5.
	Engajamento Ativo no Processo de Aprendizagem	Q.6., Q.7. e Q.8.
Dimensão Pedagógica	Estímulo à Participação do Discente	Q.9. e Q.10.
	Pesquisa como Princípio Educativo	Q.11. e Q.12.
	Equilíbrio entre Atividades Individuais e Coletivas	Q.13. e Q.14.

Fonte: Elaboração própria.

As questões 9, 10, 11, 12, 13 e 14 pertencem à dimensão pedagógica, conforme apresentado por Ventura (2019) (QUADRO 3). As questões 9 e 10 foram construídas para constatar se houve estímulo à participação do discente durante a aplicação do percurso metodológico. As questões 11 e 12 tiveram o intuito de verificar se durante a aplicação do PCMA houve situações que valorizaram a pesquisa como princípio educativo e as questões 13

e 14 foram desenvolvidas para observar se ocorreu um equilíbrio entre atividades individuais e coletivas, de acordo com Ventura (2019).

Na seção seguinte será apresentada a análise dos testes feitos durante a pesquisa, com o questionário de sondagem (APÊNDICE A); a atividade experimental de energia mecânica; o questionário do *feedback* da atividade; e o questionário dos indicadores de metodologias ativas.

5 RESULTADOS

Os resultados da pesquisa estão organizados e separados por questionários e seus respectivos objetivos. Na primeira seção, Análise do Questionário de Sondagem, são apresentados os objetivos e a análise dos resultados para verificar os conhecimentos prévios dos alunos e suas experiências docentes. Na segunda seção, Análise da Atividade Experimental de Energia Mecânica, consta a análise dos resultados sobre o domínio conceitual dos alunos, além da viabilidade e aplicação do modelo de atividade escolhido. Por fim, na terceira seção, Análise dos Indicadores de Metodologias Ativas, busca-se identificar quais indicadores de metodologias ativas apresentados por Ventura (2019) foram utilizados durante a aplicação do PCMA.

5.1 Análise do Questionário de Sondagem

Com o Questionário de Sondagem (APÊNDICE A) objetivou-se verificar a experiência dos bolsistas do Pibid em sala de aula, no tempo de docência. Para isso, o questionário foi desenvolvido com 9 questões abertas e 4 questões de múltipla escolha, com as questões 7 e 11 no modelo de escala *likert* de 5 pontos, em um total de 13 questões. Com o questionário de sondagem, foi possível observar que os 12 participantes possuíam baixo tempo de docência, pois 4 desses alunos registraram o tempo de 1 a 5 anos e 8 alunos não possuíam experiência docente. A pouca experiência docente detectada com o questionário de sondagem foi um resultado esperado, visto que eles ainda não são professores e não podem atuar na docência.

Em relação ao uso de tecnologias no ensino de Física, apenas três alunos disseram utilizar tecnologias em sala de aula, considerada uma afirmativa esperada, visto que grande parte desses alunos não possui experiência docente. O aluno 7, um dos que afirmaram utilizar tecnologias em sala de aula, relata que, atualmente, pretende fazer uso das tecnologias em sala de aula por ser tutor do projeto Física em Rede, promovido pelo IFCE. Dentre os exemplos de

ferramentas utilizadas pelos alunos, surgiram *sites*, *slides*, animações, repositório de simulações e vídeos ilustrativos.

Em relação ao interesse dos alunos em participar de uma formação de professores de Física focada no uso de tecnologias em sala de aula, apenas um, dentre os 11 alunos, demonstrou desinteresse em participar da formação, enquanto as respostas dos alunos com interesse em participar responderam que gostariam de ter formação focada em conceitos e conteúdos direcionados para experimentos na área da Física; metodologias de ensino; método de avaliação; e atividades gamificadas. Como exemplo, o aluno 9 relatou que as formações deveriam ocorrer com *“conteúdos de simulações, animações e até mesmo experimentos”* (ALUNO 9) e o aluno 10 destacou o uso de *“aplicativos de simulação no ensino de Física”* (ALUNO 10).

A partir da questão 11 do questionário de sondagem, foi explorada a experiência dos alunos sobre os conceitos de OA e metodologias ativas no ensino de Física. Sobre o domínio dos alunos em relação ao conceito e uso de OA, nove alunos (75%) indicaram ter uso regular de OA em sala de aula. O regular, apontado no resultado, está direcionado ao modelo de escala *likert* de cinco pontos utilizado para a questão 11, ou seja: péssimo; ruim; regular; bom; excelente.

Em relação ao domínio dos alunos sobre o conceito de OA no ensino de Física, observou-se que as descrições apresentadas não ficaram tão distantes do que se encontra na literatura, em pesquisas como a de Costa *et al.* (2020). Como exemplo, o aluno 8, ao relatar que os OA *“são ferramentas digitais ou não digitais utilizadas durante o aprendizado, como, por exemplo: repositórios, aplicativos educacionais, recursos visuais ou audiovisuais, entre outros”* (ALUNO 8) e o aluno 11 descreveu que os OA são *“materiais didáticos digitais ou não digitais que facilitam a aprendizagem tanto no ensino a distância quanto no apoio ao ensino presencial, como: simulações em sites, aplicativos, vídeos e textos”* (ALUNO 11).

Os alunos que apresentaram características dos OA distintas do conceito aceito na literatura são descrições corretas, pois foram narrativas coerentes com o apresentado por autores como Costa *et al.*, (2020). Como exemplo, o aluno 1 descreve superficialmente os OA como *“objetos que possam ser utilizados de maneira prática para poder estimular o aprendizado, como experimentos em sala de aula”* (ALUNO 1) e o aluno 6, relata que os OA *“são recursos, geralmente digitais, que tem como objetivo de auxiliar o aluno em seu processo de aprendizagem”* (ALUNO 6).

Os alunos apresentaram características dos OA, como a possibilidade de poderem ser reutilizados, e exemplos, como repositório de simulações, experimentos físicos, e recursos

digitais, que possam ser utilizados no decorrer da aprendizagem. Essas descrições e exemplos dos alunos são semelhantes aos encontrados na literatura, como no trabalho de Costa *et al.*, (2020) e na Figura 2 do mapa conceitual de definição, características e classificação dos OA.

Em relação ao domínio dos alunos sobre o uso de conceitos de OA e metodologias ativas no ensino de Física, a questão 13 do questionário de sondagem, por exemplo, pretendeu verificar se os alunos possuíam o entendimento de que o uso de OA, ou TDIC, não é um fator obrigatório na aplicação de metodologias ativas, mas apenas um complemento. Para responder à questão, o aluno 10 fez a seguinte afirmação: “*Se relacionam uma complementando a outra, como as metodologias ativas tem seu foco na aprendizagem pelo o estudante, os objetos de aprendizagem vem para agregar neste processo de aprendizagem*”. (ALUNO 10). E ainda apresentou uma relação de OA com metodologias ativas que se assemelham à descrição de Costa *et al.* (2019), quando afirma que somente as tecnologias, nesse caso os OA, não são suficientes para causar uma mudança nos resultados do ensino.

Em outro contexto, Teles *et al.* (2020) relata que os professores em formação encontram dificuldades em implementar TDIC em sala de aula com uma metodologia de ensino adequada e que o uso das ferramentas tecnológicas são implementadas pelos professores em formação apenas para informatizar o processo de ensino.

Com o questionário de sondagem, foi possível observar que os alunos não apresentavam experiência docente, com ressalva para três alunos, com experiência de 1 a 5 anos. A pouca experiência dos alunos é um fator esperado, visto que são bolsistas do Pibid e professores em formação no ensino de Física. No entanto, esses professores em formação poderiam ter experiência docente com outros cursos de licenciatura, já abandonados, ser uma segunda formação docente, ou outros motivos. Apesar da pouca experiência em sala de aula, como professores, os alunos entendem a descrição de OA e a distinção com as metodologias de ensino.

A seguir, realiza-se a análise da atividade experimental de energia mecânica para verificar o domínio conceitual dos alunos sobre o assunto.

5.2 Análise da Atividade Experimental de Energia Mecânica

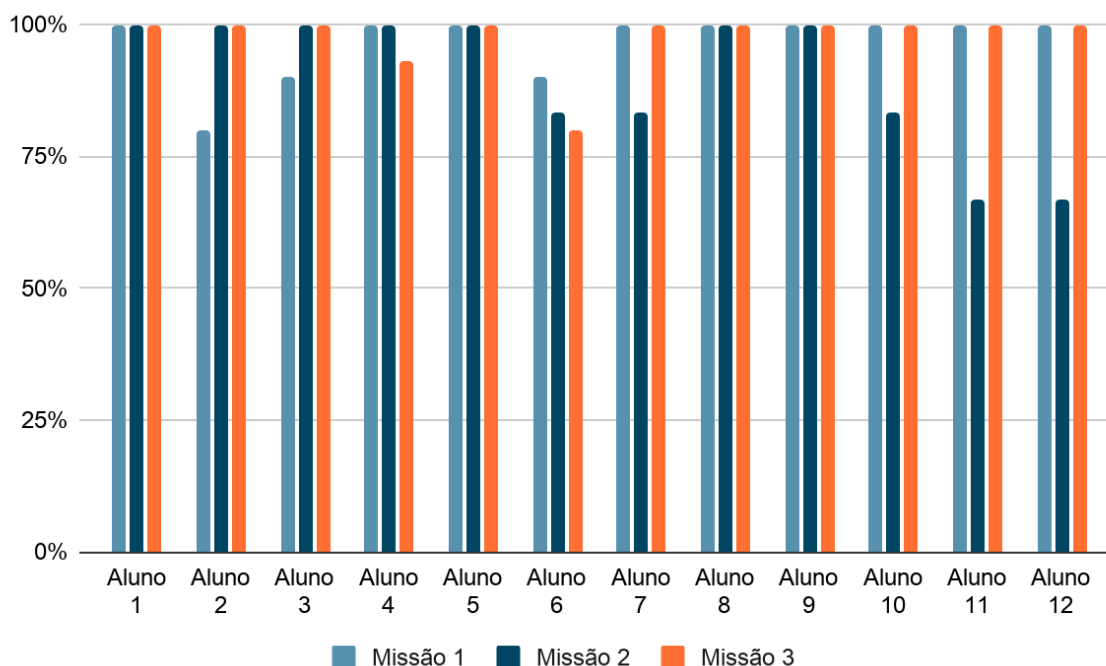
Para a construção da atividade experimental, foram utilizados como base três objetivos pertinentes ao conteúdo e à simulação escolhida (APÊNDICE B). Os objetivos são: a) identificar a relação existente entre Energia Cinética e a Energia Potencial; b) associar grandezas como massa, aceleração da gravidade e altura, com Energia Potencial Gravitacional; c) verificar o comportamento da massa e velocidade do *skatista* conforme a

equação de Energia Cinética (APÊNDICE B). Os objetivos foram desenvolvidos conforme o propósito de que, no final da atividade, os alunos seriam capazes de identificar, associar e verificar o comportamento das grandezas envolvidas com a Energia Cinética e a Energia Potencial por meio da simulação.

