



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**NÚCLEO DE TEORIA E PESQUISA DO COMPORTAMENTO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS E**  
**COMPORTAMENTO**

PROGRAMAÇÃO DE CONDIÇÕES DE DESENVOLVIMENTO DE  
COMPORTAMENTOS RELATIVOS AO CONCEITO DE ACELERAÇÃO

LERIKA DO AMARAL POLL

Belém/PA

2024



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**NÚCLEO DE TEORIA E PESQUISA DO COMPORTAMENTO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS E**  
**COMPORTAMENTO**

**PROGRAMAÇÃO DE CONDIÇÕES DE DESENVOLVIMENTO DE**  
**COMPORTAMENTOS RELATIVOS AO CONCEITO DE ACELERAÇÃO**

**LERIKA DO AMARAL POLL**

Dissertação de Mestrado apresentada  
ao Programa de Pós-Graduação em  
Neurociências e Comportamento  
(PPGNC) da Universidade Federal do  
Pará (UFPA).

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roney  
Kilpp Goulart

Coorientadora: Profa. Dr<sup>a</sup>. Ana Leda  
de Faria Brino

Belém/PA

2024

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

- P771p Poll, Lérika do Amaral.  
Programação de condições de desenvolvimento de  
comportamentos relativos ao conceito de Aceleração / Lérika do  
Amaral Poll. — 2024.  
viii, 79 f.
- Orientador(a): Prof. Dr. Paulo Roney Kilpp Goulart  
Coorientação: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ana Leda de Faria Brino  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo  
de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Programa de Pós-  
Graduação em Neurociências e Comportamento, Belém, 2024.
1. análise do comportamento. 2. programação de  
condições de desenvolvimento de comportamentos. 3. ensino  
de Física. 4. conceito de aceleração. 5. ensino médio. I. Título.

CDD 150.77

---

## **Agradecimentos**

Primeiramente. A Jeová, por conceder essa oportunidade. Em seguida, ao meu AMADO e SAUDOSO pai Raimundo Poll e a minha mãe Concilene Poll que sempre apoiaram e estimularam meus estudos, juntamente com meus irmãos, Lenika e Lelhon.

Ao meu orientador Prof. Dr. Roney Kilpp Goulart e a Profa. Dra. Ana Leda Brino que me ensinaram muito e colaboraram imensamente com este trabalho da qual com paciência e dedicação sempre estiveram dispostos a contribuir para o meu aperfeiçoamento, mantendo a dedicação, o profissionalismo e compromisso de sempre ajudar.

Externo todo meu agradecimento e imensa gratidão ao corpo Docente do Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento (PPGNC) pela imensa contribuição e ajuda na construção de todo este trabalho, da qual não seria possível sem a ajuda de vocês, a turma de 2022 que nos momentos de sufoco mostrou-se bastante companheira, em especial amigo de todas as horas Leonardo Cardoso e a todos os que de forma direta ou indireta contribuíram nesta minha trajetória, o meu muito obrigada.

POLL, L.A. **PROGRAMAÇÃO DE CONDIÇÕES DE DESENVOLVIMENTO DE COMPORTAMENTOS RELATIVOS AO CONCEITO DE ACELERAÇÃO**. Dissertação (Mestrado em Neurociências e Comportamento). Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Universidade Federal do Pará. Belém, pp. 79. 2024

### **Resumo**

As diretrizes e parâmetros curriculares brasileiros para os diferentes níveis de ensino tem como horizonte o desenvolvimento de competências relacionadas à resolução de problemas práticos e significativos, com vistas à autonomia e senso crítico no exercício da cidadania e do trabalho. Todavia, para que se realize plenamente este ideal de educação emancipadora, centrada na ação contextualizada do aprendiz, a prescrição de mudanças atitudinais deve ser acompanhada por mudanças práticas no modo de planejar e de implementar as estratégias de ensino. O objetivo deste trabalho foi realizar as etapas iniciais de análise e elaboração para embasar uma programação de condições de desenvolvimento de comportamentos para o ensino do conceito de aceleração da Física, direcionado para estudantes do 1º ano do Ensino Médio. O trabalho foi realizado em duas etapas: 1) caracterização das necessidades de aprendizagem e proposição dos comportamentos-objetivo terminal e intermediário; 2) elaboração do programa de ensino propriamente dito, a partir da definição das condições e das sequências de ensino. A caracterização de situações-problema e a definição dos comportamentos-objetivos terminais e intermediários foram informadas por problemas encontrados em questões em provas do Enem nos últimos 10 anos, que abordaram o conceito de aceleração. Com essa análise foi realizada a decomposição dos comportamentos objetivos terminais, resultando em três classes de comportamentos pré-requisito – intermediários propriamente ditos, pré-requisitos intraprograma e pré-requisitos extraprograma –, que serviram de base para a elaboração de uma proposta de programa de ensino. Os resultados da Etapa 1 justificaram a opção por um critério de sequência lógica para guiar a organização das unidades de ensino, tendo como aspecto central a discussão e demonstração do caráter pragmático e relacional das categorias e conceitos típicos do campo da Mecânica. Seguindo esta lógica, foi formulado um exemplo de implementação do programa na modalidade de curso com oficinas, com recomendações gerais para organizar os conteúdos e as condições a serem seguidas. Por fim, o presente exercício de programação de condições para o desenvolvimento de comportamentos foi discutido em contraste com o ensino tradicional e a experiência como docente e como aluna da autora.

*Palavras-chave:* análise do comportamento, programação de condições de desenvolvimento de comportamentos, ensino de Física, conceito de aceleração, ensino médio

POLL, L.A. **PROGRAMMING CONDITIONS FOR DEVELOPMENT OF BEHAVIORS RELATED TO THE CONCEPT OF ACCELERATION**. Dissertação (Mestrado em Neurociências e Comportamento). Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Universidade Federal do Pará. Belém, pp. 79. 2024

### **Abstract**

The Brazilian curricular guidelines and parameters for different educational levels aim to develop competencies related to solving practical and significant problems, fostering autonomy and critical thinking in the exercise of citizenship and work. However, to fully achieve this ideal of emancipatory education, centered on the contextualized action of the learner, the prescribed attitudinal changes must be accompanied by practical changes in the way teaching strategies are planned and implemented. The objective of this work was to carry out the initial steps of analysis and development to support a program of conditions for behavior development in teaching the concept of acceleration in Physics, aimed at first-year high school students. The work was carried out in two stages: 1) characterization of learning needs and proposal of terminal and intermediate objective behaviors; 2) development of the teaching program, based on the definition of conditions and teaching sequences. The characterization of problem situations and the definition of terminal and intermediate objective behaviors were informed by problems found in Enem exam questions over the past 10 years that addressed the concept of acceleration. This analysis led to the decomposition of terminal objective behaviors, resulting in three classes of prerequisite behaviors – actual intermediate behaviors, intraprograma prerequisites, and extraprograma prerequisites –, which served as the basis for the development of a teaching program proposal. The results of Stage 1 justified the choice of a logical sequence criterion to guide the organization of teaching units, with the central aspect being the discussion and demonstration of the pragmatic and relational nature of typical categories and concepts in the field of Mechanics. Following this logic, an implementation example of the program in the form of workshop courses was formulated, with general recommendations for organizing the content and conditions to be followed. Finally, this exercise in programming conditions for behavior development was discussed in contrast with traditional teaching and the author's experience as a teacher and student.

*Keywords:* behavior analysis, teaching programming, physics teaching, acceleration concept, high school

**Sumário**

Introdução	01
Paradigmas educacionais	01
Evolução das diretrizes educacionais e Ensino de Física	03
Metodologias Ativas de ensino	08
Metodologias ativas de viés analítico-comportamental no Brasil	09
Metodologias ativas aplicadas para o ensino de Física no Brasil	15
Conceito de aceleração da Física como objeto de uma programação de condições para desenvolvimento de comportamentos	16
Método	18
Etapa 1: Identificação	18
Caracterização das Situações-Problema	18
Proposição dos comportamentos objetivos terminais e intermediários	19
Etapa 2: Elaboração	20
Definição da sequência de ensino dos comportamentos	21
Definição das unidades de aprendizagem	21
Definição da modalidade de ensino	22
Definição das condições de ensino	22
Resultados	23
Etapa 1: Identificação	23
Etapa 2: Elaboração	42
Discussão	59
Considerações Finais	64
Referências	66
Anexo	73

**Lista de Tabelas**

Quadro 1. <i>Temas Estruturadores e Unidades Temáticas para cada um dos temas estruturadores apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) para o ensino de Física</i>	06
Quadro 2. <i>Etapas da Programação de Condição de Desenvolvimento de Comportamento</i>	14
Tabela 1. <i>Caracterização das Situações-Problema, Comportamentos Terminais e Consequências</i>	25
Tabela 2. <i>Caracterização dos Comportamentos Objetivos intermediários</i>	31
Tabela 3. <i>Objetivos dos cursos e oficinas em cada módulo da Programação de Condições para Desenvolvimento de Comportamentos</i>	44
Tabela 4. <i>Atividades e Materiais da Programação de Condições para Desenvolvimento de Comportamento para o conceito de aceleração</i>	49

O presente trabalho consiste em uma demonstração das análises e considerações que podem subsidiar a programação de condições de aprendizagem no contexto do ensino de Física, a partir de uma abordagem comportamental à educação (e.g., Carmo, 2010), ou seja, com foco nas ações que cada aprendiz deverá efetivamente ser capaz de realizar para demonstrar a aquisição de conhecimento. Com vistas a contextualizar a proposta deste trabalho para um público leitor heterogêneo, abordaremos nesta introdução, inicialmente, uma descrição, em linhas gerais, de importantes transformações ocorridas nos paradigmas educacionais que motivaram revisões nos modelos de ensino, ao longo do tempo. Em seguida, apresentaremos um breve histórico da evolução da legislação educacional brasileira, que reflete aquelas transformações conceituais, destacando suas implicações para o estado atual do ensino de Física. A partir desta base, trataremos nesta introdução da pertinência de metodologias de ensino centradas na ação do aprendiz como meio para concretizar o modelo de ensino preconizado pela legislação atual. Por fim, argumentaremos em favor de uma proposta metodológica baseada em princípios da Análise Experimental do Comportamento e apresentaremos as características da Programação de Condições de Desenvolvimento de Comportamentos como guia para a programação de condições de ensino para o conceito de aceleração específico da Física, que será o objetivo geral do presente trabalho.

### **Paradigmas Educacionais**

Desde que o ensino de Física foi instituído no Brasil até os dias de hoje, ele passou por diversas mudanças que acompanharam tanto a evolução da educação brasileira como também do seu contexto político e cultural de modo geral. Essas mudanças refletem diretamente na forma como o ensino de Física está atualmente estruturado. A regulamentação do ensino é um processo em constante evolução, influenciado pelos desenvolvimentos epistemológicos no campo da Educação e de áreas vizinhas (Rosa & Rosa, 2005).

Ao longo do tempo, a educação experimentou mudanças significativas nos paradigmas que se propõem a orientar as práticas pedagógicas e as concepções sobre o processo de aprendizagem. No início do século XX, predominava um modelo centrado no professor, com transmissão unidirecional do conhecimento. Essa visão começou a ser questionada nas décadas de 1960 e 1970, quando emergiram movimentos pedagógicos que buscavam promover uma participação mais ativa dos alunos no processo educativo, como evidenciado pelo surgimento de abordagens construtivistas (Dewey, 1916; Piaget, 1970).

Segundo Saviani et al. (2021), desde o seu surgimento, o processo de educação passou por transformações. Uma delas teve início com a crítica ao modelo educacional tradicional. Nesse modelo, o professor teria a responsabilidade de "repassar conhecimento" por meio da exposição de determinados conteúdos, resolução de exercícios e aplicação de atividades. As críticas a esse modelo de ensino centrado na ação do professor e a busca de alternativas centradas no aprendiz deram origem a um modelo educacional conhecido como Escolanovismo ou Pedagogia Nova. Tal modelo rejeitava explicitamente a premissa do modelo tradicional de que os aprendizes são ignorantes antes da intervenção do professor, e preconizava que se levasse em conta as diferentes experiências extraescolares vivenciadas pelas pessoas, considerando a variabilidade no desenvolvimento cognitivo e domínio do conteúdo entre os estudantes.

No entanto, o custo de implementação do Escolavismo era elevado, o que acabou por ocasionar uma elitização ao seu acesso. Em seguida, um modelo Tecnocrata passou a receber mais atenção. Este modelo tem como base a racionalidade, a produtividade e a eficiência na tentativa de alcançar um modelo educacional capaz de diminuir a subjetividade, que supostamente poderia ocasionar ineficiência, ofertando um conteúdo mais prático (Saviani, 2011).

Segundo Saviani (2011) e Saviani et al. (2021), os três modelos educacionais cometeram um erro comum: focalizar suas estratégias apenas em um dos fatores que compõem um modelo educacional. O modelo Tradicional reduziu o modelo apenas ao conteúdo e à atuação do professor; o Escolanovismo mudou o foco do professor para o aluno e para a relação intersubjetiva, e o modelo Tecnicista enfatizou o processo de ensino de competências, colocando em segundo plano tanto o professor quanto o aluno.

Atualmente, supõe-se que um modelo educacional exitoso deveria reconhecer a importância de todos esses fatores e seu entrelaçamento, incluindo o “saber fazer” na definição do “conteúdo” e levando em consideração que o aluno possui experiências próprias e que elas acabam por influenciar no processo de aprendizagem. Entre os fatores 1) conteúdo, 2) relação professor- aluno e 3) metodologia de ensino empregada, o último é o que mais recebeu adaptações e melhorias (Rosa & Rosa, 2005). Essas mudanças nos modelos educacionais refletem a busca contínua por práticas mais eficazes e alinhadas às demandas de uma sociedade em constante transformação. No entanto, é importante reconhecer que as abordagens pedagógicas não são estáticas e continuam a evoluir em resposta às dinâmicas sociais, tecnológicas e culturais (Keller F. S., & Sherman J. G. 1974).

### **Evolução das diretrizes educacionais e Ensino de Física**

O processo de ensino e aprendizagem de Física pode ser muito interessante e encantador, especialmente quando os estudantes conseguem compreender a sua utilidade prática e pô-la em uso. O conteúdo curricular de Física vai desde a estrutura da matéria até a formação de nosso sistema solar. Entretanto, por ser um ramo da ciência com base teórica, e devido à forma como a teoria é abordada no modelo educacional empregado no ensino médio no Brasil, a Física não possui bons índices de aceitação e aprovação dos estudantes (Romão & Sacchelli, 2009).

O ensino de Física foi implementado em nosso país por volta de 1837 no Colégio Pedro II, Rio de Janeiro (Rosa, C. W; Rosa, A. B. 2005). Nos anos de 1950, o ensino de Física

começou a fazer parte da grade curricular do Ensino Fundamental e Médio, sendo guiado pelo modelo tradicional acima descrito, com aulas expositivas em que as teorias eram apresentadas como não passíveis de questionamentos, com pouca ou até mesmo nenhuma prática (Rosa & Rosa, 2005).

No início da década de 1960, época em que ocorreu a instituição da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), o modelo educacional foi redirecionado para o ensino focado na redescoberta, com a participação ativa dos alunos. Popkewitz (1997) pontua que essa lei teve como estímulo a ideia de que o conhecimento científico deveria ser produzido sob uma perspectiva mais técnica e que o ensino de ciências possuía grande importância ao progresso do país. A ideia era permitir que os alunos fizessem o caminho do conhecimento e assim descobrissem a ciência. No entanto, o ensino da Física continuava alicerçado na assimilação e reprodução de conhecimento pronto (Rosa & Rosa, 2005).

Também nos anos 1960 ocorreu a instalação de um projeto proveniente dos Estados Unidos, o Physical Science Study Committee (PSSC). Esse projeto nasceu no Massachusetts Institute of Technology (MIT) e foi trazido para o Brasil e implementado com o objetivo de trazer mudanças no ensino de Física (Pinho Alves, 2000). Entretanto, a metodologia proposta no projeto foi direcionada apenas ao ensino de segundo grau, com foco no conteúdo pertinente aos exames de seleção para o ensino superior.

Já na década de 1970, o ensino de modo geral sofreu transformações, sob a ótica do modelo construtivista. Em linhas gerais, o construtivismo enfatiza o papel ativo do aluno na construção de seu conhecimento, por meio da interação com o objeto de estudo (Rosa & Rosa, 2005). O modelo construtivista apresenta similaridades com o modelo do Escolanovismo, no que se refere à importância do aluno no processo de aprendizagem, à valorização da aprendizagem significativa e à necessidade de adaptar a educação às necessidades individuais

dos alunos. Em ambos os modelos, o aluno é visto como agente ativo de seu aprendizado, não é um receptor passivo de informações (Moreira, 1999).

Em meados da década de 1980, o ensino da Física passou por uma mudança conceitual (Rosa & Rosa, 2005). Os alunos deveriam ser expostos a problemas e instrumentalizados para encontrar o caminho que pode levar à construção do conceito. Nesse período houve a criação de novas leis relativas à estruturação do ensino brasileiro, que guiaram o ensino para um contexto voltado ao desenvolvimento de habilidades e competências. Em especial, a sanção da nova LDB trouxe orientações sobre como deveria ser estruturado o Ensino Médio, tendo como base o domínio de princípios científicos e tecnológicos, entendimento da linguagem e o domínio da Filosofia e Sociologia (Brasil, 1996). Adicionalmente, uma redução da carga horária para o ensino de Física criou a necessidade de decidir o que ensinar, uma tarefa árdua porque a nova LDB não determina especificamente quais assuntos o professor deve apresentar ao aluno, apenas propõe os temas ou eixos temáticos que devem ser abordados e os objetivos de aprendizagem a serem alcançados.

Outro importante documento regulatório foi sancionado nos anos 1990, intitulado Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM; Brasil, 1999). Em linhas gerais, o PCNEM caracteriza o currículo em termos de competências a serem estimuladas, objetivando a formação de discentes participativos, com capacidades de não apenas aprender uma disciplina, mas de compreender que se faz necessário intervir e interagir com a sociedade (Brasil, 2018). O PCNEM tem o objetivo de trazer referências curriculares para as instituições educacionais públicas e particulares e operacionalizar a aplicação da LDB com o auxílio de uma base curricular nacional comum, esse documento traz a composição curricular com as habilidades e as competências a serem alcançadas durante o processo de aprendizagem do aluno que também são parâmetros de avaliação no Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM (Brasil, 2018).

No contexto específico do ensino de Física, o PCNEM propõe uma divisão e direcionamento entre os assuntos a serem abordados em sala de aula com os denominados Temas Estruturadores e as Unidades Temáticas. Esses temas, apresentados no Quadro 1 a seguir, são propostos como possíveis alternativas para a organização das atividades em sala de aula (Brasil, 2018).

### Quadro 1

*Temas Estruturadores e respectivas Unidades Temáticas constantes dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) para o ensino de Física.*

Movimento: variações e conservações	Fenomenologia cotidiana Variação e conservação da quantidade de movimento Energia e potência associadas aos movimentos Equilíbrios e desequilíbrios
Calor: ambiente e uso de energias	Fontes e trocas de calor Tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores O calor na vida e no ambiente Energia: produção para uso social
Som: imagem e informação	Fontes sonoras Formação e detecção de imagens Gravação e reprodução de sons e imagens Transmissão de sons e imagem
Equipamentos elétricos e telecomunicações	Aparelhos elétricos Motores elétricos Geradores Emissores e receptores
Matéria e radiação	Matéria e suas propriedades Radiações e suas interações Energia nuclear e radioatividade Eletrônica e informática
Universo: terra e vida	Terra e sistema solar O Universo e sua origem Compreensão humana do Universo

Posteriormente, foram feitas algumas alterações no PCNEM (Brasil, 2006). Nessa nova versão, deu-se mais ênfase à contextualização nas esferas pessoal, social e cultural e às competências cognitivas definidas como a compreensão do conhecimento e a sua aplicação, a

qual descreve a necessidade de os alunos tornarem-se aptos a realizar tarefas práticas. Tomando por base a Base Nacional Comum Curricular (BNCC; Brasil, 2013), juntamente com o Plano Nacional de Educação (PNE; Brasil, 2014), as Diretrizes do Conselho Nacional de Educação (Brasil, 1998) e as Diretrizes da Base da Educação Nacional (LDB; Brasil, 1996), podemos concluir que o processo de aprendizagem indicado por essas leis requer que os alunos, durante sua formação acadêmica, desenvolvam determinadas habilidades consideradas importantes para a sua vivência em diferentes contextos.

A Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2013) é outro documento que veio definir quais aprendizagens nossos alunos necessitam desenvolver durante a Educação Básica. Esse documento tem o objetivo de assegurar os direitos de aprendizagem em conformidade com as políticas e práticas tanto em âmbito Federal, Estadual e Municipal. Pode-se dizer que a BNCC nos traz um conjunto de aprendizagens ditas como essenciais à formação do cidadão brasileiro, materializadas no desenvolvimento de determinadas competências gerais em âmbito pedagógico. Essas competências são a associação de conhecimentos, de habilidades práticas, cognitivas e socioemocionais, de resolução de problemas complexos do cotidiano, e ainda do exercício da cidadania e do trabalho, sendo estas competências propostas para a Educação Básica para a Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio.

