UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

GIOVANI BORGES GRACIANO

O XADREZ ENQUANTO RECURSO PEDAGÓGICO PARA O ENSINO DE FÍSICA

PONTA GROSSA
2025

GIOVANI BORGES GRACIANO

O XADREZ ENQUANTO RECURSO PEDAGÓGICO PARA O ENSINO DE FÍSICA

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Stori de Lara

PONTA GROSSA
2025

Graciano, Giovani Borges
G731 O Xadrez enquanto recurso pedagógico para o ensino de Física / Giovani Borges Graciano. Ponta Grossa, 2025.
120 f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física - Área de Concentração: Física na Educação Básica), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Stori de Lara.

1. Xadrez em sala. 2. Cinemática. 3. Ensino de física. I. Lara, Lucas Stori de. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Física na Educação Básica. III.T.

CDD: 530.1

Ficha catalográfica elaborada por Maria Luzia Fernandes Bertholino dos Santos- CRB9/986

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - Bairro Uvaranas - CEP 84030-900 - Ponta Grossa - PR - https:ppgef//uepg.br

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

TERMO DE APROVAÇÃO DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

GIOVANI BORGES GRACIANO

"O XADREZ ENQUANTO RECURSO PEDAGÓGICO PARA O ENSINO DE FÍSICA"

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física no Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, no curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo, 35 da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Ponta Grossa, em 27 de março de 2025.

Membros da Banca:

Dr. Lucas Stori de Lara
DEFIS - UEPG
Presidente

Dr. Mario José Van Thienen da Silva
DAFIS - UTFPR
Titular Externo

Dr. André Vitor Chaves de Andrade
DEFIS - UEPG
Titular Interno

Documento assinado eletronicamente por **Andre Vitor Chaves de Andrade**, **Professor(a)**, em 28/03/2025, às 22:28, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

Documento assinado eletronicamente por **Lucas Stori de Lara**, **Professor(a)**, em 29/03/2025, às 12:35, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

Documento assinado eletronicamente por **Mário José Van Thienen da Silva**, **Usuário Externo**, em 01/04/2025, às 18:26, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.uepg.br/autenticidade informando o código verificador **2506744** e o código CRC **3B06C3D1**.

Dedico esta dissertação a todos os profissionais que dedicam os seus dias de trabalho ao ensino e aprendizagem das crianças do nosso Brasil. Aos que dedicam seu tempo a busca de melhorias sociais, cognitivas, culturais e afetivas para os nossos alunos. Professores que transformam vidas.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho. Primeiramente, agradeço ao meu orientador Lucas Stori de Lara, pela sua orientação, paciência e incentivo durante todo o processo de pesquisa. Suas valiosas sugestões e críticas foram essenciais para o sucesso deste trabalho.

Também gostaria de agradecer à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos que possibilitou a realização deste trabalho de pesquisa. Agradeço pela oportunidade de me aperfeiçoar academicamente e pela confiança em meu potencial.

Não poderia deixar de agradecer à minha família, pelo apoio incondicional e incentivo ao longo de toda a minha trajetória acadêmica. Agradeço também aos meus amigos e colegas de turma, pela amizade, companheirismo e troca de experiências enriquecedoras.

Agradeço a todos os participantes da pesquisa, cuja colaboração foi fundamental para a coleta dos dados e para a realização deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

RESUMO

De frente a um mundo cada vez mais globalizado, com acesso quase imediato a informações na tela de um celular, mais do que nunca é necessário tornar a sala de aula um ambiente mais atrativo para os alunos. A experiência docente do dia-a-dia nos mostra que é cada vez mais difícil competir com os jogos eletrônicos quando nossas aulas estão baseadas no modelo tradicional, de exposição de conteúdo, com pouca ou nenhuma participação dos estudantes. Este trabalho é uma alternativa para tal modelo, uma vez que associa o estudo de cinemática com o ensino do xadrez em sala de aula. Propomos um produto educacional baseado em teorias de aprendizagem, como a de Vygotsky, em que as experiências educacionais com os alunos estão organizadas em uma sequência didática que busque conciliar essas duas vertentes. Para isso, também nos aproveitamos da cada vez mais explorada aprendizagem por analogias e metáforas. Durante a execução do projeto, reunimos informações baseadas tanto em nossas impressões pessoais sobre o rendimento dos estudantes, quanto nos seus resultados em questionários de verificação. Os dados coletados após a aplicação do produto nos revelam que há não apenas predisposição por parte dos alunos para participar desse tipo de projeto, mas também que a forma como entendem conceitos e modelos físicos evolui consideravelmente. Desta forma, concluímos que usar o xadrez como recurso para a aprendizagem de física é uma opção viável na tentativa de amenizar os problemas de falta de interesse por parte dos alunos e suas dificuldades conceituais.