Por se tratar de formação de alunos bolsistas do Pibid, para aplicar atividades experimentais no ensino de Física com simulações, o nível de dificuldade da atividade foi desenvolvido com base nos conteúdos do Ensino Médio, para que a mesma atividade pudesse receber *feedbacks* na sua construção e, posteriormente, ser aplicada pelos bolsistas com suas turmas no formato de ensino remoto.

A atividade foi dividida em missões e desafios experimentais, em que a primeira missão foi composta por cinco desafios, com foco no objetivo a). A segunda missão foi organizada em quatro desafios, concentrados no objetivo b) e apenas três⁵ dos desafios foram utilizados na porcentagem de acerto. A terceira missão foi composta por quatro desafios e um desafio extra, com enfoque no objetivo c) (GRÁFICO 1). Em cada uma das missões, os alunos deveriam seguir as etapas de montagem da situação observada, como habilitar alguma função; posicionar o *skatista* em determinado ponto da rampa; e fazer ajustes se houvesse grandezas como atrito, ou gravidade.

Gráfico 1 - Resultado individual das missões da atividade experimental



⁵ Entende-se que o enunciado do desafio número 1 da missão 2 ficou confuso para os alunos, impedindo o manuseio correto da situação experimental e observacional do fenômeno. Assim, optou-se por remover o desafio 1 da missão 2 do cálculo da porcentagem de acerto.

Fonte: Elaboração própria.

Em todas as missões, os alunos obtiveram resultados acima de 50%, em relação ao domínio dos conceitos sobre Energia Cinética e Potencial Gravitacional. Para Barbosa e Borges (2006), os conceitos de Energia são amplamente utilizados no cotidiano do aluno, e algumas vezes confundidos com outros conceitos, como força e potência. Segundo Barbosa e Borges (2006), os conceitos de Energia compõem disciplinas de Ciências desde a 5ª série do Ensino Fundamental; com isso, percebe-se que o conceito não é estranho para os alunos, apesar de terem dificuldades em reconhecer situações nas quais a teoria se aplica, por se tratar de teoria e conceito abstratos.

Na missão 1, por exemplo, nove alunos obtiveram resultado de 100%; dois alunos, o resultado de 90%; e apenas um aluno atingiu o resultado de 80%. Na missão 2, foram sete alunos com resultado de 100%; três alunos atingiram 83,33%; dois alunos atingiram o resultado de 66,66%. Na missão 3, dez alunos conseguiram o resultado de 100%; um aluno, com 93,2%; e um aluno apresentou 80% de acerto. Os menores valores foram apresentados pelos alunos 11 e 12, com 66,7%; ambos na missão 2; e o aluno 6, com 80%, na missão 3. Com o resultado das missões, é possível observar que os alunos possuem domínio conceitual acima de 50% de acerto.

Para as respostas corretas dos alunos que ficaram superficiais, ou não apresentaram corretamente o que se pedia na atividade, foi dado meio ponto. Os alunos 11 e 12 apresentaram duas explicações superficiais e uma corretamente, dentre os três desafios da missão 2. O aluno 11 acertou corretamente o desafio 3 e o aluno 12 acertou corretamente o desafio 1. Todas as respostas do aluno 6, referentes à missão 3, estavam corretas. No entanto, o desafio extra não foi respondido, interferindo diretamente no resultado.

Como exemplo de resposta superficial apresentada pelo aluno 11, tem-se a descrição do desafio 1 da missão 2, em que foi pedido para apresentar a relação existente entre a energia potencial e a massa do *skatista* (APÊNDICE B). Conforme a teoria de Halliday *et al.*, (2018), o esperado era que o aluno relacionasse a questão de quanto menor a massa, menor a energia potencial gravitacional, em diferentes pontos da rampa, contendo, assim, uma relação diretamente proporcional. No entanto, a explicação do aluno 11 na atividade ficou da seguinte forma: "*A energia potencial continua seguindo o mesmo padrão independentemente de as massas serem variadas*" (ALUNO 11).

Outro exemplo de resposta superficial, apresentada pelo aluno 12, encontra-se no desafio 2 da missão 2, em que foi pedido para os alunos identificarem pontos da rampa em que a Energia Potencial seria equivalente aos pontos A, B e C (FIGURA 8), respectivamente,

da rampa mantendo a massa do *skatista* constante. O aluno 12 respondeu apenas para o ponto A, que é equivalente ao ponto F da rampa. A resposta está correta, no entanto, incompleta, pois faltam as relações com os pontos B e C da rampa. Um dos exemplos de resposta correta para o desafio 2 da missão 2 foi apresentada pelo aluno 9, ao colocar que “*Em relação ao ponto A, a Energia Potencial será equivalente no ponto F. Em relação ao ponto B, a Energia Potencial será equivalente ao ponto D. Em relação ao ponto C, não existe nenhum ponto equivalente*” (ALUNO 9).

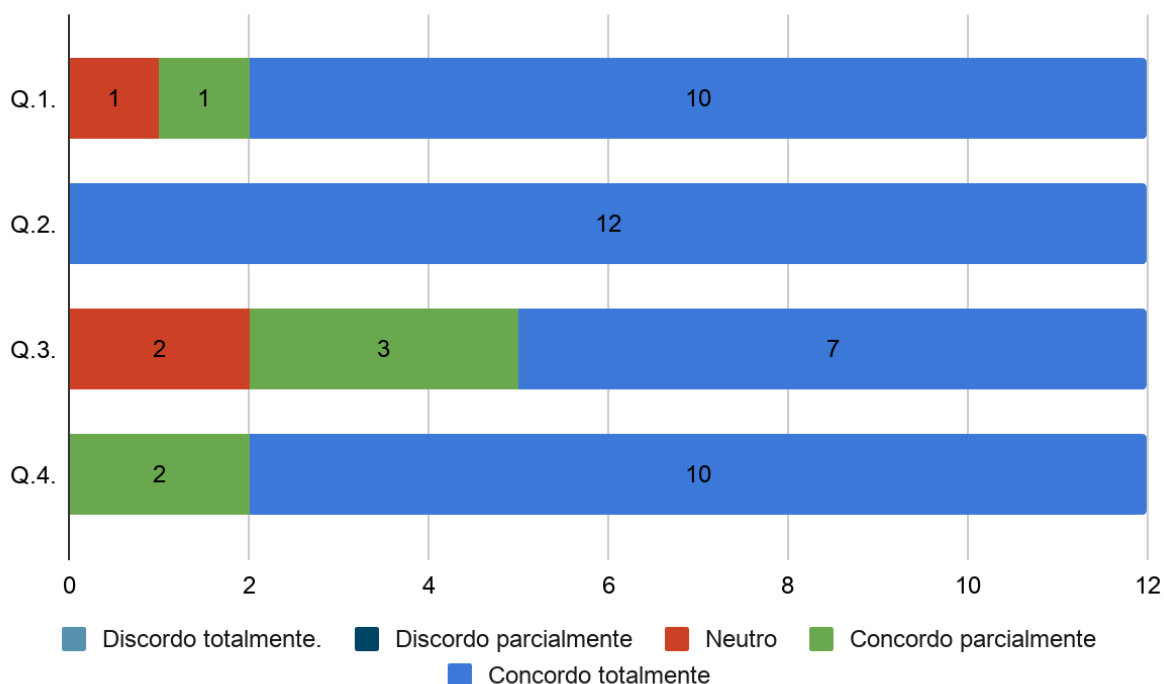
As considerações dos alunos sobre a atividade desenvolvida; a forma de abordagem dos conceitos pelo professor; a explicação da usabilidade da ferramenta na atividade; e a verificação da viabilidade da metodologia de ensino; possuem relevante riqueza para o aprimoramento da prática pedagógica no uso do PCMA. Com isso, fundamentam-se aplicações da atividade experimental por esses alunos que atuarão como professores da Educação Básica, especialmente com discentes do Ensino Médio. Nesse sentido, foi aplicado um questionário com o intuito de coletar, com os alunos, os pontos supracitados que serão apresentados na próxima seção.

5.3.1 Resultados do *Feedback* da Atividade

Para organizar a apresentação dos resultados e a coleta de dados do questionário sobre o *feedback* da atividade (GRÁFICO 2), as perguntas elaboradas no modelo de escala *likert* foram agrupadas de acordo com a consistência na construção dos objetos a), b) e c) da atividade. As questões 1, 2, 3 e 4 tiveram o intuito de verificar a consistência na construção da atividade, em relação aos pontos como: o uso de objetivos adequados para a situação experimental; a apresentação dos conceitos relacionados; detalhes sobre a usabilidade da ferramenta; e o nível de dificuldade, focado em alunos no Ensino Médio (APÊNDICE C).

Na pesquisa de Barbosa e Borges (2006), está descrito que os alunos têm dificuldades em relacionar os conceitos de Energia com situações práticas do cotidiano. Ademais, compreender o comportamento da Energia de um corpo em movimento é uma das dificuldades encontradas pelos alunos, devido ao nível de abstração envolvido com o conceito de Energia (BARBOSA; BORGES, 2006). Para solucionar essa questão, foi utilizado um objeto de aprendizagem que relaciona o movimento de um *skatista*, em diferentes rampas, com o comportamento das Energias (FIGURA 6).

Gráfico 2 - Visão dos alunos em relação à consistência da construção da atividade



Fonte: Elaboração própria.