No contexto dessa nova concepção educacional implementada, o ensino de Física está direcionado a desenvolver competências nos alunos, sob uma perspectiva interdisciplinar e tendo seu conteúdo agrupado em eixos distribuídos em três vertentes: 1) representação e comunicação; 2) investigação e compreensão; e 3) contextualização sociocultural (Brasil, 1999).

Entretanto, a despeito do preconizado pela legislação educacional moderna, no contexto do ensino de Física, ainda se observa frequentemente um ensino de viés tradicional, conteudista e desvinculado de significado prático. Em especial, ainda se observa um ensino pautado pelos

conteúdos requeridos nos exames de avaliação do ensino e de admissão no ensino superior, em particular o Enem – Exame Nacional do Ensino Médio (Silva, 2019). O Enem é uma avaliação aplicada desde 1998 a alunos que estão concluindo ou já concluíram o Ensino Médio, criado com o objetivo de avaliar o desempenho de tais alunos. Em 2009, essa avaliação passou a ser usada como forma de ingresso ao ensino superior. Quatro áreas de conhecimento são avaliadas: Linguagens, Códigos e suas tecnologias; Ciências Humanas e suas tecnologias; Ciências da Natureza e suas tecnologias; matemática e suas tecnologias e a confecção de um texto dissertativo-argumentativo (Ministério da Educação, 2024).

Para que se realize plenamente o ideal de educação com capacidade de trazer independência aos alunos, centrada na ação contextualizada do aprendiz, faz-se necessário promover novas práticas educacionais. Em especial, são necessárias mudanças de postura tanto do professor quanto das instituições educacionais, na adoção e na implementação das estratégias e metodologias utilizadas em sala de aula (Brasil, 2018), papel que as metodologias ativas podem desempenhar.

### **Metodologias Ativas de Ensino**

Criar oportunidades para a ação do aprendiz no processo educacional é preocupação central de uma variedade de metodologias de ensino que são agrupadas sob o nome “metodologias ativas” (Lovato et al., 2018), porque representam abordagens de ensino que buscam promover uma participação mais ativa e engajada dos alunos no processo de aprendizagem. O envolvimento ativo dos estudantes pode ocorrer por meio de diversas estratégias, como discussões em grupo, resolução de problemas, projetos práticos e outras atividades que estimulem a reflexão e a aplicação do conteúdo aprendido.

Dentre as metodologias ativas, destacam-se abordagens como a aprendizagem baseada em projetos (ABP), que coloca os estudantes diante de situações do mundo real, desafiando-os a buscar soluções por meio da pesquisa, discussão e colaboração. De acordo com Barrows

(1986), a ABP promove um aprendizado mais profundo, ao mesmo tempo em que desenvolve habilidades de resolução de problemas e trabalho em equipe. A sala de aula invertida (*flipped classroom*) inverte a tradicional dinâmica de aula, transferindo o contato com o conteúdo para fora da sala e reservando o tempo em classe para atividades práticas e discussões. Bergmann e Sams (2012) argumentam que essa abordagem promove a autonomia dos alunos, permitindo que eles absorvam o conteúdo no próprio ritmo e usem o tempo de aula para esclarecer dúvidas e aplicar o conhecimento em contextos significativos.

Além dessas, a Gamificação na Educação é uma estratégia que incorpora elementos de jogos no ambiente de aprendizado, visando motivar os alunos, aumentar o engajamento e promover a aprendizagem ativa. Segundo Deterding et al. (2011), a gamificação utiliza princípios de design de jogos para tornar a educação mais atraente, transformando tarefas educacionais em desafios envolventes e recompensadores, incentivando a participação ativa e a busca pelo conhecimento. Essas metodologias ativas têm sido objeto de diversos estudos e pesquisas que evidenciam seus impactos positivos na promoção da aprendizagem significativa, no desenvolvimento de habilidades socioemocionais e na motivação dos alunos.

No entanto, é importante considerar a implementação cuidadosa e contextualizada dessas abordagens, levando em conta as características específicas dos estudantes e do ambiente educacional (Anderson & Krathwohl, 2001; Bonwell & Eison, 1991; Garrison & Kanuka, 2004; Prince, 2004). A escolha adequada e a integração eficaz dessas metodologias podem contribuir para uma educação mais dinâmica, participativa e alinhada às demandas contemporâneas.

### **Metodologias ativas de viés analítico-comportamental no Brasil**

Há uma variedade de metodologias de ensino informadas pela pesquisa em Análise Experimental do Comportamento (AEC), fundamentadas nas noções entrelaçadas de que toda aprendizagem necessariamente subentende comportamentos e de que a aquisição de comportamentos é moldada por regularidades ambientais. Tais metodologias não parecem ser

muito difundidas na educação básica, provavelmente por causa de desconhecimento e de preconceitos a respeito da visão de mundo e de pessoa da Análise do Comportamento (para uma discussão de aspectos costumeiramente mal compreendidos da abordagem analítico-comportamental, ver Carrara, 1998).

Entretanto, as metodologias de ensino de viés analítico-comportamental são perfeitamente coerentes com os esforços que vêm sendo realizados na educação básica brasileira, tanto no sentido de organizar o ensino com vista ao desenvolvimento de competências e habilidades (Brasil, 2018) como no entendimento de que existe ampla variabilidade de repertório entre os aprendizes, considerando-se que cada organismo é um ser único, produto de sua história filogenética, ontogenética e cultural (Carmo, 2010). Mendes et al. (2021) argumentam que a Análise do Comportamento (AC) se antecipou ao movimento por práticas baseadas em evidências na educação, visto que sempre se dedicou a desenvolver tecnologias de ensino fundamentadas em princípios comportamentais descobertos na pesquisa experimental e com eficiência e eficácia também verificadas experimentalmente.

Numa perspectiva analítico-comportamental, a aprendizagem é compreendida como mudanças ocorridas no comportamento decorrentes do ensino (Kubo & Botomé, 2001). O viés comportamental no planejamento de condições de ensino implica em necessariamente se definir aprendizagem em termos de modificações comportamentais verificáveis. Na mesma perspectiva, uma tecnologia de ensino pode ser compreendida como o produto da construção e da verificação de instrumentos voltados para o ensino (Huang, 2019), que se caracterizam pelas ações do professor direcionadas para a organização de contingências ambientais relevantes para se obter os desempenhos comportamentais especificados. Visto desta forma, o que se obtém como resultado do ensino são as mudanças no comportamento dos alunos, que podem ocorrer no aspecto afetivo, social e intelectual.

Segundo Botomé (2001) e Skinner (1953/1998), a aprendizagem de comportamentos advém da interação entre os estímulos antecedentes (contexto), as respostas apresentadas pelo indivíduo e os estímulos consequentes (mudanças no contexto) (Bordignon-Luiz & Botomé, 2017), de tal forma que esses comportamentos advêm de uma relação direta das experiências vivenciadas no ambiente em que cada aluno é parte integrante.

O braço aplicado da Análise do Comportamento voltado para a educação formal começou com Skinner, em 1968, fazendo o uso das máquinas de ensinar e da instrução programada (Teixeira, 2004). A instrução programada tinha como base um material segmentado, sequenciado, com atividades ao final de cada etapa, não necessitando da intervenção direta do professor e podendo ser aplicado e reaplicado (Skinner, 1968/2003). Nesta obra, Skinner detalhou os aspectos relevantes desta programação: 1) reforço imediato do comportamento certo; 2) progressão do conteúdo em pequenas etapas e no ritmo do aluno; 3) pontuação dos erros mais comuns entre os estudantes, possibilitando a realização de mudanças no material utilizado (Kienen, 2013).

Dito de outra forma, a instrução programada considera as condições ambientais de ensino no processo de estabelecimento e manutenção das respostas apresentadas pelos alunos, levando em consideração o ritmo de cada um, e dividindo o conteúdo em módulos de menor complexidade (Matos, 2001; Skinner, 1968/2003). É importante que as consequências que estabelecem e mantêm os comportamentos relevantes indicativos dos objetivos do ensino sejam imediatas aos comportamentos apresentados pelo estudante e, de preferência, naturais; isto é, não arbitrárias (De Luca, 2013). É importante que o desempenho dos alunos venha a ficar sob controle dos resultados naturais do agir correto, porque pesquisas indicam que consequências naturais aumentam as chances de eficácia do programa empregado em sala de aula (Matos, 2001; Skinner, 1968/2003).

Segundo Matos (1998), a instrução programada ganhou repercussões em vários países e diversas releituras de sua aplicação (Bordignon-Luiz & Botomé, 2017; Kubo & Botomé, 2001). No Brasil, a propagação da instrução programada iniciou-se com a vinda de Fred S. Keller em 1960 à Universidade de São Paulo – USP (Kienen, 2013). Após a visita de Keller ao Brasil, os professores Carolina Martuscelli Bori e Rodolfo Azzi realizaram estudos direcionados para a criação de um método de ensino no qual o aluno era o foco (Kubo & Botomé, 2001) e no qual a aprendizagem pudesse ocorrer pela atuação do aluno, em pequenas etapas e levando-se em consideração os comportamentos do aluno, não para a obtenção de uma nota, mas envolvendo *feedbacks* entre o professor e o aluno para gerar conhecimento.

Essas características resultaram em um aperfeiçoamento das técnicas previamente empregadas, em um método que ficou conhecido como Sistema de Ensino Personalizado - PSI, do inglês Personalized System of Instruction (Keller, 1968) (Bori, 1974; Cortegoso & Coser, 2011; Kubo & Botomé, 2001). Nas perspectivas acima apresentadas, a aprendizagem exige que o responsável pelo planejamento do ensino tenha a plena consciência de quais comportamentos o aluno precisa adquirir com a utilização do material criado (Cianca et al., 2020). A definição de tais comportamentos tem como base as necessidades do aluno, tendo em vista os problemas que os alunos precisarão saber resolver ao final da programação de ensino aplicada. Feita esta delimitação, o próximo passo está ligado a como ensinar, o que implica em estruturar as condições ambientais que guiarão o processo de aprendizagem (Kienen et al., 2013).

Por meio dos trabalhos de Carolina Bori, outras pesquisas foram criadas e difundidas, examinando variados procedimentos e conceitos e novas aplicações e testes de condições de ensino no Brasil (Nale, 1998). Uma delas foi a criação da Programação de Condições para Desenvolvimento de Comportamentos (PCDC), que consiste em criar contingências para a aprendizagem de comportamentos. A PCDC possui várias etapas (ver Quadro 2), sendo fundamental a etapa da elaboração das classes de respostas cuja demonstração atesta o alcance

dos objetivos de aprendizagem. Essas classes de respostas, denominadas comportamentos-objetivo, são delimitadas de acordo com a situação-problema. Seguem-se etapas interdependentes de aplicação, de avaliação e de aperfeiçoamento da PCDC (Botomé & Kubo, 2002; Kubo & Botomé, 2001).

Um fator central na PCDC é a decomposição dos comportamentos objetivos terminais (COT) em comportamentos-objetivo intermediários (COI). Esse procedimento ocorre por meio de perguntas feitas frente aos COT almejados pela PCDC. O que se deve ter em mente é: O que esse aluno precisa saber fazer para atingir os comportamentos terminais. As respostas apresentadas são os comportamentos intermediários; assim é possível enumerar os comportamentos intermediários até o menor grau identificando ações que direcionam aos COT (Botomé, 1996). A seguir, são apresentadas as etapas de uma PCDC.

**Quadro 2***Etapas da Programação de Condições de Desenvolvimento de Comportamento*

Etapas	Tarefa
1. Identificação	Definir as situações-problema; Propor os comportamentos objetivos; Analisar os comportamentos objetivos terminais intermediários
2. Elaboração	Sequenciar os comportamentos objetivos intermediários a serem ensinados; Definir as unidades de aprendizagem a serem utilizadas; Definir as modalidades de ensino; Definir as condições de ensino para os comportamentos-objetivo.
3. Aplicação	Aplicar a PCDC aos alunos, colocando em prática as condições elaboradas para que os alunos desenvolvam os comportamentos-objetivo.
4. Avaliação	Avaliar o quanto a programação conseguiu atingir os objetivos planejados, avaliando-se a aprendizagem e o processo de ensino.
5. Aperfeiçoamento	Propor melhorias e modificações ao programa tendo por base os resultados coletados na etapa da avaliação

*Nota.* Fonte: Kienen (2013).

## **Metodologias ativas aplicadas para o ensino de Física no Brasil**

A PCDC vem sendo empregada e refinada na caracterização de comportamentos-objetivo pertinentes a diversos contextos educacionais, como por exemplo: no ensino de Biologia a alunos de Graduação em Psicologia (Nale, 1974); na formação de profissionais de enfermagem (Stédile, 1996); na atuação de terapeutas comportamentais (Mattana, 2004; Moskorz, 2011); em pesquisas sobre ensino personalizado (Botomé et al.; 2012; Todorov et al., 2009). Todavia, não foram encontrados trabalhos aplicando os preceitos da PCDC especificamente ao ensino de Física. Assim, destacamos a seguir alguns trabalhos que aplicaram princípios analíticos-comportamentais à programação de ensino de Física, ainda que não sistematizados nos termos da PCDC.

Alves et al. (2011) avaliaram uma metodologia baseada no Sistema Personalizado de Instrução (PSI, do inglês *Personalized System of Instruction*) (Keller, 1968), aplicada em um curso introdutório de eletromagnetismo a alunos do curso de Física da Universidade Federal do Pará. Neste trabalho, o PSI foi aplicado com seus aspectos usuais como uma ação mais ativa do aluno, levando em consideração um ritmo individualizado de aprendizagem, e com avaliações e feedback sistematizados. Além desses aspectos usuais, sofreu algumas modificações ao ser implementado, especificamente: 1) provimento de avaliações semanais, 2) manutenção parcial de aulas expositivas e 3) correções das avaliações e provisão de feedback feitas pelo professor. O programa de ensino foi direcionado à aplicação da análise vetorial e dos cálculos da teoria eletromagnética à resolução de problemas, organizada em quatro etapas, subdivididas em 12 passos.

Casagrande (2018) realizou uma investigação experimental sobre o impacto da utilização do Ensino Híbrido (integração entre ensino presencial e on-line) a 37 estudantes do 2º ano do Ensino Médio Técnico em Informática Integrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP – campus Jacareí, na disciplina de Física. Essa experimentação

teve o objetivo de avaliar se essa integração entre o ensino presencial e o on-line traria aos estudantes mais motivação e autonomia ao ser ofertado de forma personalizada. Na pesquisa, foi criado um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), com diversificadas atividades na plataforma Moodle. Para obter parâmetros de avaliação fez-se a comparação das notas dos estudantes do 1º bimestre do ano letivo de 2018, com os obtidos quando submetidos à metodologia tradicional e do 1º bimestre do ano anterior (2017). Utilizou-se os testes t-student e coeficiente de Pearson para pontuar os resultados da utilização da metodologia do ensino híbrido. Do total de 37 alunos, 16 interagiram com as atividades que não eram obrigatórias, tendo ao final uma média maior do que 8 e grau de motivação maior que 11, foi possível também constatar que todos os 37 alunos tiveram uma média final maior que 6.

### **O conceito de Aceleração da Física como objeto de uma Programação de Condições para Desenvolvimento de Comportamentos**

O conceito de aceleração foi o ponto de partida para o exercício de programação de condições de desenvolvimento de comportamentos que constitui o presente trabalho. A aceleração é um conceito fundamental na Física que descreve a taxa de variação da velocidade de um objeto em relação ao tempo. Em termos simples, a aceleração mede a rapidez com que um objeto está mudando sua velocidade, seja aumentando ou diminuindo, sendo uma grandeza vetorial (Halliday et al., 2013).

O conceito é abordado no primeiro tema estruturador (Movimento: variações e conservações) apresentado nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM).

Os fundamentos da aceleração estão enraizados na segunda lei do movimento de Newton, segundo a qual quanto maior a força aplicada a um objeto, maior será a sua aceleração, e quanto maior a massa do objeto, menor será a aceleração para a mesma força aplicada. Essa relação é expressa pela fórmula  $F = m \cdot a$ , onde  $F$  é a força líquida,  $m$  é a massa do objeto e  $a$  é a aceleração

resultante. A compreensão da aceleração é essencial para a análise de movimentos, a descrição de padrões de movimento em sistemas físicos e a resolução de problemas em diversas áreas da física. Essa teoria é fundamentada em trabalhos de cientistas como Isaac Newton, cujas contribuições revolucionaram a compreensão do movimento e estabeleceram as bases da mecânica clássica (Halliday et al., 2013).

O conceito de aceleração é pré-requisito para compreensão de outros conceitos e fenômenos, não tem sido ensinado de forma tão eficaz, mas sua aprendizagem não é trivial, pois se alicerça em outros conceitos abstratos tais como espaço, velocidade e tempo e a relação que ocorre entre eles. Uma má compreensão dessa constelação de conceitos, nas etapas iniciais da aprendizagem de Física, pode acarretar dificuldades no aprendizado de forma geral no ensino da Física. O presente trabalho aposta na premissa de que a compreensão da aceleração e outros conceitos abstratos pode ser facilitada pelo ensino focado nas ações práticas que demonstram as relações entre grandezas que definem os conceitos.

Como vimos, as propostas metodológicas da Análise do Comportamento para o ensino são naturalmente congruentes com a perspectiva de ensino por competências, por serem necessariamente focadas na definição objetiva de quais desempenhos os alunos precisam demonstrar para alcançarem um objetivo de aprendizagem. Assim, a caracterização de situações-problema que demandam a aplicação do conceito de aceleração e a definição dos comportamentos-objetivo correspondentes, deve ser o ponto de partida para informar o planejamento das condições de ensino favoráveis à aprendizagem das ações que efetivamente demonstram a “compreensão” do conceito de aceleração.

O objetivo do presente trabalho foi elaborar uma programação de ensino para o conceito de aceleração da Física a alunos do 1º ano do Ensino Médio, como uma tecnologia de ensino ativa baseada no modelo de Programação de Condições de Desenvolvimento de Comportamento (PCDC), que possui as cinco etapas, descritas no Quadro 2 deste trabalho. O

presente trabalho, entretanto, se concentrou nas duas primeiras etapas, Identificação e Elaboração, fundamentais para embasar um plano de ensino.

### **Método**

Para guiar a elaboração da programação de ensino, o presente trabalho seguiu a cadeia de procedimentos sistematizada por Kienen et al. (2021), com cinco etapas, conforme apresentado no Quadro 2, sendo as duas primeiras etapas relevantes para a consecução dos objetivos deste estudo: 1) Identificação: que objetiva caracterizar as situações-problema, propor os comportamentos objetivo-terminais e os comportamentos objetivos intermediários e 2) Elaboração: em que são propostas as condições de ensino propícias para o desenvolvimento dos comportamentos-objetivo formulados na etapa anterior.

#### **Etapa 1: Identificação**

##### **Caracterização das situações-problema**

Para a caracterização das situações-problema relativas ao conceito de aceleração e à proposição dos comportamentos-objetivo, partiu-se de questões de Física apresentadas nas provas do ENEM no intervalo de 10 anos de 2013 a 2023 que abordaram o conceito de aceleração diretamente, quando a questão tinha como alvo a resolução de um problema sobre aceleração, ou indiretamente, quando a utilização da aceleração era apenas parte da resolução do problema maior proposto. Durante esse período, nove questões se enquadram nos critérios delimitadores do presente trabalho (Ver Anexo). Nos anos de 2013 até 2016, não houve questões sobre aceleração; em 2016, houve uma questão; em 2017, foram duas; nos anos 2018 e 2019, nenhuma questão sobre aceleração foi apresentada; nos anos de 2020 até 2023 foram apresentadas questões de aceleração, sendo três questões em 2023.

Para resolver uma questão complexa de Física, o aluno deve ser capaz de identificar e resolver vários problemas menores, cujas soluções compõem cumulativamente a solução da questão. A análise das questões buscou identificar estes subproblemas implícitos na formulação

da questão. A partir da análise das questões envolvendo o conceito de aceleração, observou-se a recorrência dos seguintes tópicos de Física, na área da Mecânica: Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), incluindo o caso especial de Lançamento Vertical, que pertencem à subárea da Cinemática, e a segunda lei de Newton, que pertence à subárea da Dinâmica. Extrapolando das questões particulares para os tópicos gerais, partiu-se para a identificação de situações-problemas, buscando-se descrever o maior número possível de situações-problemas sobre aceleração que se espera que os aprendizes encontrem durante a sua formação.

### **Proposição dos Comportamentos Objetivo Terminais e Intermediários**

Um comportamento-objetivo terminal corresponde à ação que resulta na solução de uma situação-problema e fornece critérios tangíveis para avaliação da aprendizagem, facilitando o planejamento, a execução e a mensuração de intervenções pedagógicas (Fonseca, 2017). Já os denominados intermediários são comportamentos que o indivíduo deve ser capaz de apresentar para alcançar o comportamento-objetivo terminal (Alberto & Troutman, 2013; Skinner, 1954).

Com base na caracterização das situações-problema propostas a partir dos assuntos de Física elencados anteriormente, foram descritos de forma detalhada os comportamentos-objetivo terminais adequados à resolução de cada situação-problema. Os comportamentos-objetivo terminais foram contextualizados funcionalmente nos moldes de contingências de três termos, a saber: a estimulação antecedente, o comportamento apropriado e a consequência resultante dele, conforme apresentado nos resultados na Tabela 1. Após a formulação dos comportamentos-objetivo terminais, procedemos à decomposição para identificar os comportamentos-objetivo intermediários.