Palavras-chave: Xadrez em sala de aula, cinemática, ensino de física.

ABSTRACT

Facing an increasingly globalized world, with almost immediate access to information on a cell phone screen, it is more than ever necessary to make the classroom a more attractive environment for students. Day-to-day teaching experience shows us that it is increasingly difficult to compete with electronic games when our classes are based on the traditional model of content exposure, with little or no student participation. This work is an alternative to such a model, as it associates the study of kinematics with the teaching of chess in the classroom. We propose an educational product based on learning theories, such as Vygotsky's, in which educational experiences with students are organized in a didactic sequence that seeks to reconcile these two aspects. To do this, we also take advantage of the increasingly explored learning through analogies and metaphors. During the execution of the project, we gathered information based both on our personal impressions of the students' performance and on their results in verification questionnaires. The data collected after applying the product reveals that not only is there a predisposition on the part of students to participate in this type of project, but also that the way they understand concepts and physical models evolves considerably. Therefore, we conclude that using chess as an resource for learning physics is a viable option in an attempt to alleviate the problems of lack of interest on the part of students and their conceptual difficulties.

Keywords: Chess in the classroom, kinematics, physics teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Posição ocupada por uma peça de xadrez sobre o tabuleiro 28
Figura 2 - Relatividade da trajetória 29
Figura 3 - Vetor posição 30
Figura 4 - Vetor deslocamento 30
Figura 5 - Gráfico posição x tempo 31
Figura 6 - Gráfico posição x tempo para o Movimento Uniforme 35
Figura 7 - Gráfico posição x tempo para o MUV. Em (a), o móvel possui aceleração positiva e em (b) aceleração negativa.....37
Figura 8 - a) Posição inicial do tabuleiro e b) tabuleiro contendo as peças de jogo. 397
Figura 9 - Utilização de um sistema de coordenadas cartesiano como marcador de posição espacial no tabuleiro de xadrez. 408
Figura 10 - Deslocamento de peões no tabuleiro de xadrez. 39
Figura 11 - velocidade x tempo no tabuleiro de xadrez. Bolinha amarela refere-se ao movimento de um peão branco enquanto bolinha preta, de um peão preto. 420
Figura 12 - Estimativa do deslocamento realizado pelos peões. Ai, representam as áreas determinadas nos seus respectivos intervalos Δt'. Bolinha amarela refere-se ao movimento de um peão branco enquanto bolinha preta, de um peão preto. 441
Figura 13 - Aceleração x tempo no tabuleiro de xadrez. Bolinha amarela refere-se ao movimento de um peão branco enquanto bolinha preta, de um peão preto. 452
Figura 14 - aceleração x tempo no tabuleiro de xadrez. Bolinha amarela refere-se ao movimento de um peão branco enquanto bolinha preta, de um peão preto. 463
Figura 15 - Diagrama apontando as casas que a Dama pode se movimentar no lance em um tabuleiro livre. 463
Figura 16 - Resolução de diagrama. Realizar xeque mate no menor número de jogadas possíveis. Jogam as brancas.....474
Figura 17 - Resolução do diagrama demonstrando os melhores lances.....485
Figura 18 - Alunos realizando a prática com o tabuleiro de xadrez.....630
Figura 19 – Turma de alunos participando da aplicação do produto educacional…641
Figura 20 - Exemplo de súmula preenchida pelos alunos na aula 3. 652
Figura 21 - Resultado Aplicação Física-Xadrez. 685
Figura 22 - Conhecimentos prévios em física. 696

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Sequência didática proposta no produto educacional. 529