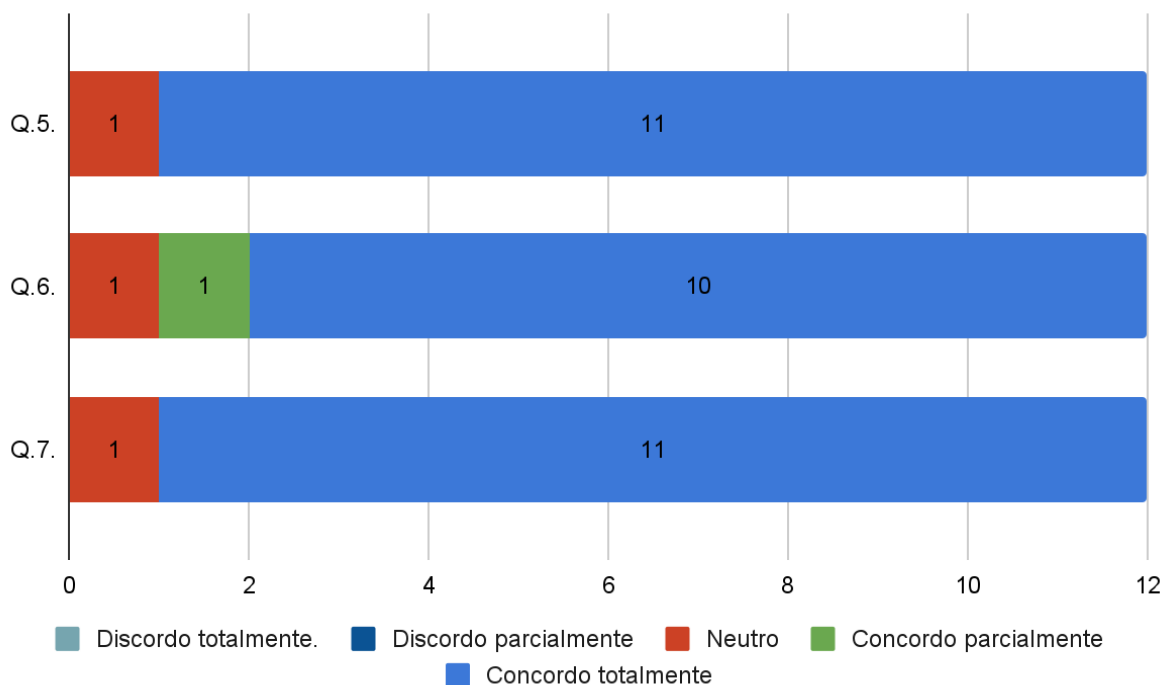
Com a questão 2 do questionário, foi possível verificar que, dos 12 alunos participantes da pesquisa, dez (91,7%) consideraram que os objetivos foram bem construídos para compor a atividade. Com a questão 3, os 12 alunos (100%) concordam totalmente que o mapa dos conceitos relacionados (FIGURA 3) estava construído de acordo com a atividade. Com a questão 4, foi possível observar que sete alunos (83,33%) acreditam que a explicação da usabilidade da ferramenta estava de acordo com o que foi pedido na experimentação e, com a questão 5, observou-se que os 12 alunos (100%) concordaram total ou parcialmente que o nível da atividade estava adequado para alunos do Ensino Médio.

Assim, infere-se que os alunos concordam total ou parcialmente que os elementos estruturais na construção da atividade estiveram de acordo com a execução e nível de dificuldade, com relação ao público-alvo. Já as questões 5, 6 e 7 do questionário de *feedback* da atividade foram direcionadas para verificar, com os alunos, se a execução de cada uma das missões experimentais chegou ao objetivo preestabelecido na atividade.

Na questão 5 o intuito foi avaliar se a missão 1 da atividade experimental cumpriu o objetivo de identificar a relação entre Energia Cinética e a Energia Potencial. Ao mesmo tempo, na questão 6, buscou-se verificar se a missão 2 serviu para levar os alunos a associarem grandezas, como massa, aceleração da gravidade e altura, com Energia Potencial Gravitacional. Na questão 7, objetivou-se e verificar se a missão 3, assim como o desafio

extra, foram capazes de levar os alunos a verificarem o comportamento da massa e velocidade do *skatista*, conforme a equação de Energia Cinética (GRÁFICO 3).

Gráfico 3 - Visão dos alunos em relação aos objetivos da missões



Fonte: Elaboração própria.

Com base nos dados coletados nas questões 5, 6 e 7 do questionário, constatou-se que 11 alunos (91,66%) concordam que a missão 1 da atividade experimental pode levar os alunos a identificarem a relação existente entre Energia Cinética e Energia Potencial. Em relação à questão 6, 11 alunos (91,66%) concordam que a missão 2 serviu para levar os alunos a associarem grandezas como massa, aceleração da gravidade e altura com energia potencial gravitacional; sendo que um dos alunos ficou neutro; um concorda parcialmente; e dez alunos concordam totalmente. Com a questão 7, verificou-se que 11 alunos (91,66%) indicaram que a missão 3 e o desafio extra foram capazes de levar os alunos a verificarem o comportamento da massa e da velocidade do *skatista* conforme a equação de energia cinética.

Na última questão do questionário do *feedback* da atividade, foi pedido para que os alunos apontassem defeitos e sugestões para corrigi-los dentro da atividade (APÊNDICE C). Com isso, oito alunos (66,66%) apontaram não haver nada para ser corrigido na atividade, que estava pronta para ser aplicada no Ensino Médio. No entanto, dois alunos apresentaram correções estruturais na atividade, para facilitar o entendimento do aluno do Ensino Médio e dois alunos apontaram que a atividade estava longa e poderia ser reduzida para ser aplicada.

Como exemplo, o aluno 1 relatou que *“o material é muito extenso. É possível resumir para que fique mais tranquilo para alunos do médio”*.

Na seção seguinte, apresentam-se os resultados referentes aos indicadores de metodologias ativas para as dimensões relacional e pedagógica identificados durante a aplicação da proposta metodológica do PCMA.

5.4 Resultados dos Indicadores de Metodologias Ativas

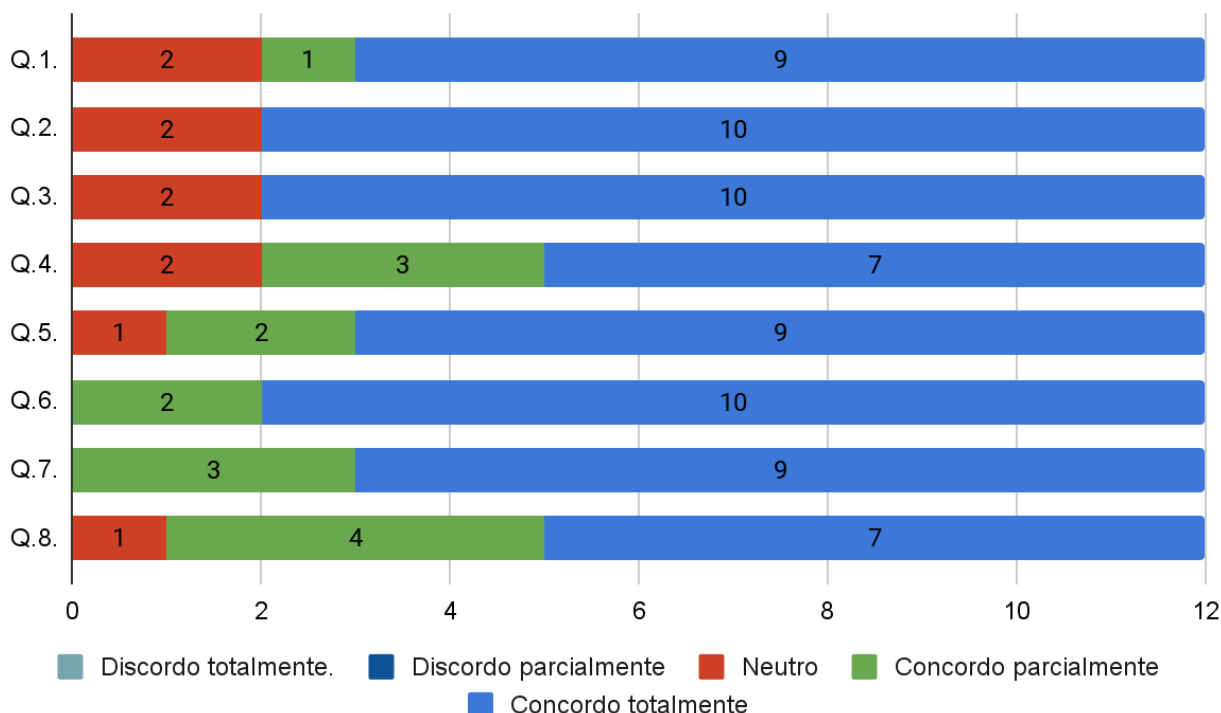
O questionário que avaliou a presença dos indicadores de metodologias ativas foi organizado com base nos indicadores propostos por Ventura (2019). Os indicadores propostos por Ventura (2019) são: a valorização da autonomia; valorização das produções intelectuais; o engajamento ativo no processo de aprendizagem; estímulo à participação do discente; a pesquisa como princípio educativo; e o equilíbrio entre atividades individuais e coletivas.

Os indicadores foram organizados em dimensões, com indicadores pertencentes à dimensão relacional e indicadores pertencentes à dimensão pedagógica. Os indicadores relacionados com a valorização da autonomia, valorização das produções intelectuais e engajamento ativo no processo de aprendizagem, pertencem à dimensão relacional. Os indicadores relacionados com o estímulo à participação do discente, pesquisa como princípio educativo e equilíbrio entre atividades individuais e coletivas, pertencem à dimensão pedagógica. A análise dos resultados foi iniciada pelos indicadores pertencentes à dimensão relacional, e, em seguida, abrangidos os indicadores da dimensão pedagógica.

5.4.1 Resultados da dimensão relacional

Sobre a análise dos resultados da dimensão relacional, dos 12 alunos participantes, as questões 1 e 2 puderam atestar que dez alunos (83,33%) concordam que, durante a aplicação do percurso metodológico, ocorreu uma valorização da autonomia, e apenas um aluno concordou parcialmente (GRÁFICO 4). Ademais, a atividade experimental, assim como o percurso metodológico do PCMA, adotado na pesquisa, e o uso de OAs possuem atributos que viabilizam a independência do aluno durante a aprendizagem.

Gráfico 4 - Opinião dos alunos em relação à dimensão relacional



Fonte: Elaboração própria.