Nesta decomposição, nós tratamos os comportamentos-objetivo terminais como membros finais de uma cadeia de resolução da situação-problema correspondente e realizamos um exame retrospectivo dos comportamentos necessários para alcançar o comportamento terminal. Esta

análise permitiu identificar três classes de comportamentos pré-requisito: comportamentos intermediários da cadeia comportamental de resolução de cada situação-problema; comportamentos pré-requisito para o reconhecimento das situações-problema; e comportamentos pré-requisito para ingresso no programa de ensino.

A partir daqui, denominaremos comportamentos intermediários apenas aqueles que compõem a cadeia para a resolução de cada situação problema e são comportamentos processuais. Os comportamentos pré-requisito foram divididos em pré-requisitos extraprograma, ou seja, aqueles que o aluno deve ter no seu repertório antes da exposição a este programa de ensino e que podem ser tanto conceituais como processuais, e os pré-requisitos intraprograma, os quais se pretende desenvolver com a eventual aplicação da programação proposta, e são a base para o reconhecimento das situações-problema e sua subsequente resolução. Para esta CDC tais pré-requisitos foram classificados como conceituais.

Os comportamentos intermediários e os pré-requisitos (extra e intraprograma), considerados conceituais, são as respostas declarativas envolvidas na definição dada a um fenômeno, uma situação ou uma explicação clara da situação estudada, como por exemplo, as definições de aceleração, velocidade, espaço, tempo etc. Os comportamentos processuais são as ações emitidas pelos alunos na resolução das situação-problema identificadas como, por exemplo, a realização das operações algébricas, a manipulação das equações e seus valores, a realização das substituições de valores etc.

Os comportamentos pré-requisitos intraprograma e os intermediários de ambos os tipos definidos são objeto da presente PCDC e serão apresentados de forma pormenorizada nos resultados. Já os pré-requisitos extraprograma serão apenas listados.

## **Etapa 2: Elaboração**

Após concluída a etapa prévia, avançou-se para as subetapas da segunda etapa da PCDC, relativa à elaboração da programação de ensino, especificamente, 1) a definição da

sequência de ensino dos comportamentos, 2) a definição das unidades de aprendizagem, 3) a definição da modalidade de ensino e 4) a definição das condições de ensino.

### **Definição da Sequência de Ensino dos Comportamentos**

Este procedimento envolveu uma ordenação das necessidades de aprendizagem, criando-se uma sequência lógica da precedência dos comportamentos pré-requisito, com o objetivo de favorecer a aquisição gradual e progressiva das habilidades pelos alunos. A sequência de ensino deve permitir avaliações precisas do progresso do aluno e assim facilitar intervenções pedagógicas direcionadas quando necessário. Segundo Kienen et al. (2021), a sequenciação pode ter como base diversos critérios: 1) do geral para o específico, 2) por sequência de interesse, 3) por sequência lógica de ensino, 4) por hierarquia de um conjunto de habilidades, 5) por frequência do fenômeno a ser ensinado ou 6) pela simplicidade em aprender. Para a escolha de qualquer um desses critérios, deve se levar em consideração qual deles preenche de forma satisfatória o caminho existente entre as situações-problema identificadas e os comportamentos-objetivo propostos na decomposição, de modo que ao se escolher um critério é importante ter em mente que aquele comportamento é necessário porque cria as condições ambientais para que o comportamento subsequente possa ser desempenhado. Ou seja, o desenvolvimento daquele comportamento é necessário para que outros comportamentos-objetivo sejam alcançados, ainda que não seja necessariamente suficiente.

### **Definição das Unidades de Aprendizagem**

A definição das unidades de aprendizagem em uma PCDC é a etapa na qual é feita a estruturação do material e das tarefas a serem apresentadas aos alunos. Nesta etapa, são projetadas e estrategicamente organizadas as atividades, as lições, a escolha de quais recursos didáticos devem ser utilizados como ainda quais condições de funcionamento devem estarem presentes para promover a aquisição progressiva de habilidades pré-requisito pelos alunos.

Cooper et al. (2020) fornecem diretrizes detalhadas sobre como estruturar e implementar unidades de ensino em programas comportamentais, destacando a importância da individualização e da avaliação contínua para otimizar os resultados de ensino. As unidades de aprendizagem devem ser flexíveis o suficiente para permitir adaptações dos materiais e atividades às especificidades de cada aluno. Entretanto, estas unidades de ensino devem estar coerentes com a sequenciação escolhida na sub-etapa anterior.

### **Definição da Modalidade de Ensino**

A modalidade de ensino refere-se ao formato ou estilo para estabelecer o repertório de comportamentos planejados na programação. Existem várias modalidades de ensino, cada uma com características e métodos próprios. Kienen et al. (2021) propõem diferentes modalidades de ensino como: cursos, oficinas, programa individualizado nos moldes do PSI, estudos de caso, aulas expositivas, aprendizagem cooperativa ou ainda abordagens mais interativas, como aprendizagem baseada em problemas ou simulações.

Autores como Alberto e Troutman (2013) destacam a importância de se optar por modalidades que estejam de acordo com as características dos alunos, promovendo assim a eficácia da aprendizagem. A modalidade de ensino mais adequada pode variar dependendo do contexto, dos objetivos de aprendizado e das preferências dos alunos e professores. É também muito importante considerar o acesso dos alunos a essa modalidade, o tempo e os recursos disponíveis para a implementação da modalidade.

Assim, a modalidade de ensino está baseada em uma metodologia composta por fatores que enfatizam o aprendizado através da observação e imitação de comportamentos com gradual desvanecimento dos modelos apresentados, como também pelo uso de reforços para promover a aquisição de novas habilidades.

### **Definição das Condições de Ensino**

As condições de ensino, no contexto de uma metodologia comportamental, referem-se ao conjunto de variáveis ambientais, como modelos, problemas e instruções que tornam os comportamentos-objetivo mais prováveis, inicialmente com ajuda e gradual desvanecimento dessas ajudas, para ao final o comportamento objetivo tornar-se mais provável sem ajuda. Seguindo os princípios da teoria comportamental, proposta por Skinner (1954), as condições de ensino são concebidas como arranjos ambientais que tornam os comportamentos adequados mais prováveis e nos quais deve-se reforçar esses comportamentos quando ocorrem. Em termos práticos, são os modos como serão concretizadas as contingências de aprendizagem formuladas na Etapa 1. Estas condições incluem aspectos físicos e sociais do ambiente educacional, como a disposição da sala de aula, a qualidade das interações entre professor e aluno, e devem prever, essencialmente, a aplicação consistente de reforços positivos para tornar mais prováveis os comportamentos desejados, que são os objetivos de ensino (Skinner, 1954). Condições de ensino bem delineadas, que consideram a aplicação consistente de reforço positivo e a manipulação adequada de estímulos, têm o potencial de tornar mais prováveis comportamentos desejados em um ambiente eficaz de aprendizagem.

Nesta etapa, são definidas as atividades e materiais necessários para que o estudante emita cada comportamento, como também são definidas as consequências para o desempenho dos alunos. Por princípio optaremos pela utilização de feedback imediato para respostas ativas e testes de desempenho periódicos como componentes necessários das condições de ensino. Segundo Skinner (1954), a aprendizagem é otimizada quando os alunos recebem feedback imediato sobre suas ações, selecionando-se os comportamentos corretos.

## **Resultados**

### **Etapa 1. Identificação**

A análise das questões do ENEM consistiu em identificar os vários subproblemas que o aluno deve ser capaz de solucionar para construir adequadamente a resposta às questões.

Desta análise, foram extraídas sete situações-problema relativas ao Movimento Retilíneo Uniforme, vinte e duas relações, sendo treze do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado e nove ao Lançamento Vertical, três relativas à segunda Lei de Newton. Estas situações-problema foram ponto de partida para a proposição de comportamentos-objetivo que deveriam necessariamente ser alvo de uma programação de condições ensino propícias para a compreensão do conceito de Aceleração.

A Tabela 1 traz a conjunção das situações-problemas, dos comportamentos-objetivo terminais e as suas respectivas consequências, nos moldes da contingência de três termos (situação – comportamento – consequência), que define o comportamento operante.

**Tabela 1**

*Caracterização das Situações-Problema, Comportamentos Terminais e Consequências*

<b>Movimento Retilíneo Uniforme – MRU</b>		
<b>Situação-Problema</b>	<b>Comportamentos Terminais</b>	<b>Consequência</b>
Encontrar a velocidade média ( $v_m$ ) do MRU, tendo como base os valores de ( $\Delta s$ ) e ( $\Delta t$ )	Escolher a equação $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ ; substituir os valores e resolver a equação.	Encontrar a velocidade média do móvel durante o movimento.
Encontrar a distância percorrida ( $\Delta s$ ) pelo móvel durante o MRU, tendo como base os valores de ( $v_m$ ) e ( $\Delta t$ )	Escolher a equação $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ ; substituir os valores, manipular a fórmula para $\Delta s = v_m \cdot \Delta t$ e resolver a equação*.	Encontrar a distância percorrida pelo móvel durante a realização do MRU.
Encontrar o intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) utilizado durante o MRU, tendo como base os valores de ( $\Delta s$ ) e ( $v_m$ )	Escolher a equação $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ ; substituir os valores, manipular a fórmula para $\Delta t = \frac{\Delta s}{v_m}$ e resolver a equação*.	Encontrar o tempo que o móvel leva para realizar o movimento.
Encontrar a posição final do móvel ( $s_f$ ) após determinado tempo em MRU, tendo como base os valores de ( $s_0$ ), ( $v_0$ ) e ( $t$ )	Escolher a equação $s_f = s_0 + v_0 \cdot t$ , substituir os valores e resolver a equação.	Encontrar a posição ( $s_t$ ) do objeto durante a realização do MRU.
Encontrar a posição inicial ( $s_0$ ) do objeto durante determinado tempo no MRU, tendo como base os valores de ( $s_f$ ), ( $v_0$ ) e ( $t$ )	Escolher a equação $s_f = s_0 + v_0 \cdot t$ , substituir os valores, manipular a fórmula para $s_0 = s_f - (v_0 \cdot t)$ e resolver a equação*.	Encontrar a posição ( $s_0$ ) do objeto durante a realização do MRU.
Encontrar o tempo ( $t$ ) em determinada posição do MRU, tendo como base os valores de ( $s_f$ ), ( $s_0$ ), e ( $v_0$ )	Escolher a equação $s_f = s_0 + v_0 \cdot t$ ; substituir os valores, manipular a fórmula para $t = \frac{s_f - s_0}{v_0}$ e resolver a equação*.	Encontrar o tempo que o móvel leva para alcançar determinada posição no MRU.
Encontrar a velocidade inicial ( $v_0$ ) do MRU, tendo como base os valores de ( $s_f$ ), ( $s_0$ ), e ( $t$ )	Escolher a equação $s_f = s_0 + v_0 \cdot t$ ; substituir os valores, manipular a fórmula para $v_0 = \frac{s_f - s_0}{t}$ e resolver a equação*.	Encontrar a velocidade inicial do móvel.

<b>Movimento Retilíneo Uniforme Variado – MRUV</b>		
<b>Situação-Problema</b>	<b>Comportamento</b>	<b>Consequência</b>
Encontrar a posição ( $S_f$ ), tendo como base os valores de ( $s_0$ ), ( $v_0$ ), ( $a$ ) e ( $t$ )	Escolher a equação $S_f = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$ , substituir os valores e resolver a equação.	Encontrar distância percorrida pelo móvel durante a realização do MRUV.
Encontrar a posição inicial ( $S_0$ ) do móvel, tendo como base os valores de ( $s_f$ ), ( $v_0$ ), ( $a$ ) e ( $t$ )	Escolher a equação $S_f = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$ , substituir os valores, manipular a fórmula para $S_0 = s_f - (v_0 \cdot t) + \frac{at^2}{2}$ e resolver a equação*.	Ter a posição inicial do móvel.
Encontrar a velocidade inicial ( $v_0$ ) do móvel, tendo como base os valores de ( $s_f$ ), ( $s_0$ ), ( $a$ ) e ( $t$ )	Escolher a equação $S_f = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$ , substituir os valores, manipular a fórmula para $v_0 \cdot t = s_t - s_0 - \frac{at^2}{2}$ e resolver a equação*.	Encontrar velocidade inicial do móvel.
Encontrar o tempo ( $t$ ) do móvel, tendo como base os valores de ( $s_f$ ), ( $s_0$ ), ( $v_0$ ) e ( $a$ )	Escolher a equação $S_f = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$ , substituir os valores, manipular a fórmula para $s_f - s_0 = \frac{at^2}{2} + v_0 \cdot t$ e resolver a equação*.	Encontrar tempo que o móvel leva para realizar o MRUV.
Encontrar a aceleração ( $a$ ) do móvel, tendo como base os valores de ( $s_f$ ), ( $s_0$ ), ( $v_0$ ) e ( $t$ )	Escolher a equação $S_f = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$ , substituir os valores, manipular a fórmula para $\frac{at^2}{2} = s_f - s_0 - v_0 \cdot t$ e resolver a equação*.	Encontrar a aceleração do móvel durante realização do MRUV.
Encontrar a velocidade ( $v_f$ ), tendo como base os valores de ( $v_0$ ), ( $a$ ) e ( $t$ )	Escolher a equação $v_f = v_0 + a \cdot t$ ; substituir os valores e resolver a equação.	Encontrar a velocidade final do móvel
Encontrar a velocidade inicial ( $v_0$ ) do objeto, tendo como base os valores de ( $v_f$ ), ( $a$ ) e ( $t$ )	Escolher a equação $v_f = v_0 + a \cdot t$ ; substituir os valores, manipular a fórmula para $v_0 = v_f - a \cdot t$ e resolver a equação*.	Encontrar a velocidade inicial do móvel

Encontrar a aceleração ( $a$ ) do móvel, tendo como base os valores de ( $v_f$ ), ( $v_0$ ) e ( $t$ )	Escolher a equação $v_f = v_0 + a \cdot t$ ; substituir os valores, manipular a fórmula para $a = \frac{v_f - v_0}{t}$ e resolver a equação*.	Encontrar a aceleração que o móvel adquiri durante o MRUV
Encontrar a aceleração ( $t$ ) do móvel, tendo como base os valores de ( $v_t$ ), ( $v_0$ ) e ( $a$ )	Escolher a equação $v_f = v_0 + a \cdot t$ ; substituir os valores, manipular a fórmula para $t = \frac{v_f - v_0}{a}$ e resolver a equação*.	Encontrar o tempo que o móvel teve durante o MRUV
Encontrar a velocidade final ( $v$ ) do móvel, tendo como base os valores de ( $v_0$ ), ( $a$ ) e ( $\Delta s$ )	Escolher a equação $v^2 = v_0^2 + 2a \cdot \Delta s$ ; substituir os valores, manipular a fórmula e resolver a equação.	Encontrar a velocidade final do móvel teve no MRUV
Encontrar a velocidade inicial ( $v_0$ ) do móvel, tendo como base os valores de ( $v$ ), ( $a$ ) e ( $\Delta s$ )	Escolher a equação $v^2 = v_0^2 + 2a \cdot \Delta s$ ; substituir os valores, manipular a fórmula para $v_0 = \sqrt{v^2 - 2a \cdot \Delta s}$ , e resolver a equação*.	Encontrar a velocidade inicial do móvel
Encontrar distância percorrida ( $\Delta s$ ) do móvel, tendo como base os valores de ( $v_0$ ), ( $v$ ) e ( $\Delta s$ )	Escolher a equação $v^2 = v_0^2 + 2a \cdot \Delta s$ ; substituir os valores, manipular a fórmula para $\Delta s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$ , e resolver a equação*.	Encontrar a distância percorrida pelo móvel durante o MRUV
Encontrar a aceleração ( $a$ ) do móvel, tendo como base os valores de ( $v$ ), ( $v_0$ ) e ( $\Delta s$ )	Escolher a equação $v^2 = v_0^2 + 2a \cdot \Delta s$ ; substituir os valores, manipular a fórmula para $2a = \frac{v^2 - v_0^2}{\Delta s}$ e resolver a equação*.	Encontrar a aceleração que o móvel teve no MRUV
<b>Lançamento Vertical</b>		
<b>Situação-Problema</b>	<b>Comportamento</b>	<b>Consequência</b>
Encontrar a altura máxima ( $h_{max}$ ) atingida pelo objeto durante o lançamento vertical, tendo como base os valores de ( $h_0$ ), ( $v_0$ ), ( $g$ ) e ( $t$ )	Escolher a equação $h_{max} = h_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}$ ; substituir os valores e resolver a equação.	Encontrar a altura máxima que o objeto alcançou durante o lançamento.

Encontrar a altura inicial ( $h_0$ ) do objeto, tendo como base os valores de ( $h_{max}$ ), ( $v_0$ ), ( $g$ ) e ( $t$ )	Escolher a equação $h_{max} = h_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}$ ; substituir os valores; manipular a fórmula para $h_0 = h_{max} - v_0 t - \frac{gt^2}{2}$ e resolver a equação*.	Encontrar a altura inicial de onde o objeto foi lançado.
Encontrar a aceleração ( $g$ ) atingida pelo objeto durante o lançamento vertical, tendo como base os valores de ( $h_{max}$ ), ( $h_0$ ), ( $v_0$ ) e ( $g$ )	Escolher a equação $h_{max} = h_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}$ ; substituir os valores, manipular a fórmula para $\frac{gt^2}{2} = h_{max} - h_0 - v_0 t$ e resolver a equação*.	Encontrar a aceleração adquirida pelo objeto durante o lançamento.
Encontrar o tempo ( $t$ ) que o objeto leva para alcançar a altura máxima, tendo como base os valores de ( $h_{max}$ ), ( $v_0$ ), ( $g$ ) e ( $h_0$ )	Escolher a equação $h_{max} = h_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}$ ; substituir os valores, manipular a fórmula para $\frac{gt^2}{2} + v_0 \cdot t + h_0 - h_{max} = 0$ e resolver a equação*.	Encontrar o tempo que o objeto levou para realizar o lançamento.
Encontrar a velocidade inicial ( $v_0$ ) que o objeto possui a ser lançado, tendo como base os valores de ( $h_{max}$ ), ( $g$ ), ( $t$ ) e ( $h_0$ )	Escolher a equação $h_{max} = h_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}$ ; substituir os valores; manipular a fórmula para $v_0 \cdot t = h_{max} - h_0 - \frac{gt^2}{2}$ e resolver a equação*.	Encontrar a velocidade inicial do objeto.
Encontrar a velocidade final ( $v_f$ ) do objeto do lançamento, tendo como base os valores de ( $v_0$ ), ( $g$ ) e ( $t$ )	Escolher a equação $v_f = v_0 + gt$ ; substituir os valores e resolver a equação.	Encontrar a velocidade final do objeto do lançamento.
Encontrar a velocidade inicial ( $v_0$ ) do objeto, tendo como base os valores de ( $v_f$ ), ( $g$ ) e ( $t$ )	Escolher a equação $v_f = v_0 + gt$ ; substituir os valores; manipular a fórmula para $v_0 = v_f - gt$ e resolver a equação*.	Encontrar a velocidade inicial do objeto.
Encontrar a aceleração ( $g$ ) do objeto, tendo como base os valores de ( $v_f$ ), ( $v_0$ ) e ( $t$ )	Escolher a equação $v_f = v_0 + gt$ ; substituir os valores, manipular a fórmula para $g = \frac{v_f - v_0}{t}$ e resolver a equação*.	Encontrar a aceleração da gravidade do objeto durante o lançamento.
Encontrar o tempo ( $t$ ) que o objeto leva para subir, tendo como base os valores de ( $v_0$ ), ( $g$ ) e ( $v_f$ )	Escolher a equação $v_f = v_0 \pm gt$ ; substituir os valores, manipular a fórmula para $t = \frac{v_f - v_0}{g}$ e resolver a equação*.	Encontrar o tempo que o objeto levou para realizar o lançamento.

<b>Segunda lei de Newton</b>		
<b>Situação-Problema</b>	<b>Comportamento</b>	<b>Consequência</b>
Encontrar a força ( <b>F</b> ) aplicada ao objeto, tendo como base os valores de ( <b>m</b> ) e ( <b>a</b> )	Escolher a equação $F = m \cdot a$ ; substituir os valores e resolver a equação.	Encontrar a força aplicada no objeto.
Encontrar a massa ( <b>m</b> ) do objeto, tendo como base os valores de ( <b>F</b> ) e ( <b>a</b> )	Escolher a equação $F = m \cdot a$ ; substituir os valores; manipular a fórmula para $m = \frac{F}{a}$ e resolver a equação*.	Encontrar a massa que o objeto possui.
Encontrar aceleração ( <b>a</b> ) aplicada no objetivo, tendo como base os valores de ( <b>F</b> ) e ( <b>m</b> )	Escolher a equação $F = m \cdot a$ ; substituir os valores; manipular a fórmula para $a = \frac{F}{m}$ e resolver a equação*.	Encontrar a aceleração que o objeto adquire.