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14

2 REFERENCIAL TEÓRICO.....17

2.1 O USO DO XADREZ EM SALA DE AULA 17

2.2. A TEORIA DE VYGOTSKY E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O USO DE JOGOS NA EDUCAÇÃO.....19

2.3. O USO DE ANALOGIAS NO ENSINO DE FÍSICA.....22

2.4. CINEMÁTICA VETORIAL.....2624

2.1.1 Conceitos iniciais.....275

2.1.2 Movimento uniforme (MU) 342

2.1.3 Movimento uniformemente variado (MUV) 353

2.5. REGRAS DO XADREZ E SUA CONEXÃO COM A FÍSICA.....397

3 METODOLOGIA 507

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 59

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 68

REFERÊNCIAS.....70

APÊNDICE – PRODUTO EDUCACIONAL.....763

1 INTRODUÇÃO

Ensinar tem se tornado uma tarefa cada vez mais complexa. Nossa sociedade tem evoluído mais rápido do que a escola, que ainda segue com práticas metodológicas antigas, causando no aluno desmotivação em aprender.

Muitas práticas de ensino em tempos atuais não se justificam mais. Gastamos muitas horas em sala de aula, mas aprendemos cada vez menos, causando constante desânimo. (Moran, 2000)

Em contrapartida, o xadrez é um jogo de tabuleiro que requer muita concentração e raciocínio lógico. Esse esporte surgiu na Índia, porém apenas a partir do século XVI que as regras começaram a mudar para a configuração atual.

Além do jogo pelo lazer, ou até mesmo a vertente esportiva, o xadrez tem sido usado a alguns anos nos Estados Unidos e na Europa como ferramenta auxiliar no processo de ensino-aprendizagem.

Mas conseguir desviar a atenção que os estudantes dão aos jogos para atividades educacionais não é tarefa simples. Por isso, as bibliografias consultadas indicam que tem aumentado o número de pesquisas que tentam encontrar formas de unir ensino e diversão com o desenvolvimento de jogos educacionais. Por proporcionarem práticas educacionais atrativas e inovadoras, onde o aluno tem a chance de aprender de forma mais ativa, dinâmica e motivadora, os jogos educacionais podem se tornar auxiliares importantes do processo de ensino e aprendizagem. (Savi ,2008).

Mas, para serem utilizados com fins educacionais, os jogos precisam ter objetivos de aprendizagem bem definidos e ensinar os conteúdos das disciplinas aos usuários, ou então, promover o desenvolvimento de estratégias ou habilidades importantes para ampliar a capacidade cognitiva e intelectual dos alunos (Gros, 2003).

Atualmente, compreende-se que a qualidade do ensino não se sustenta apenas na repetição dos conteúdos, mas na capacidade de despertar o interesse do estudante. No entanto, a desmotivação em sala de aula é um fenômeno multifatorial, envolvendo aspectos que vão além da metodologia de ensino, como questões socioemocionais, contextos familiares e condições estruturais da escola. Nesse cenário, o trabalho do professor torna-se ainda mais desafiador, exigindo que ele atue

não apenas como transmissor de conhecimentos, mas também como alguém capaz de estimular e engajar seus alunos. Para tanto, reconhecer o valor de práticas pedagógicas mais lúdicas pode contribuir para uma experiência educacional mais significativa tanto para os estudantes quanto para os próprios docentes.

Tomando isso como norte, este trabalho buscou estudar maneiras de conciliar o uso do xadrez em sala de aula para o aprendizado de conceitos relevantes da física. E, para além disso, propiciar aos alunos o desenvolvimento cognitivo advindo da prática com o jogo de tabuleiro.

O produto educacional, alinhado com a teoria de Vygotsky, foi concebido a partir de uma série de objetivos, dentre os quais podemos elencar:

Objetivo geral:

- Desenvolver e avaliar uma sequência didática que utilize o xadrez como ferramenta pedagógica para ensinar conceitos de cinemática de forma motivadora.

Objetivos específicos:

- Adaptar e integrar os conceitos básicos de xadrez com os princípios da cinemática, explorando analogias e aplicações práticas.

- Criar uma sequência didática estruturada, composta por planos de aula progressivos que introduzam e desenvolvam gradualmente os conceitos de xadrez e cinemática.

- Implementar a sequência didática em um ambiente educacional e avaliar os seus impactos na aprendizagem dos alunos, tanto em termos de compreensão conceitual quanto de motivação para aprender.

- Analisar os resultados obtidos e realizar uma reflexão crítica sobre a utilização do xadrez como recurso educacional para o ensino de cinemática.