Para Ventura (2019), a valorização da autonomia na aprendizagem ocorre quando o educador cultiva a liberdade de expressão, experimentação, improvisação e responsabilidade do aluno na sua aprendizagem. Essas atuações do aluno não se restringem apenas a atuações individuais, mas em grupo. Para o contexto da aplicação do PCMA, foi identificada a valorização da autonomia na aprendizagem do aluno com o manuseio de OA e a formulação de hipóteses, ao compará-los com teorias científicas. Os pontos da valorização da autonomia do aluno podem ser observados com maior destaque nas aulas 1 e 2 da aplicação, contemplando pontos do PCMA, como: a consolidação dos conhecimentos prévios; a conscientização de conflitos empíricos; a constatação das concepções alternativas e a comparação com teorias científicas.

A valorização da autonomia na aprendizagem do aluno fica evidente com o relato do aluno 5, na questão 15 do questionário dos indicadores de metodologias ativas (APÊNDICE D). Na questão 15, foi pedido para que os alunos apresentassem pontos positivos e negativos do uso do PCMA no ensino de Física. O aluno 15 destaca como ponto positivo do PCMA o uso dos conhecimentos prévios do estudante e o incentivo à dedução, fazendo com que a aprendizagem e a descoberta do aluno sejam autênticas. Importante destacar que o aluno 15 não possui experiência docente. Assim, seu relato pode ser considerado como a experiência com o PCMA na posição de estudante.

As questões 3, 4 e 5 do questionário dos indicadores de metodologias ativas verificaram que, durante a aplicação do percurso metodológico, ocorreu a valorização das produções intelectuais dos alunos, pois para as questões 3 e 4, dez alunos (83,33%) concordando total ou parcialmente e para a questão 5, foram 11 alunos (91,67%), dentre os 12. As produções intelectuais dos alunos como formulação conceitual, desenvolvimento de equações e construção de quadros e tabelas, desempenharam papel fundamental, durante o percurso metodológico do PCMA.

Para Ventura (2019), a valorização das produções intelectuais dos alunos, pelo professor, ainda que sejam equivocadas ou incompletas, aumentam as chances de aproximação entre ambos. Essa aproximação do aluno com o professor reduz as inibições do estudante para participar das atividades interativas e, com isso, torna-se possível para o aluno apresentar o seu nível de conhecimento prévio para o professor. Para o contexto da aplicação do PCMA, por meio de atividade experimental, a valorização da autonomia do aluno pôde ser observada em todas as etapas do PCMA, com destaque nas aulas 4 e 5, ao comparar teorias científicas, permitir a formulação de hipóteses, e utilizar os resultados dos alunos para a formulação matemática da teoria científica.

O indicador da valorização das produções intelectuais dos alunos, pelo professor, fica evidente no relato do aluno 6, na questão 15, do questionário dos indicadores de metodologias ativas (APÊNDICE D). O aluno 6 destacou como ponto positivo do uso do PCMA no ensino de Física que o estudante aprende fazendo; dessa forma, o aprendizado ocorre de forma natural e as conclusões que ele próprio tira o estimula a participar mais ativamente das discussões. Ademais, isso pode ser positivo para muitos alunos que, por timidez, se negam a dar suas opiniões nas aulas.

Com as questões 6, 7 e 8 foi possível verificar que o engajamento ativo ocorreu de forma significativa no processo de aprendizagem. As questões 6 e 7 do questionário tiveram nível de concordância de 100% e a questão 8 teve 11 alunos (91,67%) concordando que, durante a aplicação do PCMA, estavam engajados na atividade desenvolvida. A participação dos alunos, de forma experimental, com o uso de OA, pode ter sido um fator relevante para a consolidação desse engajamento, visto que a participação do aluno foi voluntária.

Conforme Ventura (2019), o engajamento ativo no processo de aprendizagem ocorre quando o professor encontra-se comprometido com a aprendizagem do aluno. Tratando-se do contexto da aplicação do PCMA no ensino de Física, pode-se observar que esse indicador surge de forma clara, nas aulas 3, 4 e 5, ao contemplar os pontos do PCMA relativos à constatação das concepções alternativas; à comparação com teorias científicas; à

convergência para uma evolução conceitual; e à confirmação por meio formal (fórmulas, símbolos e gráficos). Nesses pontos, o professor surge como um intermediador das situações conflitivas, das descobertas, dos conhecimentos prévios e da formulação de hipótese, pelo aluno, por meio dos conceitos cientificamente aceitos.

Como destaque, para o engajamento ativo no processo de aprendizagem, o aluno 4 relata como ponto positivo, na questão 15, do questionário dos indicadores de metodologias ativas, que o PCMA auxilia a desenvolver um fluxo de ensino, guiando melhor o aluno no processo de aprendizagem e permitindo o acompanhamento e auxílio do professor para o desenvolvimento cognitivo do aluno.

Por fim, afirma-se que os três indicadores da dimensão relacional, seja a valorização da autonomia ou das produções intelectuais e o engajamento ativo do aluno no processo de aprendizagem, constaram da aplicação do PCMA para o ensino de Energia Cinética e Potencial Gravitacional, tanto no relato dos alunos como na comparação teórica com os indicadores propostos por Ventura (2019).

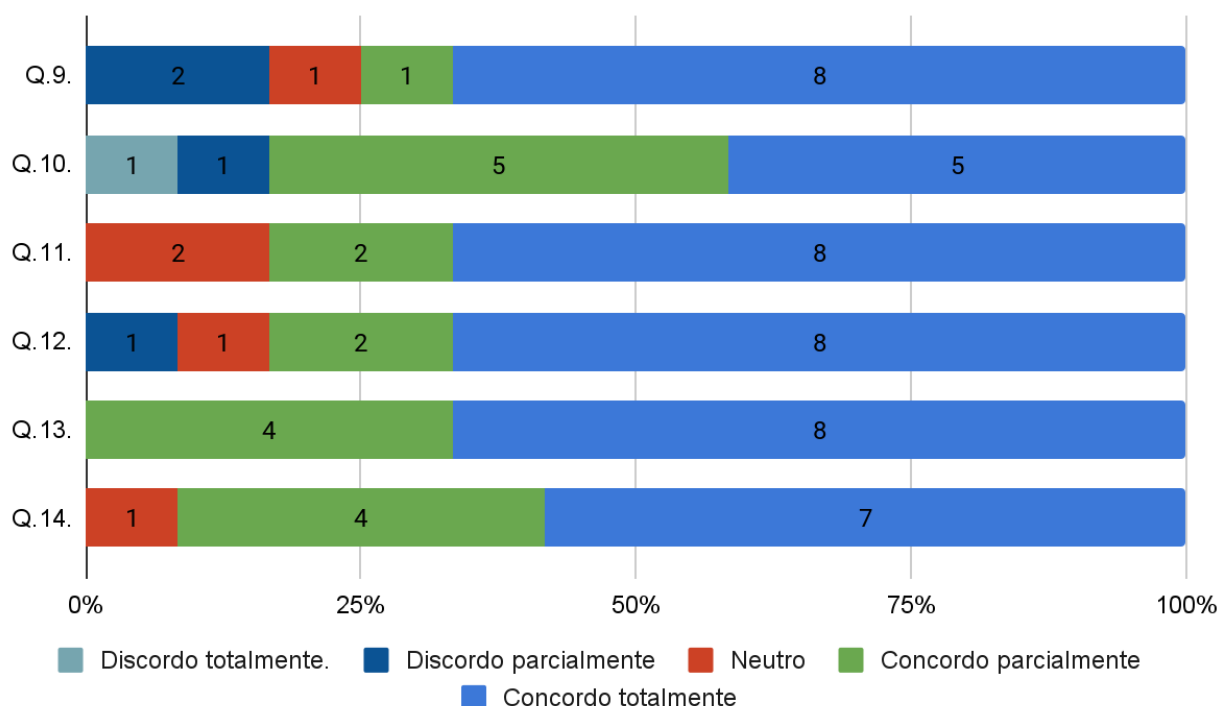
Na próxima seção, serão apresentados os resultados obtidos para verificar os indicadores da dimensão pedagógica na aplicação do PCMA.

5.4.2 Análise dos resultados da dimensão pedagógica

Os indicadores de metodologias ativas para a dimensão pedagógica, como o estímulo à participação do discente; a pesquisa como princípio educativo; e o equilíbrio entre atividades individuais e coletivas; foram verificados em questões do teste relacionado aos indicadores de metodologias ativas. As questões 9 e 10, por exemplo, foram direcionadas para verificar o estímulo à participação do discente, durante a aplicação do PCMA.

Segundo Ventura (2019), o estímulo à participação dos alunos ocorre quando o professor provoca e cultiva nos discentes situações que permitam falas de opiniões e exemplos práticos, ou do cotidiano, na área de conhecimento do curso. Na questão 9, nove alunos (75%) concordaram que se sentiram estimulados a participar ativamente das atividades desenvolvidas durante as práticas; dois alunos discordaram parcialmente da afirmação; e apenas um deles ficou neutro (GRÁFICO 5). A questão 10 teve dez alunos (83,33%) concordando total ou parcialmente, que se sentiram estimulados a participar por causa dos OA e que, dos alunos restantes, apenas um discorda totalmente e um parcialmente.

Gráfico 5 - Análise da opinião dos alunos sobre os indicadores da dimensão pedagógica



Fonte: Elaboração própria.

Como exemplo de relato sobre o indicador de metodologias ativas relacionado ao estímulo à participação do discente durante a aplicação do PCMA, pode-se observar a colocação do aluno 6 sobre a questão 15 do questionário dos indicadores de metodologias ativas. O Aluno 6 considera como ponto positivo do PCMA uma estratégia de ensino em que o aluno aprende fazendo, usando conceitos prévios, que ele já carrega consigo. Dessa forma, o aprendizado ocorre de forma natural e as conclusões que ele próprio tira o estimulam a participar mais ativamente das discussões. No entanto, o aluno 6 destaca como ponto negativo que estimular a participação ativa e a aprendizagem natural do aluno, pode exigir muito tempo de aula, pois requer uma análise constante da interação dos alunos.