*\* para cada classe de comportamento apresentado, tem-se uma variação na ordem de emissão, podendo se apresentar: substituir os valores; manipular a fórmula e resolver a questão ou ainda manipular a fórmula; substituir os valores e resolver a equação.*

Como mencionado anteriormente, durante o processo de decomposição realizado na Etapa 1, observou-se a existência de três classes de comportamentos pré-requisito. Denominou-se aqui de comportamentos-objetivo intermediários os pré-requisitos que compõem a cadeia comportamental de resolução que interliga a identificação da situação-problema e o comportamento objetivo terminal. Os pré-requisitos intraprograma são comportamentos que capacitam o aluno a formular e reconhecer as situações-problemas propostas e os pré-requisitos extraprograma são os comportamentos necessários para os alunos poderem ingressar no programa de ensino.

A Tabela 2 apresenta a caracterização dos comportamentos-objetivo terminais com seus respectivos comportamentos intermediários. No que concerne ao Movimento Retilíneo Uniforme e ao Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, cada um dos comportamentos-objetivo terminais foi desmembrado em sete comportamentos intermediários processuais, que diferem em alguns aspectos, com relação à aceleração, a variação da velocidade, o conjunto de equações a serem utilizadas para solucionar as situações problemas. A mesma decomposição foi feita para o caso especial de movimento uniformemente variado, o lançamento vertical, de modo a explicitar as características comuns do MRUV e as especificidades de sua aplicação na vertical. Para o lançamento vertical, foram identificados seis comportamentos processuais. Já para a Segunda Lei de Newton, foram formulados cinco comportamentos processuais.

Tabela 2

## Caracterização dos Comportamentos Objetivos intermediários

<b>Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)</b>	
<b>Comportamento Objetivo Terminal</b>	<b>Comportamentos Intermediários</b>
Escolher a equação $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ ; substituir os valores e resolver a equação, tendo como base os valores da ( $\Delta s$ ) e ( $\Delta t$ )	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos;  Destacar palavras ou frases características do fenômeno: velocidade média, variação de espaço, variação de tempo;  Identificar as variáveis conhecidas: variação do espaço (<math>\Delta s</math>) e da variação do tempo (<math>\Delta t</math>);  Identificar a incógnita: velocidade média (<math>V_m</math>);  Identificar as representações do fenômeno em gráficos: gráficos com retas crescentes ou decrescentes;  Identificar as correlações entre as variáveis de gráficos: (<math>\Delta s</math> x <math>\Delta t</math>);  Destacar os valores das variáveis: variação do espaço (<math>\Delta s</math>) e variação do tempo (<math>\Delta t</math>);  Identificar a equação adequada para calcular a partir da variação do espaço (<math>\Delta s</math>) e da variação do tempo (<math>\Delta t</math>).</p>
Escolher a equação $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ ; substituir os valores, manipular a fórmula para $\Delta s = v_m \cdot \Delta t$ e resolver a equação, tendo como base os valores da ( $V_m$ ) e ( $\Delta t$ )	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos;  Destacar palavras ou frases características do fenômeno: velocidade média, variação de espaço, variação de tempo;  Identificar as variáveis conhecidas: velocidade média (<math>V_m</math>) e da variação do tempo (<math>\Delta t</math>);  Identificar a incógnita: variação do espaço (<math>\Delta s</math>);  Identificar as representações do fenômeno em gráficos: gráficos com retas crescentes ou decrescentes;  Identificar as correlações entre as variáveis de gráficos: (<math>\Delta s</math> x <math>\Delta t</math>);  Destacar os valores das variáveis: velocidade média (<math>V_m</math>) e a variação do tempo (<math>\Delta t</math>);  Identificar a equação adequada para calcular a partir da variação da velocidade média a (<math>V_m</math>) e da variação do tempo (<math>\Delta t</math>).</p>
Escolher a equação $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ ; substituir os valores, manipular a fórmula para $\Delta t = \frac{\Delta s}{v_m}$ e resolver a	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos;  Destacar palavras ou frases características do fenômeno: velocidade média (<math>V_m</math>), variação de espaço (<math>\Delta s</math>);  Identificar a incógnita: variação do tempo (<math>\Delta t</math>);  Identificar as correlações entre as variáveis de gráficos: (<math>\Delta s</math> x <math>\Delta t</math>);</p>

<p>equação, tendo como base os valores da <math>(\Delta s)</math> e <math>(Vm)</math></p>	<p>Destacar os valores das variáveis: velocidade média (<math>V_m</math>) e a variação do espaço (<math>\Delta s</math>); Identificar a equação adequada para calcular a partir da variação da velocidade média a <math>(Vm)</math> e da variação do espaço (<math>\Delta s</math>).</p>
<p>Escolher a equação <math>s_f = s_0 + v_0 \cdot t</math>, substituir os valores e resolver a equação, tendo como base os valores da <math>(s_0)</math>, <math>(v_0)</math> e <math>(t)</math></p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: posição inicial (<math>s_0</math>), posição final (<math>s_f</math>), velocidade inicial (<math>V_0</math>), tempo (<math>t</math>) utilizado durante o movimento; Identificar a incógnita: posição final (<math>s_f</math>); Identificar as variações do fenômeno em gráficos: gráficos com retas crescentes ou decrescentes; Identificar as correlações entre as variáveis de gráficos: (<math>\Delta s \times \Delta t</math>); Destacar os valores das variáveis: posição inicial (<math>s_0</math>), velocidade inicial (<math>V_0</math>), tempo (<math>t</math>); Identificar a equação adequada para calcular a partir da posição inicial (<math>s_0</math>), velocidade inicial (<math>V_0</math>), tempo (<math>t</math>).</p>
<p>Escolher a equação <math>s_f = s_0 + v_0 \cdot t</math>, substituir os valores, manipular a fórmula para <math>s_0 = s_f - v_0 \cdot t</math> e resolver a equação, tendo como base os valores da <math>(s_f)</math>, <math>(v_0)</math> e <math>(t)</math></p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: posição inicial (<math>s_0</math>), posição final (<math>s_f</math>), velocidade inicial (<math>V_0</math>), tempo (<math>t</math>) utilizado durante o movimento; Identificar a incógnita: posição inicial (<math>s_0</math>); Identificar as variações do fenômeno em gráficos: gráficos com retas crescentes ou decrescentes; Identificar as correlações entre as variáveis de gráficos: (<math>\Delta s \times \Delta t</math>); Destacar os valores das variáveis: posição final (<math>s_f</math>) velocidade inicial (<math>v_0</math>) e o tempo (<math>t</math>); Identificar a equação adequada para calcular a partir da posição final (<math>s_f</math>) velocidade inicial (<math>v_0</math>) e o tempo (<math>t</math>).</p>
<p>Escolher a equação <math>s_f = s_0 + v_0 \cdot t</math>; substituir os valores, manipular a fórmula para <math>t = \frac{s_f - s_0}{v_0}</math> e resolver a equação, tendo como base os valores da <math>(s_0)</math>, <math>(s_f)</math> e <math>(v_0)</math></p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: posição inicial (<math>s_0</math>), posição final (<math>s_f</math>), velocidade inicial (<math>V_0</math>), tempo (<math>t</math>) utilizado durante o movimento; Identificar a incógnita: tempo (<math>t</math>); Identificar as variações do fenômeno em gráficos: gráficos com retas crescentes ou decrescentes; Identificar as correlações entre as variáveis de gráficos: (<math>\Delta s \times \Delta t</math>); Destacar os valores das variáveis: posição final (<math>s_f</math>) velocidade inicial (<math>v_0</math>) e posição final (<math>s_f</math>); Identificar a equação adequada para calcular a partir da posição final (<math>s_f</math>) velocidade inicial (<math>v_0</math>) e posição final (<math>s_f</math>).</p>

<p>Escolher a equação <math>s_f = s_0 + v_0 \cdot t</math>; substituir os valores, manipular a fórmula para <math>v_0 = \frac{s_f - s_0}{t}</math> e resolver a equação, tendo como base os valores da <math>(s_f)</math>, <math>(s_0)</math>, <math>e(t)</math></p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: posição inicial (<math>s_0</math>), posição final (<math>s_f</math>), velocidade inicial (<math>V_0</math>), tempo (<math>t</math>) utilizado durante o movimento; Identificar a incógnita: velocidade inicial (<math>V_0</math>); Identificar as variações do fenômeno em gráficos: gráficos com retas crescentes ou decrescentes; Identificar as correlações entre as variáveis de gráficos: (<math>\Delta s \times \Delta t</math>); Destacar os valores das variáveis: posição inicial (<math>s_0</math>), posição final (<math>S_f</math>) e o tempo (<math>t</math>); Identificar a equação adequada para calcular a partir posição inicial (<math>s_0</math>), posição final (<math>S_f</math>) e o tempo (<math>t</math>).</p>
<p><b>Movimento Retilíneo Uniformemente Variado – MRUV</b></p>	
<p><b>Comportamento Objetivo Terminal</b></p>	<p><b>Comportamento Objetivo Intermediário</b></p>
<p>Escolher a equação <math>S_f = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}</math>, substituir os valores e resolver a equação, tendo como base os valores da <math>(s_0)</math>; <math>(v_0)</math> <math>(a)</math> <math>e(t)</math></p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: posição inicial (<math>s_0</math>), posição final (<math>s_f</math>), velocidade inicial (<math>V_0</math>), tempo (<math>t</math>) e aceleração (<math>a</math>) utilizado durante o movimento; Identificar a incógnita: posição final (<math>s_f</math>); Identificar as variações do fenômeno em gráficos: gráficos com curvas parabólicas crescentes ou decrescentes; Identificar as correlações entre as variáveis de gráficos: (<math>\Delta s \times \Delta t</math>) e (<math>\Delta v \times \Delta t</math>); Destacar os valores das variáveis: posição inicial (<math>s_0</math>), velocidade inicial (<math>v_0</math>), aceleração (<math>a</math>) e o tempo (<math>t</math>); Identificar a equação adequada para calcular a partir da posição inicial (<math>s_0</math>), velocidade inicial (<math>v_0</math>), aceleração (<math>a</math>) e o tempo (<math>t</math>).</p>
<p>Escolher a equação <math>S_f = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}</math>, substituir os valores, manipular a fórmula para <math>S_0 = s_f - v_0 \cdot t - \frac{at^2}{2}</math> e resolver a equação, tendo como base os valores da <math>(s_f)</math>; <math>(v_0)</math> <math>(a)</math> <math>e(t)</math></p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: posição inicial (<math>s_0</math>), posição final (<math>s_f</math>), velocidade inicial (<math>V_0</math>), tempo (<math>t</math>) e aceleração (<math>a</math>) utilizado durante o movimento; Identificar a incógnita: posição inicial (<math>s_0</math>); Identificar as variações do fenômeno em gráficos: gráficos com curvas parabólicas crescentes ou decrescentes; Identificar as correlações entre as variáveis de gráficos: (<math>\Delta s \times \Delta t</math>) e (<math>\Delta v \times \Delta t</math>);</p>

	<p>Destacar os valores das variáveis: posição final (<math>s_f</math>), velocidade inicial (<math>v_0</math>), aceleração (a) e o tempo (t);</p> <p>Identificar a equação adequada para calcular a partir da posição final (<math>s_f</math>), velocidade inicial (<math>v_0</math>), aceleração (a) e o tempo (t).</p>
<p>Escolher a equação <math>S_f = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}</math>, substituir os valores, manipular a fórmula para <math>v_0 \cdot t = s_f - s_0 - \frac{at^2}{2}</math> e resolver a equação, tendo como base os valores da (<math>s_f</math>); (<math>s_0</math>) (<math>a</math>) <math>e</math> (<math>t</math>)</p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos;</p> <p>Destacar palavras ou frases características do fenômeno: posição inicial (<math>s_0</math>), posição final (<math>s_f</math>), velocidade inicial (<math>V_0</math>), tempo (t) e aceleração (a) utilizado durante o movimento;</p> <p>Identificar a incógnita: velocidade inicial (<math>v_0</math>);</p> <p>Identificar as variações do fenômeno em gráficos: gráficos com curvas parabólicas crescentes ou decrescentes;</p> <p>Identificar as correlações entre as variáveis de gráficos: (<math>\Delta s \times \Delta t</math>) e (<math>\Delta v \times \Delta t</math>);</p> <p>Destacar os valores das variáveis: posição inicial (<math>s_0</math>), aceleração (a), tempo (t) e posição final (<math>s_f</math>);</p> <p>Identificar a equação adequada para calcular a partir da posição inicial (<math>s_0</math>), aceleração (a), tempo (t) e posição final (<math>s_f</math>).</p>
<p>Escolher a equação <math>S_f = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}</math>, substituir os valores, manipular a fórmula para <math>s_f - s_0 = \frac{at^2}{2} - v_0 \cdot t</math> e resolver a equação, tendo como base os valores da (<math>s_f</math>); (<math>s_0</math>) (<math>v_0</math>) <math>e</math> (<math>a</math>)</p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos;</p> <p>Destacar palavras ou frases características do fenômeno: posição inicial (<math>s_0</math>), posição final (<math>s_f</math>), velocidade inicial (<math>V_0</math>), tempo (t) e aceleração utilizado durante o movimento;</p> <p>Identificar a incógnita: tempo (t);</p> <p>Identificar as variações do fenômeno em gráficos: gráficos com curvas parabólicas crescentes ou decrescentes;</p> <p>Identificar as correlações entre as variáveis de gráficos: (<math>\Delta s \times \Delta t</math>) e (<math>\Delta v \times \Delta t</math>);</p> <p>Destacar os valores das variáveis: posição inicial (<math>s_0</math>), velocidade inicial (<math>v_0</math>), aceleração (a) e a posição final (<math>s_f</math>);</p> <p>Identificar a equação adequada para calcular a partir da posição inicial (<math>s_0</math>), velocidade inicial (<math>v_0</math>), aceleração (a) e a posição final (<math>s_f</math>).</p>
<p>Escolher a equação <math>S_f = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}</math>, substituir os valores, manipular a fórmula para <math>\frac{at^2}{2} = s_f - s_0 - v_0 \cdot t</math> e resolver a</p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos;</p> <p>Destacar palavras ou frases características do fenômeno: posição inicial (<math>s_0</math>), posição final (<math>s_f</math>), velocidade inicial (<math>V_0</math>), tempo (t) e aceleração utilizado durante o movimento;</p> <p>Identificar a incógnita: aceleração (a);</p> <p>Identificar as variações do fenômeno em gráficos: gráficos com curvas parabólicas crescentes ou decrescentes;</p>

<p>equação, tendo como base os valores da <math>(s_f)</math>; <math>(s_0)</math> <math>(v_0)</math> e <math>(t)</math></p>	<p>Identificar as correlações entre as variáveis de gráficos: <math>(\Delta s \times \Delta t)</math> e <math>(\Delta v \times \Delta t)</math>;  Destacar os valores das variáveis: posição inicial <math>(s_0)</math>, velocidade inicial <math>(v_0)</math>, posição final <math>(s_f)</math> e o tempo <math>(t)</math>;  Identificar a equação adequada para calcular a partir da posição inicial <math>(s_0)</math>, velocidade inicial <math>(v_0)</math>, posição final <math>(s_f)</math> e o tempo <math>(t)</math>.</p>
<p>Escolher a equação <math>v_f = v_0 + a \cdot t</math>; substituir os valores e resolver a equação, tendo como base os valores da <math>(v_0)</math>; <math>(a)</math> e <math>(t)</math></p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos;  Destacar palavras ou frases características do fenômeno: velocidade final <math>(v_f)</math>, velocidade inicial <math>(v_0)</math>; tempo <math>(t)</math> e aceleração <math>(a)</math>;  Identificar a incógnita: velocidade final <math>(v_f)</math>;  Identificar as variações do fenômeno em gráficos: gráficos crescentes ou decrescentes;  Identificar as correlações entre as variáveis de gráficos: <math>(\Delta v \times \Delta t)</math>;  Destacar os valores das variáveis: velocidade inicial <math>(v_0)</math>, aceleração <math>(a)</math> e o tempo <math>(t)</math>;  Identificar a equação adequada para calcular a partir da velocidade inicial <math>(v_0)</math>, aceleração <math>(a)</math> e o tempo <math>(t)</math>.</p>
<p>Escolher a equação <math>v_f = v_0 + a \cdot t</math>; substituir os valores, manipular a fórmula para <math>v_0 = v_f - a \cdot t</math> e resolver a equação, tendo como base os valores da <math>(v_f)</math>; <math>(a)</math> e <math>(t)</math></p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos;  Destacar palavras ou frases características do fenômeno: velocidade final <math>(v_f)</math>, velocidade inicial <math>(v_0)</math>; tempo <math>(t)</math> e aceleração <math>(a)</math>;  Identificar a incógnita: velocidade final <math>(v_f)</math>;  Identificar as variações do fenômeno em gráficos: gráficos crescentes ou decrescentes;  Identificar as correlações entre as variáveis de gráficos: <math>(\Delta v \times \Delta t)</math>;  Destacar os valores das variáveis: velocidade final <math>(v_f)</math>, aceleração <math>(a)</math> e o tempo <math>(t)</math>;  Identificar a equação adequada para calcular a partir da velocidade final <math>(v_f)</math>, aceleração <math>(a)</math> e o tempo <math>(t)</math>.</p>
<p>Escolher a equação <math>v_f = v_0 + a \cdot t</math>; substituir os valores, manipular a fórmula para <math>a = \frac{v_f - v_0}{t}</math> e resolver a equação, tendo como base os valores da <math>(v_f)</math>; <math>(v_0)</math> e <math>(t)</math></p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos;  Destacar palavras ou frases características do fenômeno: velocidade final <math>(v_f)</math>, velocidade inicial <math>(v_0)</math>; tempo <math>(t)</math> e aceleração <math>(a)</math>;  Identificar a incógnita: aceleração <math>(a)</math>;  Identificar as variações do fenômeno em gráficos: gráficos crescentes ou decrescentes;  Identificar as correlações entre as variáveis de gráficos: <math>(\Delta v \times \Delta t)</math>;  Destacar os valores das variáveis: velocidade final <math>(v_f)</math>, o tempo <math>(t)</math>, velocidade inicial <math>(s_0)</math>;</p>

	Identificar a equação adequada para calcular a partir da velocidade final ( $v_f$ ), o tempo ( $t$ ), velocidade inicial ( $s_0$ ).
Escolher a equação $v_f = v_0 + a \cdot t$ ; substituir os valores, manipular a fórmula para $t = \frac{v_f - v_0}{a}$ e resolver a equação, tendo como base os valores da ( $v_t$ ); ( $v_0$ ) e ( $a$ )	Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: velocidade final ( $v_f$ ), velocidade inicial ( $v_0$ ); tempo ( $t$ ) e aceleração ( $a$ ); Identificar a incógnita: tempo ( $t$ ); Identificar as variações do fenômeno em gráficos: gráficos crescentes ou decrescentes; Identificar as correlações entre as variáveis de gráficos: ( $\Delta v \times \Delta t$ ); Destacar os valores das variáveis: velocidade final ( $v_f$ ), aceleração ( $a$ ) e a velocidade inicial ( $v_0$ ); Identificar a equação adequada para calcular a partir da velocidade final ( $v_f$ ), aceleração ( $a$ ) e a velocidade inicial ( $v_0$ ).
Escolher a equação $v^2 = v_0^2 + 2a \cdot \Delta s$ ; substituir os valores, manipular a fórmula e resolver a equação, do móvel, tendo como base os valores da ( $v_0$ ); ( $a$ ) e ( $\Delta s$ )	Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: velocidade final ( $v_f$ ), velocidade inicial ( $v_0$ ), aceleração ( $a$ ) e variação da posição ( $\Delta s$ ); Identificar a incógnita: velocidade final ( $v_f$ ); Destacar os valores das variáveis: aceleração ( $a$ ), velocidade inicial ( $v_0$ ) e variação da posição ( $\Delta s$ ); Identificar a equação adequada para calcular a partir da Aceleração ( $a$ ), velocidade inicial ( $v_0$ ) e variação da posição ( $\Delta s$ ).
Escolher a equação $v^2 = v_0^2 + 2a \cdot \Delta s$ ; substituir os valores, manipular a fórmula para $v_0 = \sqrt{v^2 - 2a \cdot \Delta s}$ , e resolver a equação, tendo como base os valores da ( $v_0$ ); ( $a$ ) e ( $\Delta s$ )	Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: velocidade final ( $v_f$ ), velocidade inicial ( $v_0$ ), aceleração ( $a$ ) e variação da posição ( $\Delta s$ ); Identificar a incógnita: velocidade inicial ( $v_0$ ); Destacar os valores das variáveis: aceleração ( $a$ ), velocidade final ( $s_f$ ) e variação da posição ( $\Delta s$ ); Identificar a equação adequada para calcular a partir da Aceleração ( $a$ ), velocidade final ( $s_f$ ) e variação da posição ( $\Delta s$ ).
Escolher a equação $v^2 = v_0^2 + 2a \cdot \Delta s$ ; substituir os valores, manipular a fórmula para $\Delta s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$ , e resolver a equação, tendo	Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: velocidade final ( $v_f$ ), velocidade inicial ( $v_0$ ), aceleração ( $a$ ) e variação da posição ( $\Delta s$ ); Identificar a incógnita: variação da posição ( $\Delta s$ ); Destacar os valores das variáveis: aceleração ( $a$ ), velocidade inicial ( $v_0$ ) e velocidade final ( $v_f$ );

como base os valores da $(v_0)$ ; $(v_f)$ e $(a)$	Identificar a equação adequada para calcular a partir da aceleração $(a)$ , velocidade inicial $(v_0)$ e velocidade final $(v_f)$ .
Escolher a equação $v^2 = v_0^2 + 2a \cdot \Delta s$ ; substituir os valores, manipular a fórmula para $2a = \frac{v^2 - v_0^2}{\Delta s}$ e resolver a equação, tendo como base os valores da $(v)$ ; $(v_0)$ e $(\Delta s)$	Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: velocidade final $(v_f)$ , velocidade inicial $(v_0)$ , aceleração $(a)$ e variação da posição $(\Delta s)$ ; Identificar a incógnita: aceleração $(a)$ ; Destacar os valores das variáveis: velocidade inicial $(v_0)$ , velocidade final $(v_f)$ e variação da posição $(\Delta s)$ ; Identificar a equação adequada para calcular a partir da velocidade inicial $(v_0)$ , velocidade final $(v_f)$ e variação da posição $(\Delta s)$ .
<b>Lançamento Vertical</b>	
<b>Comportamento Objetivo Terminal</b>	<b>Comportamento Objetivo Intermediário</b>
Escolher a equação $h_{max} = h_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}$ ; substituir os valores e resolver a equação.	Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: altura máxima $(h_{max})$ , altura inicial $(h_0)$ , velocidade inicial $(v_0)$ , aceleração da gravidade $(g)$ e tempo $(t)$ ; Identificar a incógnita: altura máxima $(h_{max})$ ; Destacar os valores das variáveis: altura inicial $(h_0)$ , velocidade inicial $(v_0)$ , aceleração da gravidade $(g)$ e tempo $(t)$ ; Identificar a equação adequada para calcular a partir da altura inicial $(h_0)$ , velocidade inicial $(v_0)$ , aceleração da gravidade $(g)$ e tempo $(t)$ .
Escolher a equação $h_{max} = h_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}$ ; substituir os valores; manipular a fórmula para $h_0 = h_{max} - v_0 t - \frac{gt^2}{2}$ e resolver a equação, tendo como base os valores da $(h_{max})$ , $(v_0)$ ; $(g)$ e $(t)$	Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: altura máxima $(h_{max})$ , altura inicial $(h_0)$ , velocidade inicial $(v_0)$ , aceleração da gravidade $(g)$ e tempo $(t)$ ; Identificar a incógnita: altura inicial $(h_0)$ ; Destacar os valores das variáveis: altura máxima $(h_{max})$ , velocidade inicial $(v_0)$ , aceleração da gravidade $(g)$ e tempo $(t)$ ; Identificar a equação adequada para calcular a partir da altura máxima $(h_{max})$ , velocidade inicial $(v_0)$ , aceleração da gravidade $(g)$ e tempo $(t)$ .