Inicialmente, faremos uma análise do referencial teórico disponível. Um capítulo será destinado não só para expor quais teorias de aprendizagem estão por trás do produto proposto, como também relacionar o jogo de xadrez com a física existente na cinemática vetorial. Este tópico também ganhará atenção especial no início do referido capítulo.

Na sequência, entraremos em detalhes a respeito do produto educacional desenvolvido e na metodologia de sua aplicação. Sempre que possível, faremos referências às teorias de aprendizagem utilizadas como base para sua concepção. Também faz parte de nossos objetivos propor uma forma alternativa de colocar em prática os preceitos de teóricos como Lev Vygotsky.

É importante salientar que o produto está presente no apêndice A e pode ser consultado sempre que o leitor julgar conveniente. Apesar de estarem naturalmente conectados, o docente que aplicar o produto não precisa necessariamente conhecer a dissertação. Todas as informações relevantes a respeito da sequência didática e daquilo que está por trás de sua idealização estão inseridas no corpo do próprio produto.

O capítulo seguinte diz respeito à aplicação em sala de aula e aos resultados obtidos. Nele, iremos expor tanto os aspectos qualitativos – associados à rotina de "reflexão-ação" tão importante para a prática docente – quanto quantitativos. A partir dos dados coletados, seremos capazes de analisar os impactos do nosso projeto e sugerir alterações que visem melhorar seus resultados em aplicações futuras.

Por fim, apresentaremos as conclusões. Nelas, retornaremos aos objetivos estabelecidos nessa introdução e faremos a avaliação se houve ou não concordância entre o que foi proposto inicialmente e o que foi efetivamente verificado em sala de aula.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O primeiro objetivo deste capítulo é revisar a bibliografia acerca do uso de xadrez como estratégia de ensino e também os principais tópicos relacionados às teorias de aprendizagem escolhidas como fundamentação de nosso produto educacional.

Na sequência, destinaremos uma seção para revisar o assunto de física que será o pano de fundo para o produto: a cinemática vetorial. Daremos uma breve visão sobre conceitos teóricos mais fundamentais (tais como referencial, posição, repouso e movimento), mas também sobre algumas definições, como velocidade média e instantânea e aceleração.

No final, por sua vez, estabeleceremos a conexão entre a física que pode ser estudada a partir de uma simples partida de xadrez com as principais regras do jogo. Este subcapítulo tem importância fundamental para o projeto, tendo em vista que toda a metodologia desenvolvida estará relacionada com a forma que conectaremos xadrez e cinemática.

2.1. O USO DO XADREZ EM SALA DE AULA

O Brasil tem se espelhado nos países desenvolvidos e inserido o xadrez no processo educacional, visando melhorar aspectos como concentração, criatividade e raciocínio lógico, além de estimular a capacidade de planejamento, em que fatores táticos e estratégicos são levados em consideração.

Em consonância a isso, Vygotsky (1989) é um dos autores que vêm embasando muitos estudos voltados para o trabalho colaborativo na escola. Ele argumenta que as atividades realizadas em grupo, de forma conjunta, oferecem enormes vantagens, que não estão disponíveis em ambientes de aprendizagem individualizada.

O referido autor (1993) explica que a constituição dos sujeitos, assim como seu aprendizado e seus processos de pensamento (intrapsicológicos), ocorrem mediados pela relação com outras pessoas (processos interpsicológicos). Elas produzem modelos referenciais que servem de base para nossos comportamentos e raciocínios, assim como para os significados que damos às coisas e pessoas.

Nesse mesmo sentido, Alvarez e Del Rio (1996) consideram que quem aprende "toma emprestado", paulatinamente, tais modelos de seus interlocutores mais capacitados, podendo assim chegar a ultrapassar seus limites.

Os autores (2002) afirmam que é pelo engajamento em atividades cotidianas, desenvolvidas em seu grupo de trabalho, que ocorre a produção, transformação e mudança na identidade das pessoas, em seu conhecimento e em suas habilidades práticas. Desenvolvendo mais essa ideia, Schaffer (2004) explica que, pela participação em comunidades de prática, os indivíduos internalizam as normas, os hábitos, as expectativas, as habilidades e os entendimentos dessas comunidades (como, por exemplo, as comunidades profissionais), que apresentam maneiras singulares de conhecer, decidir o que é importante saber e entender a realidade.