Com as questões 11 e 12, foi possível verificar se os alunos utilizaram a pesquisa como princípio educativo, durante a aplicação do PCMA. Na questão 11, oito alunos (83,33%) concordam que, durante a aplicação do percurso metodológico, o professor utilizou atividades em que a aprendizagem ocorreu por meio de pesquisa. Na questão 12, oito alunos (83,33%) acreditam que o uso de OA favoreceu a pesquisa no processo de aprendizagem. Segundo Ventura (2019), a pesquisa como princípio educativo deve ser estimulada pelo professor, ao fornecer referências complementares para estimular os alunos a apresentarem ideias, conceitos e palavras-chave, para o desenvolvimento do tema e de práticas autorais, nas atividades desenvolvidas. Acredita-se que o uso do mapa conceitual, contendo os conceitos

relacionados e para saber mais, incluídos na atividade, podem ter estimulado a pesquisa como meio de aprendizagem.

Para o último indicador de metodologias ativas proposto por Ventura (2019), foram utilizadas as questões 13 e 14, com o intuito de verificar se ocorreu equilíbrio entre as atividades individuais e coletivas. Na questão 13, os 12 alunos (100%) acreditam que, durante a aplicação do percurso metodológico, o professor utilizou atividades individuais e coletivas, enquanto que oito alunos concordaram totalmente e quatro alunos concordaram parcialmente. Na questão 14, 11 alunos (91,67%) admitem que o uso de OA facilitou o desenvolvimento de atividades individuais e coletivas, enquanto que sete alunos concordaram totalmente; quatro alunos concordaram parcialmente; e apenas um aluno ficou neutro sobre o assunto.

Em resumo, observou-se que os indicadores da dimensão pedagógica estavam presentes durante a aplicação do PCMA. No entanto, as questões 9, 10 e 12 apresentaram um nível de discordância maior, em comparação com outras questões utilizadas para verificar os indicadores de metodologias ativas. Um possível motivo para esse nível de discordância pode estar relacionado com o tempo de aplicação do percurso metodológico de ensino, que foi um ponto destacado pelos alunos durante as aulas e, de forma evidente, no comentário negativo do aluno 6 para o uso do PCMA.

O aluno 6 relata que um ponto negativo do uso do PCMA, de forma que todo o processo de aprendizagem seja bem natural, pode exigir muito tempo de aula, além de um planejamento bem elaborado, o que é um desafio, pois o professor, muitas vezes, luta contra o tempo dentro da sala de aula. Importante destacar que o aluno 6 é um dos que têm experiência docente entre 1 e 5 anos. Assim, dentro da sua experiência docente, ele identificou que o uso PCMA pode apresentar um resultado mais significativo se cada C for explorado com mais tempo e detalhe com as turmas de estudantes.

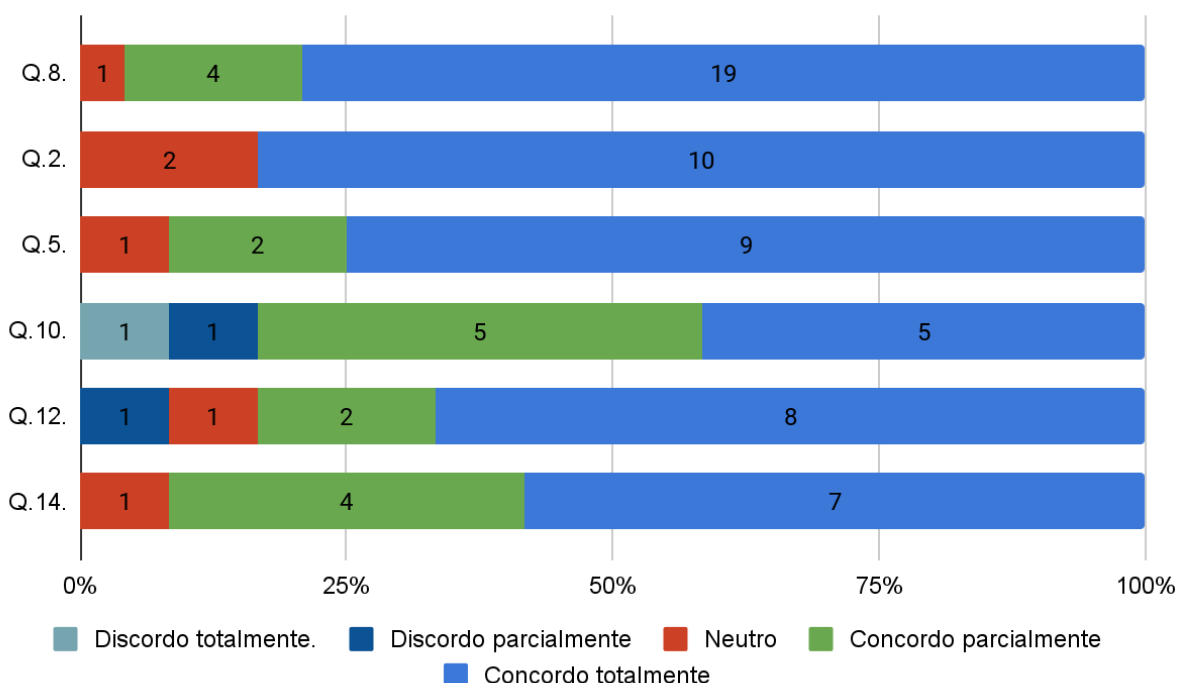
Apesar de uma avaliação do contributo do OA durante o percurso metodológico não ser evidenciado como um dos objetivos da pesquisa, acredita-se que o uso da ferramenta teve influência em relação aos indicadores de metodologias ativas e aplicação do PCMA no modelo de ensino remoto. Ademais, a escala *likert* e questões utilizadas durante a coleta dos dados permitem uma avaliação da influência dos OA nos indicadores das dimensões relacional e pedagógica. Nesse sentido, será realizada uma análise das questões em que os objetos de aprendizagem estiveram presentes e sua relação com os indicadores.

5.4.3 Resultados da utilização de Objetos de Aprendizagem

As questões 11, 12 e 13 foram direcionadas para os OA, no questionário de sondagem. Todas tiveram o intuito de constatar o domínio dos alunos sobre o termo e sua experiência com a utilização dos OA no ensino de Física. A importância de explorar o domínio dos alunos sobre o termo se direciona para a linguagem utilizada em sala de aula pelo professor e o destaque para outros questionários que se relacionam com esse conceito. Durante o *feedback* da atividade, apenas a questão 8 foi direcionada para verificar o contributo dos OA. Para o questionário dos indicadores de metodologias ativas, o número de questões direcionadas para o uso de OA é bem mais significativo, sendo as questões 2, 5, 8, 10, 12, 14 e 16 (GRÁFICO 6).

Foram desenvolvidas sete questões no modelo de escala *likert*, com as opções: concordo totalmente, concordo parcialmente, neutro, discordo parcialmente e discordo totalmente (GRÁFICO 6). A questão 11 do questionário de sondagem também foi no modelo de escala *likert*, contendo os pontos: péssimo, ruim, regular, bom e excelente. Apenas as questões 12 e 13 do questionário de sondagem foram aplicadas no modelo de resposta aberta.

Gráfico 6 - Visão dos alunos sobre o uso de OA no ensino de Física



Fonte: Elaboração própria.

A questão 12 do questionário de sondagem buscou verificar o domínio conceitual do termo OA pelos alunos. Foi pedido para que descrevessem o conceito de OA e apresentassem

exemplos no ensino de Física. Com a questão, foi possível observar que os alunos possuem familiaridade com o conceito de OA. O aluno 8, por exemplo, fez a seguinte afirmação: *“São ferramentas digitais ou não digitais utilizadas durante o aprendizado, como por exemplo: repositórios, aplicativos educacionais, recursos visuais ou audiovisuais, entre outros”* (ALUNO 8). A resposta do aluno 8 encaixa-se no referencial teórico adotado na pesquisa, como é o caso de Costa *et al.*, (2020), ao relacionar que os OA são recursos digitais, ou não digitais, utilizados durante o processo de ensino. Ademais, os exemplos de OA apresentados pelo aluno 8 são utilizados na literatura.

A questão 13 do questionário de sondagem buscou verificar a experiência dos alunos com relação ao uso de OA. Na questão, foi pedido para que os alunos apresentassem efeitos/contributos do uso de OA no ensino de Física. Com a questão 13, foi possível constatar que os alunos possuem experiência ou opinião sobre os resultados da aplicação de um OA em sala de aula. Como exemplo, temos a resposta do aluno 7, com a seguinte explicação: *“Eu acredito que a utilização dos objetos de aprendizagem no ensino de física trazem uma melhor visualização dos fenômenos físicos para a sala de aula, pois muitos desses fenômenos são de difícil entendimento conceitual e muitas vezes são muito abstratos”* (ALUNO 7). Entende-se que o aluno 7 apresenta, em seu argumento, os OA do tipo interativo, ou ferramenta, ao pontuar uma melhor visualização dos fenômenos físicos em sala de aula. Conforme Costa *et al.* (2020), os OA do tipo interativo permitem que os alunos manuseiem e experimentem diferentes tipos de variáveis. Os OA do tipo ferramenta, Costa *et al.* (2020) relata que são utensílios que auxiliam na execução de experimentos.

Em síntese, é possível afirmar que os alunos possuem dois tipos de experiências com relação ao uso de OA em sala de aula, seja por meio de experiência passiva, ou receptiva, em que adquiriram experiência utilizando os OA como alunos. Outro tipo de experiência apresentado pelos alunos, em menor quantidade e mais significativa para a formação docente, é a experiência ativa e atuante, em que se adquire familiaridade com o uso de OA na posição de professor. A experiência ativa e atuante surge em menor quantidade, pois, com base na questão 5, foi possível verificar que nove alunos (75%), dos 12, não possuem tempo de docência e apenas três (25%) tiveram experiência entre 1 a 5 anos. Isso já era esperado, considerando o público-alvo escolhido para a pesquisa.

Nas considerações finais, próxima seção, serão discutidos os resultados da pesquisa no contexto geral, a relação com os objetivos apresentados e propostas de trabalhos futuros.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, o objetivo foi analisar o contributo dos indicadores de metodologias ativas presentes no PCMA. Para se chegar ao propósito definido, foram previstos três objetivos específicos. Primeiro, identificar quais indicadores podem atestar que ocorreu uso de metodologias ativas no ensino. Segundo, verificar se os indicadores de metodologias ativas estão presentes em aulas utilizando o PCMA para o ensino remoto de Energia Cinética e Potencial; e, terceiro, analisar o contributo no aspecto cognitivo, para o uso do PCMA no ensino remoto de Energia Cinética e Energia Potencial.