<p>Escolher a equação <math>h_{max} = h_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}</math>; substituir os valores, manipular a fórmula para <math>\frac{gt^2}{2} = h_{max} - h_0 - v_0 t</math> e resolver a equação, tendo como base os valores da <math>(h_{max}), (h_0); (v_0) e (t)</math></p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: altura máxima (<math>h_{max}</math>), altura inicial (<math>h_0</math>), velocidade inicial (<math>v_0</math>), aceleração da gravidade (<math>g</math>) e tempo (<math>t</math>); Identificar a incógnita: aceleração da gravidade (<math>g</math>); Destacar os valores das variáveis: altura máxima (<math>h_{max}</math>), velocidade inicial (<math>v_0</math>), altura inicial (<math>h_0</math>) e tempo (<math>t</math>); Identificar a equação adequada para calcular a partir da altura máxima (<math>h_{max}</math>), velocidade inicial (<math>v_0</math>), altura inicial (<math>h_0</math>) e tempo (<math>t</math>).</p>
<p>Escolher a equação <math>h_{max} = h_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}</math>; substituir os valores, manipular a fórmula para <math>\frac{gt^2}{2} + v_0 \cdot t + h_0 - h_{max} = 0</math> e resolver a equação, tendo como base os valores da <math>(h_{max}); (v_0); (g) e (h_0)</math></p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: altura máxima (<math>h_{max}</math>), altura inicial (<math>h_0</math>), velocidade inicial (<math>v_0</math>), aceleração da gravidade (<math>g</math>) e tempo (<math>t</math>); Identificar a incógnita: tempo (<math>t</math>); Destacar os valores das variáveis: altura máxima (<math>h_{max}</math>), velocidade inicial (<math>v_0</math>), altura inicial (<math>h_0</math>) e aceleração da gravidade (<math>g</math>); Identificar a equação adequada para calcular a partir da altura máxima (<math>h_{max}</math>), velocidade inicial (<math>v_0</math>), altura inicial (<math>h_0</math>) e aceleração da gravidade (<math>g</math>).</p>
<p>Escolher a equação <math>h_{max} = h_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}</math>; substituir os valores; manipular a fórmula para <math>v_0 \cdot t = h_{max} - h_0 - \frac{gt^2}{2}</math> e resolver a equação, tendo como base os valores da <math>(h_{max}); (g); (t) e (h_0)</math></p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: altura máxima (<math>h_{max}</math>), altura inicial (<math>h_0</math>), velocidade inicial (<math>v_0</math>), aceleração da gravidade (<math>g</math>) e tempo (<math>t</math>); Identificar a incógnita: velocidade inicial (<math>v_0</math>); Destacar os valores das variáveis: altura máxima (<math>h_{max}</math>), aceleração da gravidade (<math>g</math>), altura inicial (<math>h_0</math>) e tempo (<math>t</math>); Identificar a equação adequada para calcular a partir da altura máxima (<math>h_{max}</math>), aceleração da gravidade (<math>g</math>), altura inicial (<math>h_0</math>) e tempo (<math>t</math>).</p>
<p>Escolher a equação <math>v_f = v_0 + gt</math>; substituir os valores e resolver a equação, tendo como base os valores da <math>(v_0); (g) e (t)</math></p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: velocidade final (<math>v_f</math>), velocidade inicial (<math>v_0</math>), aceleração da gravidade (<math>g</math>) e tempo (<math>t</math>); Identificar a incógnita: velocidade final (<math>v_f</math>); Destacar os valores das variáveis: velocidade inicial (<math>v_0</math>), aceleração da gravidade (<math>g</math>) e tempo (<math>t</math>); Identificar a equação adequada para calcular a partir da velocidade inicial (<math>v_0</math>), aceleração da gravidade (<math>g</math>) e tempo (<math>t</math>).</p>

<p>Escolher a equação <math>v_f = v_0 + gt</math>; substituir os valores; manipular a fórmula para <math>v_0 = v_f - gt</math> e resolver a equação, tendo como base os valores da <math>(v_0)</math>; <math>(g)</math> e <math>(t)</math></p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: velocidade final (<math>v_f</math>), velocidade inicial (<math>v_0</math>), aceleração da gravidade (<math>g</math>) e tempo (<math>t</math>); Identificar a incógnita: velocidade inicial (<math>v_0</math>); Destacar os valores das variáveis: velocidade inicial (<math>v_0</math>), aceleração da gravidade (<math>g</math>) e tempo (<math>t</math>); Identificar a equação adequada para calcular a partir da velocidade inicial (<math>v_0</math>), aceleração da gravidade (<math>g</math>) e tempo (<math>t</math>).</p>
<p>Escolher a equação <math>v_f = v_0 + gt</math>; substituir os valores, manipular a fórmula para <math>g = \frac{v_f - v_0}{t}</math> e resolver a equação, tendo como base os valores da <math>(v_f)</math>; <math>(v_0)</math> e <math>(t)</math></p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: velocidade final (<math>v_f</math>), velocidade inicial (<math>v_0</math>), aceleração da gravidade (<math>g</math>) e tempo (<math>t</math>); Identificar a incógnita: aceleração da gravidade (<math>g</math>); Destacar os valores das variáveis velocidade inicial (<math>v_0</math>), velocidade final (<math>v_f</math>) e tempo (<math>t</math>); Identificar a equação adequada para calcular a partir da velocidade inicial (<math>v_0</math>), velocidade final (<math>v_f</math>) e tempo (<math>t</math>).</p>
<p>Escolher a equação <math>v_f = v_0 + gt</math>; substituir os valores, manipular a fórmula para <math>t = \frac{v_f - v_0}{g}</math> e resolver a equação, tendo como base os valores da <math>(v_0)</math>; <math>(g)</math> e <math>(v_f)</math></p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: velocidade final (<math>v_f</math>), velocidade inicial (<math>v_0</math>), aceleração da gravidade (<math>g</math>) e tempo (<math>t</math>); Identificar a incógnita: tempo (<math>t</math>); Destacar os valores das variáveis: velocidade inicial (<math>v_0</math>), velocidade final (<math>v_f</math>) e aceleração da gravidade (<math>g</math>); Identificar a equação adequada para calcular a partir da velocidade inicial (<math>v_0</math>), velocidade final (<math>v_f</math>) e aceleração da gravidade (<math>g</math>).</p>
<p><b>Segunda Lei de Newton</b></p>	
<p><b>Comportamento Objetivo</b></p> <p><b>Terminal</b></p>	<p><b>Comportamento Objetivo Intermediário</b></p>
<p>Escolher a equação <math>F = m \cdot a</math>; substituir os valores e resolver a</p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos; Destacar palavras ou frases características do fenômeno: força (<math>F</math>), massa (<math>m</math>) e aceleração (<math>a</math>);</p>

<p>equação, tendo como base os valores da <b>(m)</b> e <b>(a)</b></p>	<p>Identificar a incógnita: força (<math>F</math>);  Destacar os valores das variáveis: massa (<math>m</math>) e aceleração (<math>a</math>);  Identificar a equação adequada para calcular a partir da massa (<math>m</math>) e aceleração (<math>a</math>).</p>
<p>Escolher a equação <math>F = m \cdot a</math>; substituir os valores; manipular a fórmula para <math>m = \frac{F}{a}</math> e resolver a equação, tendo como base os valores da <b>(f)</b> e <b>(a)</b></p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos;  Destacar palavras ou frases características do fenômeno: força (<math>F</math>), massa (<math>m</math>) e aceleração (<math>a</math>);  Identificar a incógnita: massa (<math>m</math>);  Destacar os valores das variáveis: Força (<math>F</math>) e aceleração (<math>a</math>);  Identificar a equação adequada para calcular a partir da Força (<math>F</math>) e aceleração (<math>a</math>)</p>
<p>Escolher a equação <math>F = m \cdot a</math>; substituir os valores; manipular a fórmula para <math>a = \frac{F}{m}</math> e resolver a equação, tendo como base os valores da <b>(f)</b> e <b>(m)</b></p>	<p>Identificar informações relevantes disponibilizadas na questão: valores, símbolos, gráficos, desenhos;  Destacar palavras ou frases características do fenômeno: força (<math>F</math>), massa (<math>m</math>) e aceleração (<math>a</math>);  Identificar a incógnita: e aceleração (<math>a</math>);  Destacar os valores das variáveis: Força (<math>F</math>) e massa (<math>m</math>);  Identificar a equação adequada para calcular a partir da Força (<math>F</math>) e massa (<math>m</math>).</p>

Os pré-requisitos intraprograma são comportamentos conceituais, que deverão ser desenvolvidos e aprimorados no decorrer da aplicação da programação de ensino, em conjunção com os comportamentos processuais intermediários e terminais. Assim, os pré-requisitos intraprograma propostos para esta programação de ensino são: Definições e conceitos da Cinemática, do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), incluindo o Lançamento Vertical. O estudante deverá ser capaz de reconhecer, definir e exemplificar os objetos de estudo da Mecânica, e de suas subáreas, reconhecer e oferecer definições dos diversos conceitos que perpassam essas áreas de estudo, especificamente, os conceitos de velocidade, aceleração, referencial, distância percorrida, trajetória, deslocamento, espaço, posição etc. Entende-se aqui que o ensino desses comportamentos não deve se limitar à reprodução de definições, mas enfatizar o aspecto pragmático da categorização dos fenômenos estudados (e.g., Cinemática e Dinâmica não são categorias de movimentos de natureza distinta, mas de modos de analisar o movimento), o aspecto relacional dos fenômenos, as similaridades funcionais entre variáveis que recebem nomes diferentes em contextos diferentes e, principalmente, a relação entre as respostas declarativas e as respostas processuais.

Os pré-requisitos extraprograma necessários para a entrada do estudante nesta PCDC são processuais, principalmente habilidades matemáticas: realizar operações fundamentais (adição, subtração, multiplicação e divisão), inclusive com frações, decimais, potências e raízes; resolver operações algébricas (equações) simples; reconhecer unidades de medida e realizar conversões entre elas; ler e elaborar gráficos, identificar, reconhecer correlações entre variáveis. Esses pré-requisitos necessariamente deverão ser revisados e fortalecidos no decorrer do programa, mas devem estar presentes no repertório do aprendiz no início do programa. Na prática, isso significa que o aluno que não apresentar tais pré-requisitos em uma avaliação de repertório de entrada deveria receber um módulo personalizado de ensino, para nivelamento.

Além disso, os pré-requisitos (intraprograma e extraprograma), apresentados nesta programação de ensino são sugestões, podendo ser revistos com exclusões e/ou inclusões de outros pré-requisitos, se o professor entender ser necessários para melhores resultados, idealmente com base em avaliações de desempenho do aluno e da eficácia do programa.

## **Etapa 2. Elaboração**

No caso do presente estudo, os resultados da etapa de elaboração – em especial, a identificação de comportamentos intermediários e pré-requisitos intraprograma –, justificaram a adoção do critério de sequência lógica de ensino, na medida em que se buscou vislumbrar condições para que os comportamentos sejam desenvolvidos numa ordem favorável à construção do repertório final de forma gradual, por aproximações sucessivas, garantindo-se os requisitos conceituais e processuais facilitadores das aprendizagens subsequentes.

Esse critério foi escolhido porque a etapa de caracterização das situações-problemas e formulação dos comportamentos-objetivo terminais e intermediários permitiu a identificação de componentes que à primeira vista parecem diferentes, mas são funcionalmente equivalentes (por exemplo, aceleração no MRUV e gravidade no caso específico do Lançamento Vertical), cuja compreensão prematura poderá facilitar as aprendizagens específicas no contexto dos diferentes modos de estudar movimento. Especificamente, partiu-se do pressuposto de que será benéfico enfatizar desde cedo as convergências e divergências entre os diversos modos de estudo do movimento, os componentes transversais dos diferentes tipos de movimento e, principalmente, as relações lógicas entre as variáveis pertinentes. Em certa medida, a organização das aprendizagens seguindo uma sequência lógica se sobrepõe com a que resulta de um critério do geral para o específico. Por exemplo, começar apresentando os campos da Cinemática e da Dinâmica coincide com uma organização que começa pelo mais geral, mas na presente formulação a ênfase está na lógica da classificação desses campos, a saber a ótica de verificar o movimento considerando-se suas causas (Dinâmica) ou não (Cinemática). Supõe-se

aqui que enfatizar o caráter pragmáticos das categorias favorecerá posteriormente a compressão das equivalências funcionais entre elementos abordados em separado, em alguns casos com terminologia diferente, em escala mais específica.

Os mesmos critérios usados na sequenciação dos comportamentos descritos por Kienen et al. (2021) servem também para a definição das unidades de ensino. Assim, apresentaremos a seguir as unidades de ensino como representativas da sequenciação lógica do ensino, com o conteúdo disposto em sete módulos e cada um desses módulos com seus respectivos pré-requisitos intraprograma. A Tabela 3 apresenta cada módulo idealizado e os objetivos das atividades a serem desenvolvidas em cada um.

**Tabela 3**

*Objetivos dos cursos e oficinas em cada módulo da Programação de Condições para Desenvolvimento de Comportamentos*

<b>Módulos</b>	<b>Objetivos dos Cursos</b>	<b>Objetivos das Oficinas</b>
REVISÃO Revisão dos pré-requisitos extraprograma	Verificar se o aluno possui os requisitos necessários para entrada no programa de ensino e revisar pré-requisitos conceituais e processuais necessários para o contato com as situações-problema	Expor os alunos a atividades práticas que de revisão sobre: habilidade em identificar operações matemáticas, resolver equações, transformações de unidades, reconhecer unidades e grandezas, leitura e elaboração de gráficos, correlação entre variáveis.
01 Mecânica – Movimentos dos corpos	Proporcionar ao aluno os fundamentos teóricos básicos sobre a ocorrência do fenômeno do movimento de forma geral, com ênfase no caráter relacional dos conceitos	Expor os alunos a atividades práticas que permitam a operacionalização dos conceitos transversais aos diversos modos de estudo de movimentos, tais como: exemplares da ocorrência de movimentos em diferentes situações, as variáveis envolvidas na ocorrência de um movimento.
02 Cinemática e Dinâmica	Familiarizar o aluno com a lógica de classificação dos campos da Cinemática e da Dinâmica (envolvimento ou não das causas do movimento); apresentar os diversos fenômenos estudados sob cada campo; apresentar conceitos transversais (tempo,	Expor os alunos a atividades práticas que permitam a operacionalização dos conceitos vistos nos cursos de cinemática e dinâmica tais como: exemplificar ocorrências de cada um desses modos de abordar movimento, , aplicações básicas dos conceitos de tempo, distância, velocidade etc.

posição, deslocamento, velocidade, referencial, trajetória, aceleração, distância percorrida, espaço etc.).

- |    |  |  |   |
|----|--|--|---|
| 03 | Movimento Retilíneo Uniforme - MRU               | Familiarizar o aluno com a análise detalhada do MRU dentro da cinemática, pontuando os aspectos que o diferenciam de outros tipos de movimentos. com seus fundamentos teóricos básicos, pontuando os requisitos necessários para o seu entendimento e de suas características, identificando informações relevantes disponibilizadas na questão, identificar as variações do fenômeno em gráficos, identificar a equação adequada para resolução da situação problema. | Expor os alunos a atividades práticas que permitam a operacionalização dos conceitos vistos no curso de cinemática e dinâmica tais como: exemplificar a ocorrência da velocidade constante e aceleração igual a zero como aspectos definidores desse tipo de movimento, as variáveis importantes e recorrentes no MRU, a relação do MRU com outros tipos de movimentos.       |
| 04 | Movimento Retilíneo Uniformemente Variado – MRUV | Familiarizar o aluno com a análise detalhada do MRUV dentro da cinemática, pontuando os aspectos que o diferenciam de outros tipos de movimentos. Com seus fundamentos teóricos básicos, pontuando os requisitos necessários para o seu entendimento e de suas características, identificando informações  | Expor os alunos a atividades práticas que permitam a operacionalização dos conceitos vistos no curso de cinemática e dinâmica tais como: exemplificar a ocorrência da velocidade variável e aceleração diferente de zero como aspectos definidores desse tipo de movimento, as variáveis importantes e recorrentes no MRUV, a relação do MRUV com outros tipos de movimentos. |

relevantes disponibilizadas na questão, identificar as variações do fenômeno em gráficos, identificar a equação adequada para resolução da situação problema.

05

Lançamento Vertical

Familiarizar o aluno com a análise detalhada sobre a ocorrência do lançamento vertical, pontuando os aspectos que o diferenciam de outros tipos de movimentos e sua semelhança com o MRUV. Com seus fundamentos teóricos básicos, pontuando os requisitos necessários para o seu entendimento e de suas características, identificando informações relevantes disponibilizadas na questão, identificar as variações do fenômeno em gráficos, a relação gravidade, identificar a equação adequada para resolução da situação problema.

Expor os alunos a atividades práticas que permitam a operacionalização dos conceitos vistos no curso de cinemática e dinâmica tais como: exemplificar a ocorrência desse movimento, apontando a equivalência entre gravidade e aceleração, , relações ocorridas entre os tempos de subida e de queda e tempo total, quais as peculiaridades que esse tipo de movimento possui em relação aos anteriores.

06

2º Lei de Newton

Familiarizar o aluno com uma análise detalhada das leis de Newton destacando a 2º lei (Princípio fundamental da Dinâmica) dentro da dinâmica, pontuando as

Expor os alunos a atividades práticas que permitam a operacionalização dos conceitos vistos no curso de cinemática e dinâmica tais como: exemplificar a ocorrência de dessa Lei e seus efeitos, o surgimento da aceleração em decorrência da

consequências ocorridas por ela no cotidiano e as diferenças em relação às outras leis. Com seus fundamentos teóricos básicos, pontuando os requisitos necessários para o seu entendimento e de suas características, identificando informações relevantes disponibilizadas na questão, identificar as variações do fenômeno em gráficos, a relação entre massa e força, identificar a equação adequada para resolução da situação problema.

aplicação da força sobre uma massa, relações ocorridas entre essa lei e as demais, quais são as relações entre as variáveis, as consequências que podem ser alcançadas com essa lei, a relação dela com o nosso cotidiano.

---

A programação foi idealizada tendo como modalidade de ensino os cursos com oficinas, com aulas expositivas, para contextualizar e elucidar os assuntos, e oficinas, em que os alunos aplicarão diretamente os conhecimentos adquiridos em um ambiente controlado e seguro, através do contato com oportunidades práticas para o desenvolvimento dos comportamentos-objetivo conceituais e processuais pré-requisitos para a resolução das situações-problemas. Durante as aulas, os instrutores podem demonstrar técnicas específicas, destacar comportamentos desejáveis e explicar os princípios subjacentes às práticas que estão sendo ensinadas.

A estruturação da programação é apresentada na Tabela 4. A estruturação conta com sete módulos acima indicados (Revisão e módulos de ensino 01 a 06), 20 cursos e 20 oficinas distribuídos entre os módulos, tendo como público-alvo alunos do 1º ano do ensino médio. A duração indicada para cada curso é de 40 minutos e as oficinas em torno de 60 minutos, por se tratar de atividades práticas. Na programação de ensino, são propostos os conteúdos a serem apresentados, as atividades para serem apresentadas aos alunos como forma de exposição dos conceitos e os materiais a serem utilizados. É importante pontuar que tanto os conteúdos, as atividades e os materiais podem ser adaptados aos contextos de cada aluno.

Para a aplicação da PCDC, é importante a utilização de *feedback* imediatos, com resposta ativa e aplicação de teste de avaliação periódicas, sendo indicado a aplicação de tais avaliações a cada conteúdo aplicado ou ao final de cada curso, cabendo destacar que o aluno deve ter um aproveitamento mínimo para avançar para o próximo módulo. A programação não traz o percentual de aproveitamento a ser atingido pelos alunos, ficando a critério de cada professor, que deve se basear nas particularidades de cada aluno.

Tabela 4

*Atividades e Materiais da Programação de Condições para Desenvolvimento de Comportamento para o conceito de aceleração*

<p><b>MÓDULO REVISÃO:</b> Este módulo foi desenvolvido com o intuito de revisar e fortalecer os conhecimentos e habilidades essenciais aos aprendizes, antes de ingressarem na PCDC. O módulo é composto por um curso e uma oficina, com oportunidades práticas de demonstração dos comportamentos processuais pré-requisitos. O período de aplicação do módulo fica a critério do aplicador, levando-se em conta as particularidades de cada contexto. Propõe-se incorporar critérios de desempenho para o encerramento do módulo e individualizar o ensino na medida do possível.</p>		
<p><b>Curso 01</b></p>	<p><b>Oficina 01</b></p>	<p><b>Materiais</b></p>
<p>Revise as propriedades e regras da Aritmética (adição, subtração, multiplicação e divisão) com exemplos práticos; Álgebra introdutória (equações e inequações); Geometria básica.</p>	<p>Oferte exercícios com as operações, com números inteiros e decimais, com problemas do dia a dia; Soluções de equações contextualizadas; Levante discussões sobre suas aplicações; Análise e interpretação de equações e inequações; Identificação de desenhos e formas; Cálculos de áreas e perímetros.</p>	<p>Quadro branco; Pincel; Data show; Computador.</p>
<p><b>MÓDULO 01 – MECÂNICA MOVIMENTO DOS CORPOS:</b> Este módulo foi desenvolvido com o intuito de desenvolver os conhecimentos e habilidades essenciais aos aprendizes, sobre Mecânica, que é o ramo da física que estuda o movimento dos corpos, o contexto de sua ocorrência e suas subcategorias. O módulo é composto por três cursos, cada um contendo uma oficina com oportunidades práticas de desenvolvimento e exercício dos comportamentos conceituais pré-requisito pertinentes ao módulo, além do exercício continuado dos pré-requisitos extraprograma. O período de aplicação do módulo movimento fica a critério do aplicador, levando-se em conta as particularidades existentes de cada contexto. Propõe-se incorporar critérios de desempenho para o encerramento do módulo e individualizar o ensino na medida do possível.</p>		
<p><b>Curso 02</b></p>	<p><b>Oficina 02</b></p>	<p><b>Materiais</b></p>
<p>Explique e discuta o conceito de unidades de medida e sua importância na quantificação de grandezas; Apresente as unidades básicas do Sistema Internacional de Unidades</p>	<p>Realize atividades práticas de medição utilizando réguas, balanças, e recipientes graduados; Peça aos alunos que meçam objetos do dia a dia e registrem as medidas em unidades apropriadas; Oferte exercícios com identificação das unidades de transformações de unidade;</p>	<p>Quadro branco; Pincel; Data show; Computador; Materiais de medição; Papeis (cartolina e chameguinho);</p>

<p>(SI) para comprimento, massa, tempo e volume;      Apresente uma breve explicação teórica sobre o que é módulo, direção e sentido em contextos diferentes, como Física, matemática ou Geografia;      Introduza o conceito de grandezas escalares e vetoriais.</p>	<p>Demonstre e posteriormente peça aos alunos para criar tabelas de conversão para diferentes grandezas;      Utilize as tabelas para resolver problemas e verificar suas respostas;      Divida os alunos em grupos e peça para discutirem situações do cotidiano que envolvem módulo, direção e sentido. Cada grupo pode apresentar suas conclusões para a turma.</p>	<p>Canetas coloridas.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Curso 03</b></p> <p>Inicie a aula com uma breve discussão sobre o que significa estar em repouso e em movimento;      Apresente o conceito de ponto material e extenso;      Apresente o conceito de referencial e demonstre como o referencial é uma perspectiva ou ponto de vista a partir do qual observamos e medimos eventos ou fenômenos;</p>	<p style="text-align: center;"><b>Oficina 03</b></p> <p>Realize atividade de campo para observar e registrar diferentes tipos de movimento;      Discuta como os movimentos podem ser observados em diferentes contextos;      Apresente objetos e peça que os alunos identifiquem se estão em repouso ou em movimento;      Exiba filmes ou vídeos curtos e peça aos alunos para analisarem os tipos de movimentos representados, pontuando repouso e movimentos;      Use recursos online ou aplicativos educacionais que simulem movimento e repouso de objetos;      Peça aos alunos para interagirem com simulações e identifiquem as características de repouso e movimento;      Explore como essas grandezas incluem não apenas valores numéricos, mas também uma direção específica;      Peça aos alunos para registrarem suas observações e conclusões sobre como o referencial afeta a interpretação dos resultados;      Atribua a leitura de textos ou artigos que abordem a importância do referencial em diferentes ciências, não exclusivamente das ciências naturais.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Materiais</b></p> <p>Quadro branco,      Pincel;      Data show;      Computador;      Materiais para observação (brinquedos e objetos variados);      Televisão;      Celulares com aplicativo;      Filmes variados.</p>

<p align="center"><b>Curso 04</b></p> <p>Apresente e discuta os conceitos de trajetória e os variados tipos existentes; Apresente e discuta os conceitos de espaço e tempo Apresente e discuta os conceitos de movimentos progressivo e retrógrado, acelerado e retardado; Exponha e discuta os conceitos de deslocamento e distância percorrida.</p>	<p align="center"><b>Oficina 04</b></p> <p>Forneça fitas métricas e cronômetros para que os alunos meçam o tempo que levam para percorrer distâncias específicas; Peça aos alunos que destaquem exemplos específicos e discutam como a mudança de referencial influencia os resultados da distância, use mapas e app de localização; Crie um laboratório onde os alunos usem dispositivos de medição de tempo e distância; Forneça dados para que sejam construídos gráficos de localização e visualização de trajetórias.</p>	<p align="center"><b>Materiais</b></p> <p>Quadro branco; Pincel; Data show; Computador; Textos para leituras; Tabelas para registro de dados; Materiais de medição de espaço e tempo; Mapas; Celulares com app de localização.</p>
<p><b>MÓDULO 02 – CINEMÁTICA E DINÂMICA:</b> Este módulo foi desenvolvido com o intuito de desenvolver os conhecimentos e habilidades essenciais aos aprendizes, sobre os movimentos ocorridos no contexto da Cinemática e da Dinâmica, o contexto de cada um deles e suas características e classificação. O módulo é composto por cinco cursos, cada um contendo uma oficina com oportunidades práticas de desenvolvimento e exercício dos comportamentos conceituais pré-requisito pertinentes ao módulo, além do exercício continuado dos pré-requisitos extraprograma. O período de aplicação do módulo movimento fica a critério do aplicador, levando-se em conta as particularidades existentes de cada contexto. Propõe-se incorporar critérios de desempenho para o encerramento do módulo e individualizar o ensino na medida do possível.</p>		
<p align="center"><b>Curso 05</b></p> <p>Apresente e discuta o conceito de velocidade como a taxa de variação do espaço em relação ao tempo; Explique a ocorrência de velocidade escalar e instantânea; Apresente uma breve explicação sobre o conceito de aceleração; Destaque que a aceleração é a taxa de variação da velocidade de um objeto em relação ao tempo; Explique a ocorrência de aceleração escalar e instantânea.</p>	<p align="center"><b>Oficina 05</b></p> <p>Forneça dados para que sejam construídos gráficos posição x tempo; velocidade x tempo; Peça que os alunos registrem medições de distância e tempo e usem para calcular as velocidades; Use carrinhos de brinquedo ou outros objetos para realizar experimentos de movimento com velocidade constante; Exiba vídeos ou animações que mostram exemplos de aceleração na vida cotidiana. discuta como a velocidade desses objetos muda ao longo do tempo; Ensine os alunos a construírem gráficos de velocidade versus tempo;</p>	<p align="center"><b>Materiais</b></p> <p>Quadro branco; Pincel; Data show; Computador; Fitas métricas; Cronômetros; Objetos que tenham movimento ou possam ser movimentados; Filmes e desenhos.</p>

	<p>Explique como a inclinação do gráfico representa a velocidade;</p> <p>Peça aos alunos que criem uma representação visual ou um projeto que demonstre a compreensão dos conceitos de aceleração;</p> <p>Peça aos alunos que desenhem gráficos simples para descrever situações de aceleração constante e aceleração variável.</p>	
<p><b>Curso 06</b></p> <p>Explore a classificação de movimentos de acordo com a velocidade (progressivo e retrógrado);</p> <p>Explore a classificação de movimentos de acordo com a aceleração (acelerado e retardado);</p> <p>Demonstre e discuta as correlações entre os tipos de movimentos.</p>	<p><b>Oficina 06</b></p> <p>Faça brincadeiras onde os alunos possam observar cada tipo de movimento;</p> <p>Utilize simulações virtuais para obter cada tipo de movimento de forma separados e as possíveis combinações entre eles;</p> <p>Peça que aos alunos tracem os caminhos que fazem ao ir para o colégio para analisarem os movimentos realizados.</p>	<p><b>Materiais</b></p> <p>Quadro branco, Pincel; Data show; Computador; Celulares; Softwares simulações virtuais.</p>
<p><b>Curso 07</b></p> <p>Explique velocidade constante e representações gráficas;</p> <p>Explore a ocorrência de movimentos com aceleração constante e suas representações gráficas.</p>	<p><b>Oficina 07</b></p> <p>Demonstre a relação entre distâncias constante e a variação do tempo;</p> <p>Use softwares de simulação para modelar diferentes tipos de movimentos, como velocidades constantes;</p> <p>Analise os resultados e compare com os conceitos teóricos.</p>	<p><b>Materiais</b></p> <p>Quadro branco; Pincel; Data show; Computador; Softwares de simulações virtuais.</p>
<p><b>Curso 08</b></p> <p>Apresente a definição de Cinemática e identificar conceitos subordinados à Cinemática;</p>	<p><b>Oficina 08</b></p> <p>Peça aos alunos que comparem os movimentos em diferentes situações, com o intuito de pontuar porque podemos ignorar suas causas;</p> <p>Discuta as implicações práticas de ter desses diferentes movimentos em seus contextos;</p>	<p><b>Materiais</b></p> <p>Quadro branco; Pincel; Data show; Computador.</p>

<p>Apresente exemplares do tema Cinemática, apresentando variações de diagramas.</p>	<p>Apresente possíveis causas de variados movimentos e peça para que os alunos descrevam o movimento pontuando o que eles acham importante para que um movimento ocorra.</p>	
<p><b>Curso 09</b>          Apresente e discuta os conceitos de dinâmica e identificar conceitos subordinados a dinâmica;          Apresente exemplares do tema Dinâmica, apresentando variações de diagramas.</p>	<p><b>Oficina 09</b>          Peça aos alunos que comparem os movimentos em diferentes situações, com o intuito de pontuar suas possíveis causas;          Discuta as implicações práticas de ter desses diferentes movimentos em seus contextos;          Apresente possíveis causas de variados movimentos e peça para que os alunos justifiquem essas causas.</p>	<p><b>Materiais</b>          Quadro branco;          Pincel;          Data show;          Computador.</p>
<p><b>MÓDULO 03 – MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME (MRU):</b> Este módulo foi desenvolvido com o intuito de desenvolver os conhecimentos e habilidades essenciais aos aprendizes, sobre o movimento retilíneo uniforme – MRU, que é um movimento característico da Cinemática, trazer o contexto de sua ocorrência, suas particularidades e apresentar as formulas utilizadas. O módulo é composto por três cursos, cada um contendo uma oficina com oportunidades práticas de desenvolvimento e exercício dos comportamentos comportamento-objetivo intermediários e terminais pertinentes ao módulo, além do exercício continuado dos pré-requisitos intra e extraprograma. O período de aplicação do módulo fica a critério do aplicador, levando se em conta as particularidades existentes de cada contexto. Propõe-se incorporar critérios de desempenho para o encerramento do módulo e individualizar o ensino na medida do possível.</p>		
<p><b>Curso 10</b>          Apresente e discuta a definição e as características do MRU;          Apresente aplicações e análises de gráficos de (posição x tempo) e (velocidade x tempo);          Revise os conceitos de velocidade e aceleração, e suas relações com espaço e tempo.</p>	<p><b>Oficina 10</b>          Faça uma discussão sobre as características do MRU, pontuando o fato de ter velocidade constante;          Peça aos alunos que resolvam problemas e expliquem suas soluções;          Traga experiências virtuais ou simulações para demonstrar visualmente os conceitos de MRU;          Apresente situações do cotidiano e peça aos alunos para identificarem as variáveis envolvidas e escolherem a fórmula apropriada;          Forneça dados de diferentes movimentos e peça aos alunos para classificar cada conjunto de dados em</p>	<p><b>Materiais</b>          Quadro branco;          Pincel;          Data show;          Computador;          Televisão;          Filmes e gifs;          Pontos de localização (mapas ou espaço na escola).</p>

	posição inicial, posição final, velocidade inicial, velocidade final, aceleração.	
<p><b>Curso 11</b></p> <p>Destaque as variáveis envolvidas na cinemática, como posição inicial (<math>s_0</math>), posição final (<math>s</math>), velocidade inicial (<math>v_0</math>), velocidade final (<math>v</math>), aceleração (<math>a</math>), tempo (<math>t</math>);</p> <p>Mostre e discuta a fórmula da função horária do movimento uniforme;</p> <p>Explique cada variável e suas relações entre si.</p>	<p><b>Oficina 11</b></p> <p>Faça um jogo da memória usando os dados em posição inicial, posição final, velocidade inicial, velocidade final, aceleração;</p> <p>Realize a montagem da fórmula em um painel onde aos alunos possam manipular as variáveis;</p> <p>Apresente variadas situações para aplicação da fórmula.</p>	<p><b>Materiais</b></p> <p>Quadro branco;</p> <p>Pincel;</p> <p>Data show;</p> <p>Computador;</p> <p>Painel para ser montado as fórmulas.</p>
<p><b>Curso 12</b></p> <p>Explique e discuta o conceito de velocidade média;</p> <p>Explique e discuta as características do MRU, destacando o porquê da aceleração igual a zero;</p> <p>Demonstre como os conceitos e as equações básicas do MRU e são capazes de resolver problemas do dia a dia;</p> <p>Apresente os gráficos do movimento.</p>	<p><b>Oficina 12</b></p> <p>Realize experimentos para coletar dados e criar gráficos para entender a relação entre deslocamento e tempo;</p> <p>Realize observações de objetos em movimento para identificar o MRU;</p> <p>Apresente desafios que exijam o uso da fórmula de velocidade para resolver problemas mais complexos, incentive a resolução de problemas em grupo para promover a colaboração;</p> <p>Ofereça atividades de interpretação e construção de gráficos a partir de dados fornecidos;</p> <p>Divida os alunos em grupos para discutirem e resolverem problemas sobre os conceitos já apresentados, promovendo a colaboração.</p>	<p><b>Materiais</b></p> <p>Quadro branco;</p> <p>Pincel;</p> <p>Data show;</p> <p>Lista para montagem dos gráficos;</p> <p>Lista de problemas para interpretação.</p>
<p><b>MÓDULO 04 – MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME VARIADO (MRUV):</b> Este módulo foi desenvolvido com o intuito de desenvolver os conhecimentos e habilidades essenciais aos aprendizes, sobre o movimento retilíneo uniformemente variado – MRUV, que é um movimento característico da Cinemática, trazer o contexto de sua ocorrência, suas particularidades e apresentar as fórmulas utilizadas. O módulo é composto por três cursos, cada um contendo uma oficina com oportunidades práticas de desenvolvimento e exercício dos comportamentos comportamento-objetivo intermediários e terminais pertinentes ao módulo, além do exercício continuado dos pré-requisitos</p>		

<p>intra e extraprograma. O período de aplicação do módulo fica a critério do aplicador, levando-se em conta as particularidades existentes de cada contexto. Propõe-se incorporar critérios de desempenho para o encerramento do módulo e individualizar o ensino na medida do possível.</p>		
<p><b>Curso 13</b></p> <p>Explique e discuta o movimento com aceleração constante e suas representações gráficas e matemáticas; Apresente e discuta a definição e as características do MRUV.</p>	<p><b>Oficina 13</b></p> <p>Use software ou simuladores para criar e analisar gráficos de MRUV;  Realize experimentos que envolvem inclinações e rampas;  Demonstre por meio de visualizações de como a aceleração constante afeta o movimento e como é representado graficamente;  Oriente a construção e interpretação de gráficos de (posição x tempo), (velocidade x tempo).</p>	<p><b>Materiais</b></p> <p>Quadro branco;  Pincel;  Data show;  Lista para montagem dos gráficos;  Lista de problemas para interpretação;  Simuladores virtuais;  Celulares com aplicativo.</p>
<p><b>Curso 14</b></p> <p>Ensine a interpretação de gráficos de aceleração em função do tempo;  Explore os tipos de aceleração que podem ocorrer.</p>	<p><b>Oficina 14</b></p> <p>Use softwares de simulação para modelar diferentes tipos de movimentos, como aceleração constante e desaceleração;  Apresente problemas práticos relacionados ao movimento para que os alunos apliquem os conceitos aprendidos;  Incentive a resolução colaborativa de problemas em sala de aula.</p>	<p><b>Materiais</b></p> <p>Quadro branco;  Pincel;  Data show;  Lista para montagem dos gráficos;  Lista de problemas para interpretação;  Softwares de simulações virtuais.</p>
<p><b>Curso 15</b></p> <p>Mostre e discuta a fórmula da função horária da posição, função horária da velocidade e Torricelli;  Explique e discuta a relação entre as fórmulas e os gráficos;  Mostre e discuta como as equações diferem entre si e quando cada uma deve ser usada.</p>	<p><b>Oficina 15</b></p> <p>Modifique os dados em um problema conhecido e peça aos alunos para ajustar as fórmulas de acordo com as novas condições;  Destaque como as fórmulas são flexíveis e podem ser adaptadas a diferentes situações;  Apresente problemas práticos relacionados ao movimento para que os alunos apliquem os conceitos aprendidos;  Realize a montagem da fórmula em um painel onde aos alunos possam manipular as variáveis.</p>	<p><b>Materiais</b></p> <p>Quadro branco;  Pincel;  Data show;  Lista para montagem dos gráficos;  Lista de problemas para interpretação;  Painel para montagem de fórmulas.</p>

<p><b>MÓDULO 05 – LANÇAMENTO VERTICAL:</b> Este módulo foi desenvolvido com o intuito de desenvolver os conhecimentos e habilidades essenciais aos aprendizes, sobre lançamento vertical, que é um movimento característico da Cinemática, trazer o contexto de sua ocorrência, suas particularidades e apresentar as fórmulas utilizadas. O módulo é composto por três cursos, cada um contendo uma oficina com oportunidades práticas de desenvolvimento e exercício dos comportamentos comportamento-objetivo intermediários e terminais pertinentes ao módulo, além do exercício continuado dos pré-requisitos intra e extraprograma. O período de aplicação do módulo fica a critério do aplicador, levando-se em conta as particularidades existentes de cada contexto. Propõe-se incorporar critérios de desempenho para o encerramento do módulo e individualizar o ensino na medida do possível.</p>		
<p><b>Curso 16</b></p> <p>Explique e discuta os conceitos básicos da gravidade e do lançamento vertical; Discuta a aceleração devida à gravidade (aproximadamente <math>9,8 \text{ m/s}^2</math> na superfície da Terra).</p>	<p><b>Oficina 16</b></p> <p>Realize um experimento simples de queda livre, onde os alunos possam medir o tempo que um objeto leva para cair e, a partir disso, calcular a aceleração devida à gravidade; Demonstre a aceleração devida à gravidade soltando objetos leves de diferentes alturas e cronometrando o tempo que levam para atingir o solo; Divida os alunos em grupos e forneça materiais para a construção de pequenos projéteis (papel, fita adesiva, etc.). Eles devem lançar os projéteis verticalmente e registrar dados como altura, tempo de voo e alcance.</p>	<p><b>Materiais</b></p> <p>Quadro branco; Pincel; Data show; Lista para montagem dos gráficos; Lista de problemas para interpretação; Painel para montagem de fórmulas.</p>
<p><b>Curso 17</b></p> <p>Explore e discuta como a gravidade varia em diferentes planetas e como isso afeta o lançamento vertical; Ensine os alunos a calcularem a velocidade inicial de um objeto lançado verticalmente usando a fórmula.</p>	<p><b>Oficina 17</b></p> <p>Os alunos podem realizar cálculos teóricos ou simulações para comparar o comportamento em diferentes ambientes; Peça aos alunos para criar gráficos de altura vs. tempo para os lançamentos. Isso ajudará a visualizar como a altura muda ao longo do tempo; Mostre vídeos de lançamentos verticais e peça aos alunos para analisar a trajetória, a velocidade e o tempo de queda.</p>	<p><b>Materiais</b></p> <p>Quadro branco; Pincel; Data show; Objetos que possam ser lançados; Vídeos; Televisão.</p>
<p><b>Curso 18</b></p>	<p><b>Oficina 18</b></p> <p>Realize lançamento de objetos verticalmente e medir o tempo de subida e descida, altura máxima e comparação</p>	<p><b>Materiais</b></p> <p>Quadro branco; Pincel;</p>