Para atingir o primeiro objetivo específico, foi utilizado como base o trabalho de Ventura (2019), que discutiu, propôs e mapeou indicadores que atestam a ocorrência de metodologias ativas na perspectiva das práticas de professores. O trabalho de Ventura (2019), apresenta seis indicadores de metodologias ativas, organizados em duas dimensões de ensino, a dimensão relacional e a pedagógica. Segundo Ventura (2019), as metodologias ativas possuem indicadores, como a valorização da autonomia; a valorização das produções intelectuais; o engajamento ativo no processo de aprendizagem; o estímulo à participação do discente; pesquisa como princípio educativo; e o equilíbrio entre atividades individuais e coletivas.

Para solucionar o segundo objetivo específico, foi realizada a aplicação do PCMA com alunos bolsistas do Pibid no ensino de Energia Cinética e Energia Potencial. Ao final da aplicação, foi lançado um questionário no modelo de escala *likert* de cinco pontos para verificar com os alunos se os indicadores apresentados por Ventura (2019) estavam presentes durante a aplicação do percurso metodológico.

Para aferir o nível de consistência interna das respostas dos alunos no questionário, foi utilizado o cálculo do alfa de Cronbach, em que o nível de consistência interna do questionário dos indicadores de metodologias ativas demonstrou um resultado de 0,97, apontando que é significativa, em comparação com o resultado aceitável pela literatura, de 0,7. O cálculo do alfa de Cronbach assume valores entre 0 e 1. Sendo que, quanto mais próximo de 1, maior é o nível de consistência do questionário.

Com a análise do questionário, pode-se afirmar que os indicadores fundamentados em Ventura (2019) estiveram presentes durante a aplicação do PCMA para o ensino de Energia Cinética e Energia Potencial, tanto os indicadores pertencentes às dimensões relacional, como a valorização da autonomia, a valorização das produções intelectuais e o engajamento ativo no processo de aprendizagem, como nos indicadores da dimensão pedagógica, como o

estímulo à participação do discente, a pesquisa como princípio educativo e o equilíbrio entre atividades individuais e coletivas.

Os indicadores propostos por Ventura (2019) foram identificados por meio de considerações apresentadas pelos alunos e nos questionários. Com isso, foi identificado que o uso do PCMA no ensino de Energia Cinética e Potencial possui indicadores semelhantes com aplicações de metodologias ativas. Além disso, o uso do PCMA instiga os alunos a realizarem mudanças conceituais em suas concepções prévias e pode superar a abstração de conceitos de Física, conforme apresentado por Silva *et al.* (2015) e Santos (2017).

Para alcançar o terceiro objetivo específico, foi aplicada uma atividade experimental sobre Energia Cinética e Energia Potencial com os alunos. No contexto da concepção dos alunos sobre os conceitos de Energia, Barbosa e Borges (2006) relatam que os alunos apresentam dificuldades em relacionar o conceito com situações cotidianas, devido ao seu nível de abstração. Os autores destacam, ainda, que a ideia de energia não é um conteúdo novo para os alunos, pois o conceito permeia sua fala cotidiana, o que não implica que os alunos o dominem de forma coerente.

Com isso, na presente pesquisa buscou-se relacionar os conceitos de Energia Cinética e Energia Potencial com situações do cotidiano do aluno, por meio de ao, um fator explorado durante a aplicação do PCMA, pois a etapa do plano fenomenológico, do plano das representações mentais e do plano matemático-formal, estimula essa característica. Com isso, foi desenvolvido uma atividade experimental, que seguiu o modelo proposto por Dourado *et al.* (2008) e Costa *et al.* (2019). Para a construção da atividade, foi utilizada a simulação PhET: "energia na pista de skate". O OA contém várias funcionalidades, que possibilitam a observação do comportamento da energia de um *skatista* descendo de diferentes tipos de rampa.

De modo geral, no presente trabalho, verificou-se que o PCMA teve bom desempenho para promover uma aprendizagem dos alunos de forma manipulativa, interativa, autônoma e com o auxílio dos OA. Fundamentado nos resultados apresentados, é possível constatar que o PCMA se caracteriza como uma estratégia exitosa, no ensino de Física, e apresenta características que indicam semelhanças com metodologias ativas de ensino. Desta forma, acredita-se que os achados da presente pesquisa sejam capazes de fornecer importantes contribuições para o ensino de Física e atualizações curriculares nas formações de professores, uma vez que existe carência de trabalhos voltados para o PCMA.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Diogo; SANTOS, Marco Aurélio Reis Dos; COSTA, Antônio Fernando Branco. Aplicação do coeficiente alfa de Cronbach nos resultados de um questionário para avaliação de desempenho da saúde pública. XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, *Anais [...]*, v. 15, p. 1-12, 2010.
- AUSUBEL, David Paul. The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view. **Springer Science & Business Media**, 2012.
- BARBOSA, João Paulino Vale; BORGES, Antonio Tarciso. O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, p. 182-217, 2006.
- CANI, Josiane Brunetti *et al.* Educação e covid-19: A arte de reinventar a escola mediando a aprendizagem “prioritariamente” pelas TDIC. **Revista Ifes Ciência**, v. 6, n. 1, p. 23-39, 2020.
- CASTRO, Juscileide Braga de; SOARES, Isabela; VIANNA, Eduardo; SOUSA, Joyce da Silva. Lógica criativa: a construção de mídias digitais para o ensino de matemática. CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. *Anais [...]* dos workshops, 2017, p. 485.
- CASTRO-FILHO, José Aires de. **Objetos de aprendizagem e sua utilização no ensino de matemática**. 2007.
- COSTA, Darkson Fernandes da; LIRA, Arianny de Sousa; SILVA, João Batista da; CASTRO, Juscileide Braga de; SALES, Gilvandenys Leite. Formação de professores: Um relato de experiência sobre o uso de tirinhas como objetos de aprendizagem. **Revista Tecnologias na Educação**, Ano 12, v. 33, 2020.
- COSTA, Darkson Fernandes da; MONTEIRO, Jeirla Alves; CASTRO, Juscileide Braga de; COUTINHO JÚNIOR, Antônio de Lisboa; SALES, Gilvandenys Leite. Estratégias para a elaboração de um plano de atividade gamificado. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 11, p. 50, 2019.
- COUTINHO JÚNIOR, Antonio de Lisboa. **Metodologias ativas no ensino remoto de acústica com apoio de uma sequência didática**. 2020. Dissertação (Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática)– Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará.
- DOURADO, Maurício *et al.* Elaboração e catalogação de atividades com objetos de aprendizagem de física no repositório de conteúdos digitais InterRed. **Renote-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 6, n. 1, 2008.
- DUARTE, Edna Mataruco; CALEJON, Laura Marisa Carnielo. Objetos de aprendizagem: uma análise da aprendizagem matemática e suas concepções tecnológicas. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 6, n. 1, p. 1-11, 2015.
- ECHEVERRÍA, Maria del Puy Pérez; POZO, Juan Ignacio. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. **A solução de problemas**: Aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, p. 13-42, 1998.
- FERNANDES SOBRINHO, Marcos; RAMOS, Tiago Clarimundo; SOUZA, Paulo Vitor Teodoro de; SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Discussões sociocientíficas na física do Enem: Aproximações entre pesquisa e prática de ensino. **Enseñanza de las ciencias**, n. extra,

p. 4761-4768, 2017.

FINKEL, Don. Dar clase con la boca cerrada. **Revista Electrónica sobre la Enseñanza de la Economía Pública**, v. 49, p. 60, 2008.

FINO, Carlos Nogueira. Vygotsky e a zona de desenvolvimento proximal (ZDP): Três implicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 14, p. 273-291, 2001.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: Saberes necessários à prática educativa. 11. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GARNIER, Catherine; BEDNARZ, Nadine; ULANOVSKAYA, Irina. **Após Vygotsky e Piaget**: Perspectiva social e construtivista escolas russas e ocidental. 1996.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentals of physics**. [s.l.] Wiley Global Education, 2018.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentals of physics**. John Wiley & Sons, 2013.

HINO, Marcia Cassitas; PRZEYBILOVICZ, Erico; COELHO, Taiane Ritta. Bring your own device (BYOD): Entendendo uma nova prática no ambiente acadêmico. **Acta Scientiarum. Education**, v. 41, p. e42661-e42661, 2019.

MORÁN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania**: Aproximações jovens, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999.

MOREIRA, Marco Antônio. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, v. 83, n. 3322.3222, 2011.

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

MOREIRA, Marco Antônio; ROSA, P. R. da S. **Uma introdução à pesquisa quantitativa em ensino**. Porto Alegre: Ed. dos Autores, 2008.

MOURA, Dácio Guimarães de. Metodologias ativas de aprendizagem e os desafios educacionais da atualidade. XI ENCONTRO NACIONAL DE DIRIGENTES DE GRADUAÇÃO DAS IES PARTICULARES. Tecnologia de Projetos, **Anais [...]**, Curitiba, 2014.

MOURÃO, M. F. **A influência da metodologia PCMA na aquisição de conceitos de Física Moderna**: Um estudo de caso com alunos do ensino médio no IFCE. 2020. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federal do Ceará. Fortaleza, Ceará.

NARDI, Roberto; CASTIBLANCO, Olga. **Didática da física**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2014.

NASH, Susan. Learning objects, learning object repositories, and learning theory: Preliminary best practices for online courses. **Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects**, v. 1, n. 1, p. 217-228, 2005.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender em português**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 212p, 1984.

PIAGET, Jean; MERLONE, Marion. **A equilibração das estruturas cognitivas**: Problema central do desenvolvimento. Zahar, 1976.

RABELLO, Elaine T.; PASSOS, José Silveira. **Vygotsky e o desenvolvimento humano**. Disponível em:

<https://josesilveira.com/wp.../07/Artigo-Vygotsky-eo-desenvolvimento-humano.pdf>, 2010.

RESNICK, R.; HALLIDAY, D. **Física**. v. 1, 2, 3 e 4, 4. ed., Rio de Janeiro: LTC, 1983.

ROCHA, Diego Marcell; RICARDO, Elio Carlos. As crenças de autoeficácia de professores de Física: Um instrumento para aferição das crenças de autoeficácia ligadas à física moderna e contemporânea. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, p. 333-364, 2014.

SALES, Gilvandenys Leite. **Quantum**: Um *software* para aprendizagem dos conceitos da física moderna e contemporânea. 2005. Tese (Doutorado). Dissertação (Mestrado) - Fortaleza: UECE/Cefet-CE.

SALES, Gilvandenys Leite *et al.* Modelo learning vectors na avaliação formativa no AVA Moodle: De emoticons a *gifs* animados. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, Lousada, p. 64-76, 01, 2019.

SANTOS, R. L. dos. **Aplicação de uma metodologia envolvendo mudanças conceituais no ensino de física moderna e contemporânea**. 2017. Tese (Doutorado). Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federal do Ceará, Fortaleza/Ceará.

SILVA, Diego de Oliveira. **Metodologias ativas como subsídio para a evolução de conceitos de física moderna sob a ótica da aprendizagem significativa**. 2018. Tese (Doutorado). Dissertação (Mestrado) - Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federal do Ceará, Fortaleza/Ceará.

SILVA, Claci Clair Röpke da; PORTO, Marcelo Duarte; MEDEIROS, Wilton de Araújo. A teoria Vygotskyana e a utilização das novas tecnologias no ensino aprendizagem: Uma reflexão sobre o uso do celular. **Revista on-line De Magistro de Filosofia**, Ano X, n. 21, 1ª 2017.

SILVA, João Batista da. O contributo das tecnologias digitais para o ensino híbrido: O rompimento das fronteiras espaço-temporais historicamente estabelecidas e suas implicações no ensino. **Artefactum - Revista de Estudos em Linguagens e Tecnologia**, v. 15, n. 2, 2017.

SILVA, João Batista da; DAMASCENO JÚNIOR, José Ademir. Procedimento cognitivo metodológico de apreensão: Uma sequência didática para ensino de Física. **Saberes e práticas no ensino de ciências e matemática**, p. 56, 2019.

SILVA, João Batista da; SALES, Gilvandenys Leite; LEITE, Eliana; PONTELLO, Luiza. Mudança conceitual em óptica geométrica facilitada pelo uso de TDIC. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, **Anais [...]** 2015, p. 385.

TELES, Gabriela; SOARES, Deyse Mara Romualdo; LIMA, Luciana de; LOUREIRO, Robson Carlos. Docência e tecnologias digitais na formação de professores: Planejamento e execução de aulas por licenciandos. **Brazilian Journal of Technology**, v. 3, n. 2, p. 73-84, 2020.

TOLOMEI, Bianca Vargas. A gamificação como estratégia de engajamento e motivação na educação. **EaD em foco**, v. 7, n. 2, 2017.

VENTURA, Paula Patrícia Barbosa. **Indicadores de metodologias ativas com suporte das tecnologias digitais**: Estudo com docentes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. 2019. 195f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza (CE), 2019.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. A formação social da mente. **Psicologia**, v. 153, p. V631, 1989.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins, 1988.

VYGOTSKY, Lev Semenovich *et al.* **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WILEY, David A. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. **The instructional use of learning objects**, v. 2.830, n. 435, p. 1-35, 2000.

APÊNDICE A

Questionário de sondagem

Q.1. Nome:
Q.2. Escolaridade/Formação acadêmica:
Q.3. Qual seu curso?
Q.4. Seu curso é de licenciatura ou possui vínculo com o ensino?
Q.5. Tempo de docência:
a) 1 a 5 anos. b) 6 a 10 anos. c) 11 a 15 anos. d) 16 a 20 anos. e) Mais de 20 anos. f) Não possuo experiência em sala de aula.
Q.6. Utiliza as tecnologias digitais em suas aulas?
a) Sim. b) Não. c) Outro:
Q.7. Em caso de afirmativo na questão anterior, qual a frequência de uso?
a) Nunca. b) Raramente. c) Às vezes. d) Muitas vezes. e) Sempre.
Q.8. Qual (is) tecnologia (s) costuma utilizar?

Q.9. Teria interesse em participar de uma formação de professores de Física com foco no uso de Tecnologias em sala de aula? Justifique.
Q.10. Em caso afirmativo na questão anterior, quais os conteúdos/conceitos seriam relevantes para essa formação de professores?
Q.11. Qual seu domínio sobre o uso de Objetos de Aprendizagem (OA) no ensino de Física?
a) <i>Péssimo.</i> b) <i>Ruim.</i> c) <i>Regular.</i> d) <i>Bom.</i> e) <i>Excelente.</i>
Q.12. Descreva o conceito de Objetos de Aprendizagem (OA) no ensino de Física. Apresente exemplos de OA.
Q.13. Qual sua opinião sobre os efeitos do uso de Objetos de Aprendizagem (OA) no ensino Física?

APÊNDICE B

Atividade experimental das situações problema de energia mecânica

Atividade de Energia Mecânica

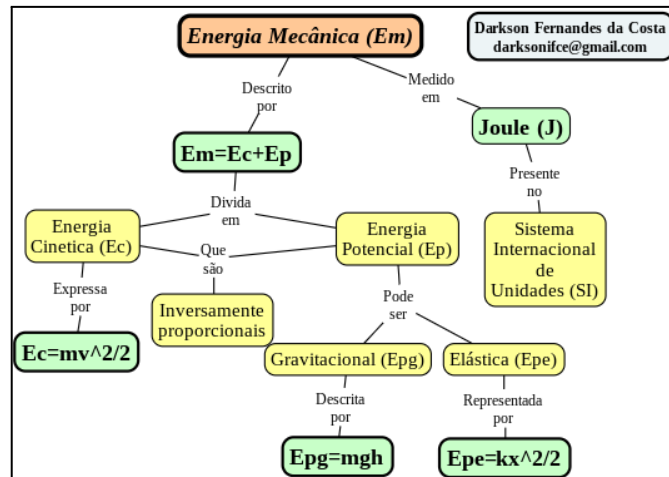
Aluno: _____ Professor: _____ Data: ____/____/____

1. OBJETIVOS DA ATIVIDADE:

1. Identificar a relação existente entre Energia Cinética e a Energia Potencial;
2. Associar grandezas como massa, aceleração da gravidade e altura com Energia Potencial Gravitacional ($E_{pg}=mgh$);
3. Verificar o comportamento da massa e velocidade do *skatista* conforme a equação de Energia Cinética ($E_c=mv^2/2$).

2. CONCEITOS RELACIONADOS NAS MISSÕES:

Figura 1- Mapa conceitual da energia mecânica



3. ONDE ENCONTRAR A SIMULAÇÃO:

- Sugere-se o uso da simulação “Energia na Pista de Skate” da plataforma *PhET Interactive Simulations* (FIGURA 2).
- Link da simulação: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/energy-skate-park-basics>

Figura 2 - Simulação energia na pista de skate



Figura 2 (A) e (B): Trata-se de uma amostra do repositório *Phet* que tem como intuito favorecer o uso de simulações virtuais como Objetos de Aprendizagem (OA) em várias áreas das ciências como Biologia, Química, Física e Matemática.

Figura 2 (C) e (D): Apresenta os módulos que a simulação contempla, que são: Intro, Friction, Playground.

- O módulo *intro* funciona como uma introdução ao simulador e oferece o primeiro contato do usuário com a simulação e as variáveis que ela contempla;
- O módulo *Friction* aborda as mesmas características do módulo intro, só que com a existência da variável de atrito existente durante a trajetória do skatista. O atrito pode ser: pequeno, médio e grande;

- No módulo *Playground* oferece as mesmas possibilidades dos módulos anteriores. Trata-se de um modo mais completo de simulação. Contudo, ao manipular a ferramenta é possível manusear o formato da pista em que o skatista vai utilizar.

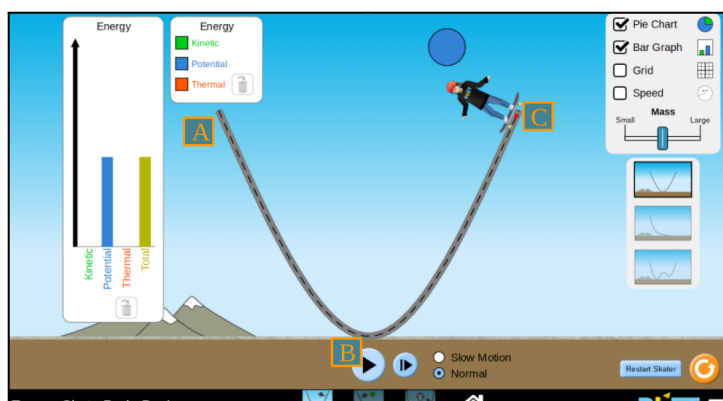
Figura 2 (D): Na interface do usuário é possível identificar as variáveis de manuseio na barra do lado direito, sendo possível modificar e representar as variáveis: velocidade; gráfico das energias; grade de comprimento; massa; atrito etc. Na barra inferior é possível pausar, reiniciar e habilitar o modo câmera lenta.

MISSÃO DA 1ª FASE:

Objetivo da Missão 1: Identificar a relação entre Energia Cinética e a Energia Potencial.

- Um *skatista* desce do topo de uma rampa em forma de “U”;
- Habilite as funções de gráfico das energias;

Figura 3 - Rampa em forma de “U”



Desafios:

1. Qual a intensidade da Energia Cinética entre Máximo, Médio e Nulo nos pontos A, B e C respectivamente? Compare com a velocidade do *skatista*.

2. Qual a intensidade da Energia Potencial entre Máximo, Médio e Nulo nos pontos A, B e C respectivamente? Compare com a velocidade do *skatista*.

3. Quais os pontos em que a Energia Cinética será igual à Energia Potencial?

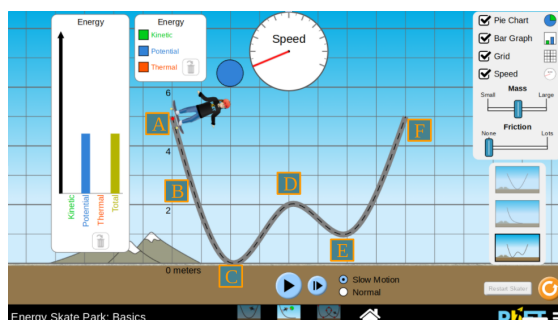
4. Qual é a relação existente entre Energia Cinética e Energia Potencial na Situação?
5. Qual é a relação entre Energia Cinética, potencial e a velocidade do <i>skatista</i> ? Justifique.