<p>Demonstre a aplicação das fórmulas utilizadas no lançamento e sua relação com a cinemática;          Explique e discuta as equações de lançamento vertical;          Aponte a aproximação entre gravidade e aceleração e debata o efeito da gravidade.</p>	<p>dos resultados e realização de previsões da ocorrência dos lançamentos;          Proponha a realização de cálculos e análise dos lançamentos realizados;          Oriente a construção e interpretação de gráficos para analisar movimentos ascendentes e descendentes;          Faça discussão sobre exemplos reais de lançamento vertical.</p>	<p>Data show;          Lista para montagem dos gráficos;          Lista de problemas para interpretação;          Cronômetro;          Objetos a serem lançados.</p>
<p><b>MÓDULO 06 – 2º LEI DE NEWTON:</b> Este módulo foi desenvolvido com o intuito de desenvolver os conhecimentos e habilidades essenciais aos aprendizes, sobre a segunda lei de Newton, que versa sobre o movimento ocasionado pela aplicação de uma força, no campo da Dinâmica, trazer o contexto de sua ocorrência, suas particularidades e apresentar as formulas utilizadas. O módulo é composto por dois cursos, cada um contendo uma oficina com oportunidades práticas de desenvolvimento e exercício dos comportamentos comportamento-objetivo intermediários e terminais pertinentes ao módulo, além do exercício continuado dos pré-requisitos intra e extraprograma. O período de aplicação do módulo fica a critério do aplicador, levando se em conta as particularidades existentes de cada contexto. Propõe-se incorporar critérios de desempenho para o encerramento do módulo e individualizar o ensino na medida do possível.</p>		
<p style="text-align: center;"><b>Curso 19</b></p> <p>Explique o conceito de dinâmica e a segunda lei de Newton;          Realize uma revisão final, destacando os principais conceitos aprendidos sobre dinâmica e a segunda lei de Newton;          Discuta como as forças influenciam o movimento do objeto de acordo com a segunda lei de Newton.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Oficina 19</b></p> <p>Destaque a relação entre força, massa e aceleração;          Realize uma experiência simples, como empurrar um objeto com diferentes forças e observar a aceleração resultante;          Peça aos alunos para medir a massa do objeto e calcular a aceleração usando a fórmula;          Apresente exemplos do mundo real em que a segunda lei de Newton é aplicada, como o movimento de veículos, esportes etc;          Promova discussões em grupo sobre como a segunda lei de Newton se aplica em diferentes contextos.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Materiais</b></p> <p>Quadro branco;          Pincel;          Data show;          Uso de dinamômetros e sensores de movimento;          Balança;          Objetos com massas variadas.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Curso 20</b></p> <p>Demonstre a relação entre força, massa e aceleração, conforme a Segunda Lei de Newton;</p>	<p style="text-align: center;"><b>Oficina 20</b></p> <p>Incentive os alunos a compartilharem suas descobertas e debater sobre as aplicações práticas da lei em eventos do cotidiano;</p>	<p style="text-align: center;"><b>Materiais</b></p> <p>Quadro branco;          Pincel;          Data show;</p>

<p>Explore a segunda lei em aplicação em problema de variados movimentos; Apresente as equações de movimento e demonstre a análise de gráficos relacionados; Discuta a importância e relação da segunda lei com as outras leis de Newton.</p>	<p>Peça aos alunos para identificar e desenhar as forças atuantes em um objeto específico em diferentes situações; Configure estações de experimentos em que os alunos possam medir a aceleração de diferentes objetos sob diferentes forças; Proponha experimentos envolvendo a aplicação de forças em objetos de diferentes massas e medição das acelerações resultantes; Realize pequenos questionários ou discussões em sala para avaliar a compreensão dos alunos sobre a segunda lei de Newton ao longo do processo; Traga problemas práticos e resolução em grupo para ser pontuado aplicações da segunda lei no dia a dia; Oriente os alunos para a realização de mapa conceitual com pontuação das principais características da segunda lei de Newton.</p>	<p>Uso de dinamômetros e sensores de movimento; Balança; Objetos com massa variadas; Lista de perguntas para serem discutidas em grupos.</p>
---	--	--

## Discussão

A Programação de Condições de Desenvolvimento de Comportamento (PCDC) desempenha um papel importante na aprendizagem, proporcionando uma abordagem estruturada e adaptativa para o desenvolvimento cognitivo dos aprendizes (Schunk, 2012). Neste trabalho, o objetivo foi desenvolver as duas primeiras etapas de uma PCDC no modelo de Kienen et al (2013), visando o ensino do conceito de aceleração para estudantes do primeiro ano do ensino médio. São etapas iniciais de análise e organização da programação de ensino nos moldes da PCDC, fundamentais para informar a implementação, a avaliação e o ajuste continuados do programa de ensino. Na medida em que o presente trabalho não contou com a implementação do programa resultante, o presente relato se apresenta como uma demonstração de como proceder nas etapas fundamentais da PCDC, a partir de uma demanda real do contexto de ensino de Física. Sem dúvida, muitos aspectos do programa proposto que necessitarão de revisões e ajustes à luz dos resultados de uma aplicação, sobretudo aqueles relativos à Etapa 2, de elaboração do programa.

Entretanto, as análises realizadas na Etapa 1 – de identificação de situações-problema, elaboração de comportamentos-objetivo terminais e decomposição de comportamentos-objetivo intermediários –, parece-nos uma base sólida não apenas para eventuais refinamentos do programa elaborado, mas também para a elaboração de programas de ensino alternativos. Espera-se que este trabalho sirva como um estudo de caso para docentes das Ciências Naturais interessados em elaborar programas de ensino congruentes com os princípios da educação brasileira moderna. Em especial, uma programação de ensino baseada em uma abordagem comportamental parece ser um caminho promissor para materializar o ideal de centrar o ensino no aluno e dar-lhe oportunidades de aprender na ação sobre problemas práticos. Isso porque se trata de uma abordagem fundamentada em princípios e procedimentos da análise do comportamento, que dá especial atenção à organização das condições ambientais nas quais a

ação do aprendiz se dá. Por princípio, o ensino é pautado pela definição objetiva de quais comportamentos o aprendiz deve ser capaz de demonstrar e pela organização de condições ambientais necessárias para a aquisição de tais comportamentos.

Em comparação com as abordagens tradicionais do ensino de Física, que na maioria das vezes se baseiam apenas em palestras expositivas e num currículo fixo imposto pelas unidades educacionais, esta PCDC tenta trazer um encadeamento de um ensino com centralidade para prática ativa, crucial para a retenção das aprendizagens, por meio da aplicação do conhecimento teórico em resoluções de situações-problema que possam surgir no dia a dia do aprendiz. A presente PCDC combina métodos expositivos (cursos) e práticos (oficinas) relativamente tradicionais, mas com uma abordagem comportamental, individualizada e personalizada, que tem o potencial de atender a diversos estilos de aprendizagem e proporcionar uma experiência de ensino ao aluno mais inclusiva e eficaz.

O foco da PCDC em definir os objetivos de ensino em termos de comportamentos encoraja a utilização de recursos tecnológicos e interativos como aspectos primários das condições de ensino, integrando simulações, laboratórios virtuais e outras ferramentas digitais que oferecem um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e envolvente. Esses recursos não são apenas suplementares, mas são incorporados diretamente na estrutura de aprendizagem, permitindo que os alunos experimentem e visualizem características físicas de maneira prática e interativa. Isso contrasta com métodos tradicionais, que podem se limitar a projeções estáticas e experimentos de laboratório que, embora úteis, não são tão facilmente adaptáveis às necessidades de cada aluno.

Um pilar desta programação de ensino é a utilização de avaliações formativas regulares (avaliações diagnósticas), pois será por meio da verificação objetiva do desempenho dos alunos que os aplicadores serão capazes de identificar em tempo quais são as necessidades de aprendizagem de cada aluno e, assim, poderão personalizar as atividades e os materiais, e

mesmo aspectos mais amplos como a sequência de ensino. Neste processo, as avaliações não servem a mera classificação dos alunos, mas ao contínuo ajuste dos procedimentos de ensino às peculiaridades de cada aprendiz. Na prática, o ideal é que a avaliação aconteça naturalmente nas próprias condições organizadas para o desenvolvimento de comportamentos-objetivo, sem configurar momentos separados, estanques (Carmo, 2010). Para que funcionem assim de fato, é fundamental que se forneça feedbacks sistemáticos para o desempenho do aluno, de forma contínua e, sempre que possível, imediatos. Estudos demonstram que o feedback imediato e contingente, característico do ensino comportamental, pode aumentar significativamente o aprendizado dos estudantes (Skinner, 1953).

Ao organizar o ensino seguindo o critério de sequência lógica de ensino, levou-se em consideração a relação de dependência existente entre os comportamentos-objetivo pré-requisito e terminais, visando uma organização focada no desenvolvimento progressivo de repertórios que servem de base para o desenvolvimento para novos repertórios. De acordo com Schlinger (2008). A sequência lógica é uma indicada para apresentação de comportamentos interconectados e habilidades que são construídas sobre outras. Isto converge com a teoria da instrução de Gagné (1985), que destaca a importância de organizar as condições de aprendizagem em consonância com as fases de desenvolvimento das habilidades, pois a aprendizagem é facilitada quando os materiais e as atividades são organizados em uma sequência que vai do simples ao complexo, permitindo que cada nova aprendizagem seja assimilada com base na anterior (Gagné, 1985, Moreno & Mayer, 2002).

No que concerne às modalidades de ensino, a PCDC foi estruturada para ensino presencial, baseado na interação face a face, que permita ao professor observar diretamente o comportamento do aluno e fazer ajustes imediatos. Técnicas como o reforço positivo devem ser utilizadas para encorajar comportamentos desejados, como participação ativa e cumprimento de tarefas.

Outros aspectos que a programação deve priorizar em sua aplicação são as técnicas educacionais da modelagem e a modelação. Catania (1999) pontua que essas são estratégias importantes a serem seguidas nas modalidades de ensino. A modelação envolve a apresentação de um comportamento desejado para que o aluno possa observar e imitar, facilitando o processo de aprendizagem por meio da observação, de forma que os indivíduos aprendam observando os comportamentos dos outros e as consequências alcançadas por esses comportamentos. Essa abordagem é eficaz porque fornece aos alunos um exemplo concreto a seguir, reduzindo a ambiguidade e facilitando a aquisição de novas habilidades (Bandura, 1977; Ormrod, 2016).

A modelagem é uma abordagem que envolve a criação de representações abstratas de tendências ou processos reais para facilitar a compreensão e a análise por meio de um ensino construído por sucessivas aproximações de reforços dados para se atingir o comportamento alvo (Ormrod, 2016). Na educação, a modelagem é utilizada para ajudar os alunos a desenvolverem uma compreensão mais profunda de conceitos complexos. Reforçando sucessivas aproximações de um comportamento desejado, permitindo a aquisição gradual de habilidades complexas, promovendo o pensamento crítico e a resolução de problemas, uma vez que os alunos são incentivados a explorar diferentes cenários e hipóteses. Além disso, ela apoia a aprendizagem ativa e participativa, pois os alunos são responsáveis pela construção e ajuste de seus modelos, o que reforça a compreensão e a retenção do conhecimento, na aquisição de habilidades complexas, como a resolução de problemas matemáticos e a construção de argumentos lógicos (Catania, 1999; Jonassen et al., 2005).

Até aqui, foram discutidos aspectos filosóficos, teóricos e metodológicos que caracterizam e devem guiar a implementação de uma PCDC. Foram também pontuadas diferenças importantes dessa modalidade de programação de ensino em relação aos modos tradicionais de ensino, que ainda são majoritários no ensino de Física. Complementarmente, parece pertinente ilustrar o contraste entre os modos de ensino tendo como ponto de referência

as experiências obtidas em sala de aula pela autora deste trabalho, não apenas como professora de Física, mas como egressa da formação em Física que teve uma formação inicialmente pouco voltada ao contexto educacional, com disciplinas poucas pedagógicas, e que experimental de perto as dificuldades que um aluno enfrenta ao ser exposto aos conceitos da disciplina de Física. Trata-se de uma disciplina que pode ser intimidadora, com conteúdo bem abstratos, que exige um conhecimento matemático um pouco mais aprimorado dos alunos. Por envolver um relato pessoal, parte da discussão a seguir terá uma linguagem mais pessoal.

Do ponto de vista docente, foi transformador conhecer uma abordagem comportamental ao ensino, que até o início do mestrado era desconhecida, mas que aos poucos foi se mostrando uma opção que traria a meu repertório de docência ferramentas para melhorar o processo de aprendizagem, pois ela ataca o ensino com foco em desenvolver comportamentos nos alunos de forma bem delimitada, criteriosa e individualizada. Ao considerar essas características à luz das dificuldades de aprender e de ensinar o conceito de aceleração, considero que um diferencial da programação de ensino nos moldes da PCDC é favorecer que o professor enxergue os comportamentos que estão “por trás” da organização tradicional dos conteúdos de Física e se permita reorganizar o ensino com base em necessidades de aprendizagem. Neste trabalho, a organização se assemelha àquela geralmente encontrada em livros didáticas, sequenciada do geral para o específico, mas permeada pelo ideal de distribuir as condições de aprendizagem de maneira lógica e progressiva, assegurando que os pré-requisitos sejam aprendidos antes de avançar para tópicos mais complexos. Outro diferencial importante da PCDC está em atrelar de forma obrigatória e central, não suplementar, a apresentação de atividades práticas e repetitivas como condições para aquisição dos comportamentos conceituais e processuais que materializam a compreensão de conceitos físicos.

É importante pontuar também que ao tentar desenvolver uma PCDC, muito desafios surgiram, desde da escolha do conteúdo a ser abordado, na estruturação que envolve muito mais

do que a escolha de um critério, para sequenciação dos comportamentos, da unidade, modalidade e condições de ensino. Ao elaborar a presente Programação de Condições de Desenvolvimento de Comportamentos (PCDC) com uma abordagem estruturada para o ensino do conceito de aceleração, uma das maiores dificuldades foi encontrar uma base que proporcionasse um direcionamento na delimitação das situações-problemas.

Apesar do ideal de que as situações-problema sejam significativas para o contexto de prático dos aprendizes, os materiais didáticos tendem focar o ensino em problemas adaptados de vestibulares. Assim, a solução foi direcionar a pesquisa ao contexto da avaliação realizada ao final do ensino médio e que atualmente é usado como ingresso nas universidades.

A segunda maior dificuldade foi caracterizar a cadeia de comportamentos-objetivo intermediários que levam ao comportamento-objetivo terminal, abrangendo variações processuais que resultam no mesmo comportamento terminal. Essa etapa se tornou particularmente difícil porque, na literatura, os trabalhos sobre PCDC trazem exemplares amplos, sem muitos detalhes sobre como realmente deve-se realizar esta decomposição, o que conta ou não como comportamento-objetivo intermediário. Realizar um processo de regressão comportamental, como foi realizado nesta etapa, demanda inúmeras repetições, tornando-se exaustivo a quem está programando. Ao contrário de métodos tradicionais, que frequentemente adotam uma abordagem bastante uniforme e rígida.

### **Considerações Finais**

Um desafio que não foi encarado neste trabalho, mas necessariamente surgirá para a aplicação do programa de ensino proposto aqui, é que as inovações, por mais bem-vindas e justificadas que possam parecer, precisam estar de acordo com o contexto escolar, disponibilidades de aceitação por parte das unidades educacionais, que já possuem suas estruturas metodológicas bem sedimentadas, e que muitas das vezes impõem barreiras ao que é novo, mesmo sendo a novidade proposta em um arcabouço legislativo que preza por uma

método mais comportamental. Geralmente, os ambientes escolares carecem de recursos tecnológicos e laboratoriais necessários para realizar experimentos práticos e simulações de alta qualidade, além da necessidade muitas das vezes imposta de cobrir uma grande curricular extensa em um período limitado de tempo, situação que pode reduzir o tempo disponível para experimentos práticos e atividades diferenciadas, ou ainda a própria aplicação de qualquer metodologia de ensino que demanda um pouco mais de tempo. A superação do modelo tradicional e a implementação plena do ensino com base em competências requer tempo e formação contínua dos educadores, mas não só. Adaptações criativas frente à carência de recursos adequados e suporte institucional são fundamentais para superar as limitações presentes no contexto real de sala de aula.

Apesar dos desafios, desenvolver uma programação de ensino com foco em comportamentos pode trazer ao professor satisfação e senso de eficácia, ao trazer à tona o que é essencial ensinar para uma compreensão eficaz de um conceito complexo e abstrato, como é o de aceleração dentro do contexto do ensino de Física. Apesar dos desafios, o uso dessa metodologia ativa com utilização de tecnologia, experimentos práticos e avaliações contínuas, pode significativamente melhorar a compreensão dos alunos, proporcionando uma aprendizagem mais rica e engajadora.

## Referências

- Alberto, P. A., & Troutman, A. C. (2013). *Applied behavior analysis for teachers*. Pearson Higher
- Alves, D. T., Souza, S. A. V., Pereira Filho, S. C. F., & Elias, W. S. (2011). Análise de metodologia baseada no sistema de ensino individualizado de Keller aplicada em um curso introdutório de eletromagnetismo. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 33(1), 1403. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000100014>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Bandura, A. (1977). Teoria da aprendizagem social. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall
- Barrows, H. S. (1986) A Taxonomy of Problem-Based Learning methods. *Medical Education*, 20, 481-486. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x>
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education.
- Bonadiman, H; Nonenmacher, S. E. B. (2007). O Gostar e o Aprender no ensino de Física: Uma proposta metodológica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(2), 194-223
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom* (ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1). Washington, DC: George Washington University. Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED336049.pdf>
- Bori, C. M. (1974). Developments in Brazil. Em F. S. Keller & J. G. Sherman (Orgs.). *The Keller plan handbook* (pp. 65–72). Menlo Park, CA: W. A. Benjamin.
- Bordignon-Luiz, F., & Botomé, S. P. (2017). Avaliação de objetivos de ensino de História a partir da contribuição da Análise do Comportamento. *Acta Comportamentalia*, 25(3), 329-346. <https://doi.org/10.32870/ac.v25i3.61630>

- Botomé, S. P. (1996). Um procedimento para encontrar os comportamentos que constituem as aprendizagens envolvidas em um objetivo de ensino (Texto não publicado).
- Botomé, S. P. (2001). A noção de comportamento. In H.P.M. Feltes, & U. Zilles. (Orgs.) *Filosofia: Diálogo de horizontes* (pp. 687-708). Caxias do Sul: EDUCS, Porto Alegre: EDIPUCRS.
- Botomé, S. P., Kubo, O. M. (2002). Responsabilidade social dos programas de pós-graduação e formação de novos cientistas e professores de nível superior. *Interação em Psicologia*, 6(1), 81–110. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/328067158.pdf>
- Botomé, S. P., Moskorz, K., Kubo, O. & De Luca, G. G. (2012). *Intervenções na análise do comportamento*. Educação Brasileira, 21(42), 97-120.
- Brasil (1996). Lei n. 9.394/1996 Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília. Ministério da Educação. Brasília: MEC, SEMTEC.
- Brasil (1998). Conselho Nacional de Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil. Brasília, DF: Ministério da Educação.
- Brasil (1999). PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, Conhecimento de Física. Ministério da Educação. Brasília: MEC, SEMTEC.
- Brasil (2006). Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM. Ministério da Educação. Brasília: MEC.
- Brasil (2013). Base Nacional Comum Curricular - BNCC. Ministério da Educação. Brasília: MEC; SEB; DICEI.
- Brasil (2014). Plano Nacional de Educação - PNE - Lei n° 13.005/2014. Ministério da Educação. Brasília: MEC.
- Brasil (2018). PCNEM - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais de Física. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Ministério da Educação. Brasília: MEC, SEMTEC.

- Carmo, J. D. S. (2010). *Fundamentos Psicológicos da Educação*. Curitiba: IbpeX.
- Carrara, K. (1998). *Behaviorismo Radical: Crítica e Metacrítica*. Editora Oficina Universitária.
- Casagrande, A. M. (2018). *Ensino híbrido de Física utilizando o Moodle: um estudo sobre as contribuições educacionais no Ensino Médio*. Dissertação de Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências. Universidade de São Paulo.
- Catania, A. C. (1998). *Learning* (4th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Cianca, B. C; Panosso, M. G; Kienen. (2020). Programação de condições para desenvolvimento de comportamentos: caracterização da produção científica brasileira de 1998-2017. *Revista Perspectivas em Análise do Comportamento*, 11(2), 114-136. <https://doi.org/10.18761/PAC.2020.v11.n2.01>
- Cooper, J. O., Heron, T. E., & Heward, W. L. (2020). *Applied Behavior Analysis* (3rd ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Cortegoso, A. L., & Coser, D. S. (2011). *Elaboração de programas de ensino: Material auto-instrutivo*. São Carlos: EDUFSCAR.
- De Luca, G. G. (2013). *Avaliação da eficácia de um programa de contingências para desenvolver comportamentos constituintes da classe geral “avaliar a confiabilidade de informações”*. Tese de Doutorado, UFSC.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L (2011). From game design elements to gamefulness: defining gamification. In Proceedings of the 15th International Academic Mind Trek Conference: Envisioning Future Media Environments (pp. 9-15). ACM. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Dewey, J. (1916). *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education*. Macmillan.

- Fonseca, S. M.; Mattar, J. (2017). Metodologias ativas aplicadas à educação a distância: revisão da literatura. *Revista EDaPECI*, 17(2), 185-197.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6711141>
- Gagné, R. M. (1985). *The Conditions of Learning* (4<sup>a</sup> ed.). Holt, Rinehart and Winston.
- Garrison, D. R., & Kanuka, H. (2004). Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. *The Internet and Higher Education*, 7(2), 95-105.  
<https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2004.02.001>
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2013). *Fundamentos de Física* (Vol. 1). LTC Editora
- Huang, R., Spector, J. M., & Yang, J. (2019). *Educational Technology: A Primer for the 21st Century*. Springer.
- Jonassen, D. H., Howland, J., Moore, J., & Marra, R. M. (2003). *Learning to solve problems with technology: A constructivist perspective*. Prentice Hall.
- Keller, F. S. (1968). *Goodbye, Teacher....* Palo Alto, CA: Davies-Black Publishing.
- Keller F. S., & Sherman J. G. (1974). *The Keller Plan handbook: Essays on a personalized system of instruction*. Menlo Park, Ca.: W. A. Benjamin, Inc.
- Kienen, N., Kubo, O. M., & Botomé, S. P. (2013). Ensino programado e programação de condições para o desenvolvimento de comportamentos: Alguns aspectos no desenvolvimento de um campo de atuação do psicólogo. *Acta Comportamental*, 21(4), 481-494. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2745/274528983006.pdf>
- Kienen, N; Panosso, M. G; Nery, A. G. S; Waku. I; Carmo., J. S. (2021). Contextualização sobre a Programação de Condições para Desenvolvimento de Comportamentos (PCDC): Uma experiência brasileira. *Revista Perspectivas*, 12(2), 360-390. Recuperado de <https://www.revistaperspectivas.org/perspectivas/article/view/818>
- Kubo, O. M., & Botomé, S. P. (2001). Ensino aprendizagem: Uma interação entre dois processos comportamentais. *Interação em Psicologia*, 5(1), 133-171.

- Lovato, F. L., Michelotti, A., & da Silva Loreto, E. L. (2018). Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. *Acta Scientiae*, 20(2), 154-171. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.v20iss2id3690>
- Matos, M.A. (1998). Contingências para a análise comportamental no Brasil. *Psicologia USP*, 9(1), 89-100. <https://doi.org/10.1590/S0103-65641998000100014>
- Matos, M. A. (2001). Análise de contingências no aprender e no ensinar. Em E. S. do Alencar (Org.), *Novas contribuições da Psicologia aos processos de ensino e aprendizagem* (pp. 143–165). São Paulo: Cortez.
- Mattana, P. E. (2004). *Comportamentos profissionais do terapeuta comportamental como objetivos para sua formação*. Dissertação de Mestrado, Universidade.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2002). Verbal redundancy in multimedia learning: When reading helps listening. *Journal of Educational Psychology*, 94(1), 156-163. Recuperado de <https://www.learntechlib.org/p/94499/>
- Mendes, R. A., Brino, A. L. F., Goulart, P. R. K., & Calcagno, S. (2021). O Sistema Personalizado de Ensino adaptado ao ensino de Análise do Comportamento em uma universidade pública: Histórico, potencialidades e dificuldades. *Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva*, 23, 1-24. <https://doi.org/10.31505/rbtcc.v23i1.1658>
- Moreira, M. A. (1999). *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU.
- Moskorz, L. (2011). *Classes de comportamentos profissionais constituintes da classe geral de comportamentos do psicoterapeuta derivadas de um sistema de categorização de comportamentos desse tipo de profissional na interação com cliente*. Dissertação de Mestrado. Universidade.
- Nale, N. (1974). *Análise e avaliação de um curso programado individualizado de Biologia*. (Tese de Doutorado). São Paulo, SP.

- Nale, N. (1998). Programação de Ensino no Brasil: O Papel de Carolina Bori. *Psicologia USP*, 9(1), 275-301. <https://doi.org/10.1590/S0103-65641998000100058>
- Ormrod, JE (2016) *Aprendizagem Humana* (7ª ed.). Boston, MA: Pearson.
- Piaget, J. (1970). *Genetic epistemology*. Columbia University Press.
- Pinho Alves, J. F. (2000) Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 17(2), 174 -188. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9006>
- Popkewitz, T. S. (1997). *Reforma educacional*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Romão, L. M; Sacchelli, C. M. (2009). *Uma Proposta Construtivista na Aprendizagem dos Conceitos da Física com o Auxílio da Robótica Educacional*, Universidade da Região de Joinville, SC, Brasil.
- Rosa, C. W; Rosa, A. B. (2005). Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(1).
- Rosa, C. W; Rosa, A. B. (2012). O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. *Revista Iberoamericana de Educación*, 58(2), 1-24
- Saviani, D. Orso, P. J. Júnior Silva, J. R. Nosella, O. (2021). *Sociedade de classes e reforma universitária*. Autores Associados.
- Saviani, D. (2011). *Pedagogia Histórico-Crítica*. Autores Associados.
- Schlinger, H. D. (2008). *The Psychology of Human Learning: An Integrative Approach*. Jones & Bartlett Learning.
- Schunk, D. H. (2012). *Teorias de aprendizagem: uma perspectiva educacional*. Pearson.

- Silva, E. S. (2019). ENEM, prática docente e metodologias ativas: uma equação que não fecha. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 36(1), 55-68. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2019v36n1p55>
- Silva, N. L. F. (2017). Classes de comportamentos constituintes da classe geral “mediar conflitos de trabalho no contexto organizacional” (Dissertação de Mestrado)
- Skinner, B. F. (1954). The science of learning and the art of teaching. *Harvard Educational Review*, 24(2), 86-97.
- Skinner, B. F. (1968/2003). *The Technology of Teaching* (Tecnologia do Ensino). Appleton-Century-Crofts.
- Skinner, B. F. (1998). Ciência e comportamento humano. (J. C. Todorov & R. Azzi, Trans.). São Paulo: Martins Fontes. (publicado originalmente em 1953)
- Stédile, N. L. R. (1996). Prevenção em saúde: Comportamentos profissionais a desenvolver na formação do enfermeiro (Dissertação de Mestrado). Curso de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP.
- Teixeira, A. M. S. (2004). Ensino individualizado: Educação efetiva para todos. Em: M. M. C. Hübner, & M. Marinotti (Orgs.). *Análise do comportamento para a educação: Contribuições recentes* (pp. 65-101). Santo André: ESETec,
- Todorov, J. C, Moreira, M. B, Martone, R. C. (2009). Sistema Personalizado de Ensino, Educação à Distância e Aprendizagem Centrada no Aluno. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 25(3), 289-296. <https://doi.org/10.1590/S0102-37722009000300002>

### Anexo

Questões do Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, dos últimos dez anos, (2013 – 2023) que abordaram o conceito de aceleração da Física. A resposta correta em cada questão está pintada de amarelo.

#### Questão:106 – Ano 2023

Um professor lança uma esfera verticalmente para cima, a qual retorna, depois de alguns segundos, ao ponto de lançamento. Em seguida, lista em um quadro todas as possibilidades para as grandezas cinemáticas. Ele solicita aos alunos que analisem as grandezas cinemáticas no instante em que a esfera atinge a altura máxima, escolhendo uma combinação para os módulos

Grandeza cinemática	Módulo	Sentido
Velocidade	$v \neq 0$	Para cima
		Para baixo
	$v = 0$	Indefinido*
Aceleração	$a \neq 0$	Para cima
		Para baixo
	$a = 0$	Indefinido*

\*Grandezas com módulo nulo não têm sentido definido.

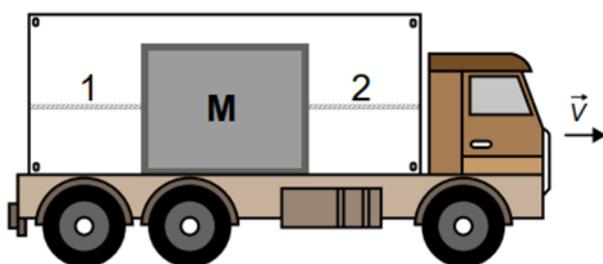
e sentidos da velocidade e da aceleração. A escolha que corresponde à combinação correta é.

- A)  $v = 0$  e  $a \neq 0$  para cima.
- B)  $v \neq 0$  para cima e  $a = 0$ .
- C)  $v = 0$  e  $a \neq 0$  para baixo.**
- D)  $v \neq 0$  para cima e  $a \neq 0$  para cima.
- E)  $v \neq 0$  para baixo e  $a \neq 0$  para baixo

#### Questão:130 – Ano 2023

Uma equipe de segurança do transporte de uma empresa avalia o comportamento das tensões que aparecem em duas cordas, 1 e 2, usadas para prender uma carga de massa  $M = 200$  kg na carroceria, conforme a ilustração. Quando o caminhão parte do repouso, sua aceleração

é constante e igual a  $3 \text{ m/s}^2$  e, quando ele é freado bruscamente, sua frenagem é constante e igual a  $5 \text{ m/s}^2$ . Em ambas as situações, a carga encontra-se na iminência de movimento, e o sentido do movimento do caminhão está indicado na figura. O coeficiente de atrito estático entre a caixa e o assoalho da carroceria é igual a  $0,2$ . Considere a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$ , as tensões iniciais nas cordas iguais a zero e as duas cordas ideais. Nas situações de aceleração e frenagem do caminhão, as tensões nas cordas 1 e 2, em newton, serão:



- A) aceleração:  $T_1 = 0$  e  $T_2 = 200$ ; frenagem:  $T_1 = 600$  e  $T_2 = 0$ .
- B) aceleração:  $T_1 = 0$  e  $T_2 = 200$ ; frenagem:  $T_1 = 1\,400$  e  $T_2 = 0$ .
- C) aceleração:  $T_1 = 0$  e  $T_2 = 600$ ; frenagem:  $T_1 = 600$  e  $T_2 = 0$ .
- D) aceleração:  $T_1 = 560$  e  $T_2 = 0$ ; frenagem:  $T_1 = 0$  e  $T_2 = 960$ .
- E) aceleração:  $T_1 = 640$  e  $T_2 = 0$ ; frenagem:  $T_1 = 0$  e  $T_2 = 1\,040$ .

### Questão:135 – Ano 2023

Uma concessionária é responsável por um trecho de 480 quilômetros de uma rodovia. Nesse trecho, foram construídas 10 praças de pedágio, onde funcionários recebem os pagamentos nas cabines de cobrança. Também existe o serviço automático, em que os veículos providos de um dispositivo passam por uma cancela, que se abre automaticamente, evitando filas e diminuindo o tempo de viagem. Segundo a concessionária, o tempo médio para efetuar a passagem em uma cabine é de 3 minutos, e as velocidades máximas permitidas na rodovia são  $100 \text{ km/h}$ , para veículos leves, e  $80 \text{ km/h}$ , para veículos de grande porte. Considere um carro e um caminhão viajando, ambos com velocidades constantes e iguais às máximas

permitidas, e que somente o caminhão tenha o serviço automático de cobrança. Comparado ao caminhão, quantos minutos a menos o carro leva para percorrer toda a rodovia?

A) 30

**B) 42**

C) 72

D) 288

E) 360

**Questão:100 – Ano 2022**

Em um dia de calor intenso, dois colegas estão a brincar com a água da mangueira. Um deles quer saber até que altura o jato de água alcança, a partir da saída de água, quando a mangueira está posicionada totalmente na direção vertical. O outro colega propõe então o seguinte experimento: eles posicionarem a saída de água da mangueira na direção horizontal, a 1 m de altura em relação ao chão, e então medirem a distância horizontal entre a mangueira e o local onde a água atinge o chão. A medida dessa distância foi de 3 m, e a partir disso eles calcularam o alcance vertical do jato de água. Considere a aceleração da gravidade de  $10 \text{ m s}^{-2}$ . O resultado que eles obtiveram foi?

A) 1,50 m

**B) 2,25 m**

C) 4,00 m

D) 4,50 m

E) 5,00 m

**Questão:104 – Ano 2021**

Analisando a ficha técnica de um automóvel popular, verificam-se algumas características em relação ao seu desempenho. Considerando o mesmo automóvel em duas versões, uma delas funcionando a álcool e outra, a gasolina, tem-se dados apresentando no quadro, em relação ao desempenho de cada motor. Considerando desprezível a resistência do

Parâmetro	Motor a gasolina	Motor a álcool
Aceleração	de 0 a 100 km/h em 13,4 s	de 0 a 100 km/h em 12,9 s
Velocidade máxima	165 km/h	163 km/h

ar, qual a versão apresenta a maior potência?

- A) Com a versão a gasolina consegue a maior aceleração, esta é a que desenvolver a maior potência.
- B) Com a versão a gasolina atinge o maior valor de energia cinética, esta é a que desenvolver a maior potência
- C) Com a versão a álcool apresenta a maior taxa de variação de energia cinética, esta é a que desenvolver a maior potência.
- D) Como ambas as versões apresentam a mesma variação de velocidade no cálculo da aceleração, a potência desenvolvida é a mesma.
- E) Como a versão a gasolina fica com o motor trabalhando por mais tempo para atingir os 100Km/h, esta é a que desenvolver a maior potência.

**Questão:122 - 2020**

Você foi contratado para sincronizar os quatro semáforos de uma avenida, indicados pelas letras O, A, B e C, conforme a figura. Os semáforos estão separados por uma distância de 500 m. Segundo os dados estatísticos da companhia controladora de trânsito, um veículo, que está inicialmente parado no semáforo O, tipicamente parte com aceleração constante de  $1 \text{ m/s}^2$  até atingir a velocidade de 72 km/h e, a partir daí, prossegue com velocidade constante. Você deve

ajustar os semáforos A, B e C de modo que eles mudem para a cor verde quando o veículo estiver a 100 m de cruzá-los, para que ele não tenha que reduzir a velocidade em nenhum momento. Considerando essas condições, aproximadamente quanto tempo depois da abertura do semáforo O os semáforos A, B e C devem abrir, respectivamente?

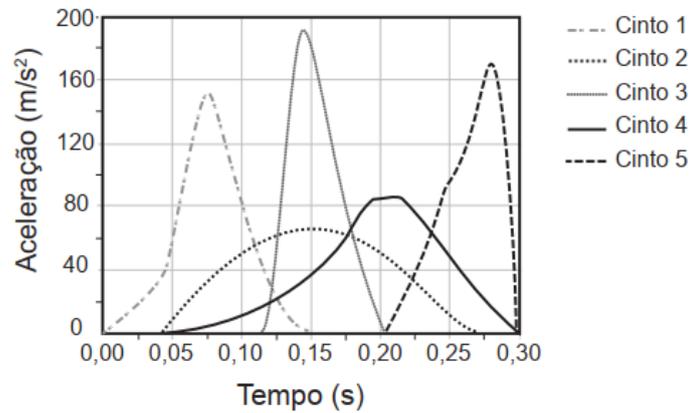


- A) 20 s, 45 s e 70 s.
- B) 25 s, 50 s e 75 s.
- C) 28 s, 42 s e 53 s.
- D) 30 s, 55 s e 80 s.**
- E) 35 s, 60 s e 85 s.

**Questão:93 – 2017**

Em uma colisão frontal entre dois automóveis, a força que o cinto de segurança exerce sobre o tórax e abdômen do motorista pode causar lesões graves nos órgãos internos. Pensando na segurança do seu produto, um fabricante de automóveis realizou testes em cinco modelos diferentes de cinto. Os testes simularam uma colisão de 0,30 segundo de duração, e os bonecos que representavam os ocupantes foram equipados com acelerômetros. Esse equipamento registra o módulo da desaceleração do boneco em função do tempo. Os parâmetros como massa dos bonecos, dimensões dos cintos e velocidade imediatamente antes e após o impacto foram

os mesmos para todos os testes. O resultado final obtido está no gráfico de aceleração por tempo. Qual modelo de cinto oferece menor risco de lesão interna ao motorista?



- A) 1
- B) 2**
- C) 3
- D) 4
- E) 5

**Questão:125 - 2017**

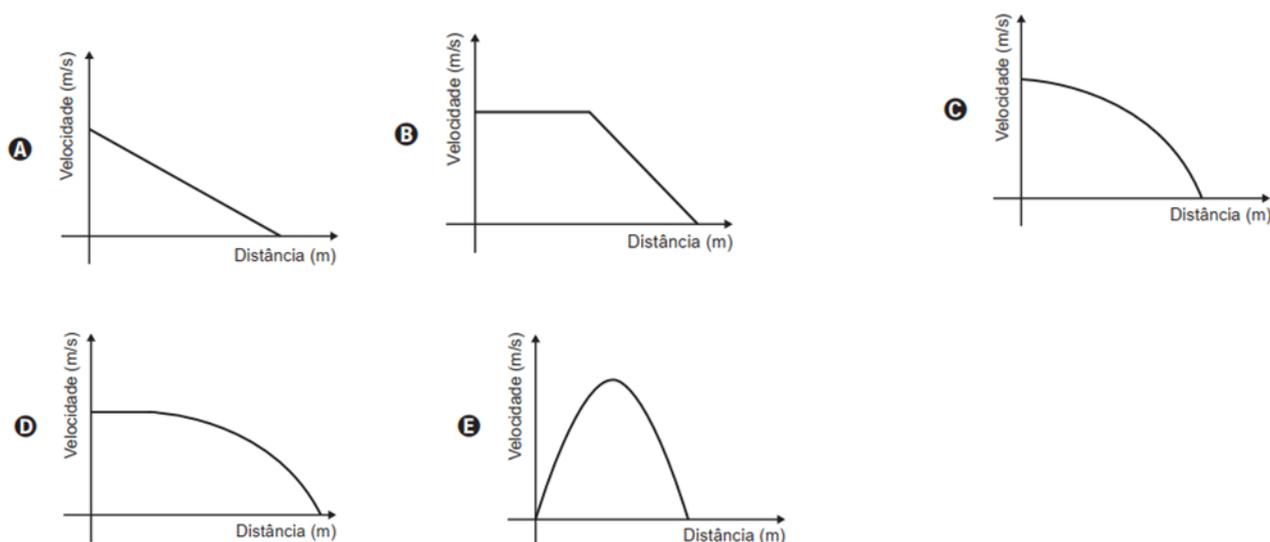
Um motorista que atende a uma chamada de celular é levado à desatenção, aumentando a possibilidade de acidentes ocorrerem em razão do aumento de seu tempo de reação. Considere dois motoristas, o primeiro atento e o segundo utilizando o celular enquanto dirige. Eles aceleram seus carros inicialmente a  $1,00 \text{ m/s}^2$ . Em resposta a uma emergência, freiam com uma desaceleração igual a  $5,00 \text{ m/s}^2$ . O motorista atento aciona o freio à velocidade de  $14,0 \text{ m/s}$ , enquanto o desatento, em situação análoga, leva  $1,00$  segundo a mais para iniciar a frenagem. Que distância o motorista desatento percorre a mais do que o motorista atento, até a parada total dos carros?

- A) 2,90 m
- B) 14,0 m

- C) 14,5 m  
 D) 15,0 m  
 E) 17,4 m

**Questão: 63 - 2016**

Dois veículos que trafegam com velocidade constante em uma estrada, na mesma direção e sentido, devem manter entre si uma distância mínima. Isso porque o movimento de um veículo, até que ele pare totalmente, ocorre em duas etapas, a partir do momento em que o motorista detecta um problema que exige uma freada brusca. A primeira etapa é associada à distância que o veículo percorre entre o intervalo de tempo da detecção do problema e o acionamento dos freios. Já a segunda se relaciona com a distância que o automóvel percorre enquanto os freios agem com desaceleração constante. Considerando a situação descrita, qual esboço gráfico representa a velocidade do automóvel em relação à distância percorrida até parar totalmente.



**Resposta Correta: B**