MISSÃO DA 2ª FASE:

Objetivo da Missão 2: Associar as grandezas massa, aceleração da gravidade e altura com Energia Potencial;

- O *skatista* desce do ponto A a rampa da Figura 4.
- Com atrito nulo, e aceleração da gravidade ($g = 10\text{m/s}^2$).

Figura 4 - Rampa deformada



1. Aperte pause na simulação e posicione o *skatista* nos pontos A, B e C. Em seguida, modifique a massa do *skatista* para mínimo, médio e máximo e indique o que acontece com a energia potencial do *skatista*.
2. Qual relação existente entre a energia potencial e a massa do *skatista* seguindo os dados observados?
3. Seguindo a massa média do *skatista* no ponto A, B e C, indique em quais outros pontos a energia potencial será igual ao pontos citados respectivamente.
4. Qual a relação existente entre a altura do *skatista*, seguindo os pontos identificados no item anterior, e a energia potencial? Justifique.

MISSÃO DA 3ª FASE:

Objetivo da Missão 3: Verificar o comportamento da massa e velocidade do *skatista* conforme a equação de Energia Cinética.

- O *skatista* desce do ponto A a rampa da Figura 4.

Desafios:

1. Quais os pontos em que a Energia Cinética é máxima? Compare com a velocidade do <i>skatista</i> .
2. Quais os pontos em que a Energia Cinética é mínima? Compare com a velocidade do <i>skatista</i> .
3. Qual a Energia Cinética nos pontos A, C, D e E respectivamente?
4. O que acontece com a velocidade do <i>skatista</i> nos pontos citados anteriormente, respectivamente?

DESAFIO EXTRA: Um *skatista* com massa de 70kg parte do ponto A da Figura 3 e chega ao ponto B, com velocidade de 20m/s. Qual a energia cinética do *skatista* no ponto A, B e C respectivamente?

5. PARA SABER MAIS:

RESNICK, Robert; HALLIDAY, David; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. Grupo Patria Cultural SA DE CV, 2001.

APÊNDICE C

Questionário do *feedback* da atividade experimental

Q.1. Os objetivos apresentados na atividade foram bem desenvolvidos?
a) <i>Discordo totalmente.</i> b) <i>Discordo parcialmente.</i> c) <i>Neutro.</i> d) <i>Concordo parcialmente.</i> e) <i>Concordo totalmente</i>

Q.2. O mapa conceitual desenvolvido estava de acordo com a atividade?
<i>a) Discordo totalmente. b) Discordo parcialmente. c) Neutro. d) Concordo parcialmente. e) Concordo totalmente</i>
Q.3. A descrição da usabilidade da simulação apresentada na atividade foi o suficiente para resolver a atividade?
<i>a) Discordo totalmente. b) Discordo parcialmente. c) Neutro. d) Concordo parcialmente. e) Concordo totalmente</i>
Q.4. As atividades estavam em um nível adequado para os alunos do Ensino Médio?
<i>a) Discordo totalmente. b) Discordo parcialmente. c) Neutro. d) Concordo parcialmente. e) Concordo totalmente</i>
Q.5. Tratando-se das questões da missão 1, foi possível identificar a relação entre Energia Cinética e a Energia Potencial?
<i>a) Discordo totalmente. b) Discordo parcialmente. c) Neutro. d) Concordo parcialmente. e) Concordo totalmente</i>
Q.6. Tratando-se das questões da missão 2, foi possível associar as grandezas massa, aceleração da gravidade e altura com Energia Potencial?
<i>a) Discordo totalmente. b) Discordo parcialmente. c) Neutro. d) Concordo parcialmente. e) Concordo totalmente</i>
Q.7. Se tratando das questões da missão 3, foi possível reconhecer a equação da Energia Cinética em situações contextualizadas?
<i>a) Discordo totalmente. b) Discordo parcialmente. c) Neutro. d) Concordo parcialmente. e) Concordo totalmente</i>
Q.8. Em relação ao uso de Objetos de Aprendizagem (OA) na atividade, é possível afirmar que ele foi relevante para observar os conceitos?
<i>a) Discordo totalmente. b) Discordo parcialmente. c) Neutro. d) Concordo parcialmente. e) Concordo totalmente</i>
Q.9. Aponte defeitos e sugestões para serem corrigidos dentro da atividade.

APÊNDICE D

Questionário dos indicadores de metodologias ativas

Q.1. Durante a aplicação do percurso metodológico, foi possível identificar uma valorização da sua autonomia na aprendizagem?
<i>a) Discordo totalmente. b) Discordo parcialmente. c) Neutro. d) Concordo parcialmente. e) Concordo totalmente</i>

Q.2. O uso de Objetos de Aprendizagem foi um fator relevante para valorizar a sua autonomia no decorrer da aprendizagem?
<i>a) Discordo totalmente. b) Discordo parcialmente. c) Neutro. d) Concordo parcialmente. e) Concordo totalmente</i>
Q.3. Durante a aplicação do percurso metodológico, foram exploradas estratégias de ensino como o aprender fazendo?
<i>a) Discordo totalmente. b) Discordo parcialmente. c) Neutro. d) Concordo parcialmente. e) Concordo totalmente</i>
Q.4. Durante a aplicação do percurso metodológico, foi possível observar uma valorização das suas produções intelectuais?
<i>a) Discordo totalmente. b) Discordo parcialmente. c) Neutro. d) Concordo parcialmente. e) Concordo totalmente</i>
Q.5. O uso de Objetos de Aprendizagem foi um fator relevante para valorizar as suas produções intelectuais?
<i>a) Discordo totalmente. b) Discordo parcialmente. c) Neutro. d) Concordo parcialmente. e) Concordo totalmente</i>
Q.6. Durante a aplicação do percurso metodológico, o professor abriu espaço para ouvir suas opiniões sobre as aulas?
<i>a) Discordo totalmente. b) Discordo parcialmente. c) Neutro. d) Concordo parcialmente. e) Concordo totalmente</i>
Q.7. Durante a aplicação do percurso metodológico, o professor utilizou atividades em que o engajamento ativo dos alunos no processo de aprendizagem esteve presente?
<i>a) Discordo totalmente. b) Discordo parcialmente. c) Neutro. d) Concordo parcialmente. e) Concordo totalmente</i>
Q.8. O uso de Objetos de Aprendizagem foi um fator relevante para valorizar o seu engajamento nas atividades?
<i>a) Discordo totalmente. b) Discordo parcialmente. c) Neutro. d) Concordo parcialmente. e) Concordo totalmente</i>
Q.9. Durante a aplicação do percurso metodológico, você se sentiu estimulado a participar ativamente das atividades?
<i>a) Discordo totalmente. b) Discordo parcialmente. c) Neutro. d) Concordo parcialmente. e) Concordo totalmente</i>
Q.10. Você se sentiu estimulado a participar das atividades por conta dos Objetos de Aprendizagem?
<i>a) Discordo totalmente. b) Discordo parcialmente. c) Neutro. d) Concordo parcialmente. e) Concordo totalmente</i>

Q.11. Durante a aplicação do percurso metodológico, o professor explorou atividades em que a aprendizagem ocorreu por meio de pesquisas?

a) *Discordo totalmente.* b) *Discordo parcialmente.* c) *Neutro.* d) *Concordo parcialmente.* e) *Concordo totalmente*

Q.12. O uso de Objetos de Aprendizagem favoreceu o uso de pesquisas como princípio educativo?

a) *Discordo totalmente.* b) *Discordo parcialmente.* c) *Neutro.* d) *Concordo parcialmente.* e) *Concordo totalmente*

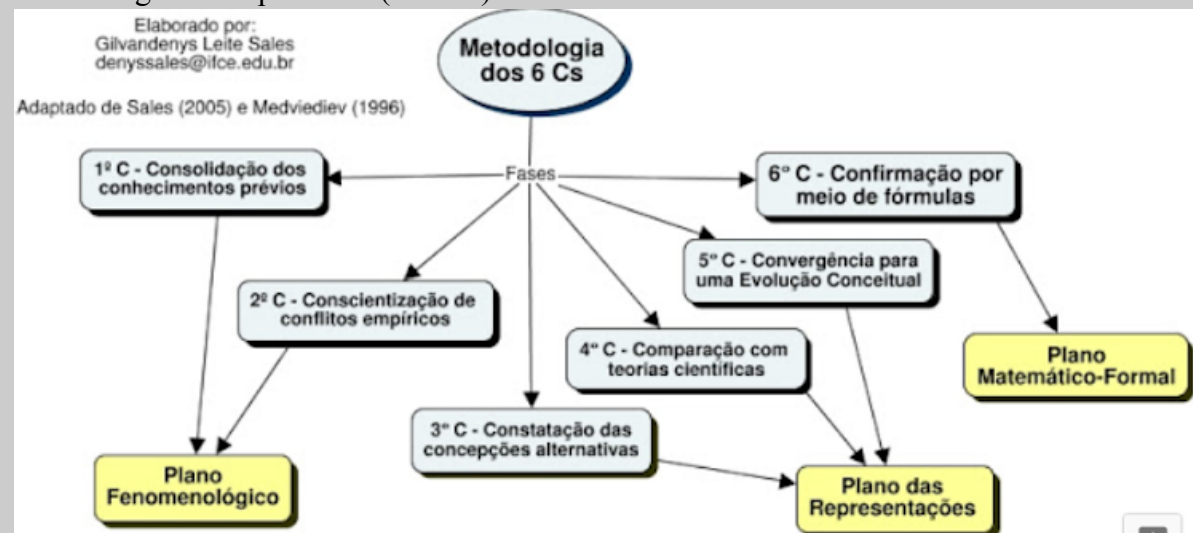
Q.13. Durante a aplicação do percurso metodológico, o professor utilizou atividades individuais e coletivas?

a) *Discordo totalmente.* b) *Discordo parcialmente.* c) *Neutro.* d) *Concordo parcialmente.* e) *Concordo totalmente*

Q.14. O uso de Objetos de Aprendizagem facilitou o desenvolvimento de atividades individuais e coletivas?

a) *Discordo totalmente.* b) *Discordo parcialmente.* c) *Neutro.* d) *Concordo parcialmente.* e) *Concordo totalmente*

Q.15. Relate os pontos positivos e negativos do uso do Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão (PCMA) no ensino de Física.



Q.16. Relate os pontos positivos e negativos do uso de Objetos de Aprendizagem (OA) no ensino de Física.