Jogos e brincadeiras fazem parte da vida de todos. São importantes para o desenvolvimento das crianças, seja ele físico ou intelectual. Por meio destes, as crianças formam conceitos para a vida. Dessa forma, jogos e brincadeiras se mostram estratégias pedagógicas úteis para o ensino de adolescentes e jovens com atividades voltadas para o tema a ser estudado.

Aristóteles sugeria que a educação das crianças ocorresse por intermédio de brincadeiras que imitassem a vida adulta. Assim, aprenderiam sem pressão. Segundo Valenzuela (2005), a antropologia mostrou que muitos aspectos do saber são adquiridos por meio de brincadeiras e práticas informais. E, por isso, as novas pedagogias incitam o uso de atividades lúdicas como meio de educação, aprendizagem e amadurecimento.

Através do jogo de xadrez é possível criar situações que fazem com que o jogador desenvolva habilidades para enfrentar e resolver problemas no decorrer de sua vida. Para desfrutar o jogo, os estudantes devem respeitar regras e oponentes, assim como em teoria é a vida, além da hierarquia imposta entre o mais fraco e o mais forte, que separada em grau numérico, determina qualidades, diferenciando um simples Peão de um tão importante Rei, que em suma, lidera o jogo.

Há estudos que relacionam o jogo de Xadrez com o afloramento de qualidades cívicas como a autonomia, autocrítica e a empatia, enquanto também promove as habilidades de concentração, atenção, criatividade e raciocínio lógico, entre outras (Lima, 2020).

O jogo de xadrez é considerado pelos estudiosos como um importante instrumento pedagógico que pode ajudar bastante no desenvolvimento da relação ensino-aprendizagem nas escolas. O xadrez pode melhorar a concentração e a paciência, assim como também ampliar a criatividade, a percepção e a memória. E, mais importante, desenvolve também a capacidade para ponderar e deduzir a partir de um conjunto de regras, aprendendo a tomar deliberações difíceis e a resolver problemas de maneira criativa.

Algumas pesquisas demonstram evidências da importância da introdução do ensino do jogo de xadrez no ensino integrador do currículo escolar. Sua prática tem influenciado positivamente o desenvolvimento cognitivo de crianças e adolescentes. Mas para que ele possa atingir seus benefícios de forma mais efetiva, é necessário inseri-lo como uma disciplina regular, ao invés de atividade extracurricular. (Angélico e Porfírio, 2010).

Mesmo objetivando a originalidade de nosso trabalho, o uso do xadrez em sala de aula não é algo recente. Algumas experiências realizadas aqui mesmo, no Brasil, já nos trazem importantes informações a respeito dessa prática.

Silva (2009), aplicou o jogo de xadrez como instrumento didático-pedagógico em algumas escolas públicas de Montes Claros (MG) como forma de proporcionar aos alunos um maior desenvolvimento intelectual e social, ou seja, um melhor desenvolvimento pessoal e cooperativo. Sua conclusão reforçou a relevância do ensino do xadrez nas escolas, mas revelou a necessidade de uma formação avançada dos professores sobre conhecimento do jogo para garantir o xadrez como instrumento pedagógico.

Já Nagem, Moreira, et al. (2010) realizaram uma experiência com alunos do Mestrado Profissional no Ensino de Ciências utilizando um tabuleiro de xadrez mutilado de Singh (2002). Seus objetivos foram oferecer processo de construção e reconstrução do conhecimento para explicar a diferença entre o fazer matemático e o fazer científico. Através de analogias com o xadrez mutilado, reconstruíram o modelo conceitual desejado.

Os resultados dessa pesquisa indicaram semelhanças e diferenças entre os dois modelos, e concluíram que o processo de reconstrução por analogias permitiu

ativar o raciocínio analógico e favoreceu o desenvolvimento das capacidades cognitivas e criativas dos participantes.

As atividades lúdicas podem ser entendidas como uma estratégia que instiga o raciocínio, levando o aluno a enfrentar situações conflitantes relacionadas com seu cotidiano. Os jogos educacionais, além de prazerosos, podem ser uma forma diferente de se facilitar o método de ensino-aprendizagem. Os desafios que os jogos oferecem podem ser explorados como recursos didáticos pelos educadores, estimulando o interesse do aluno pelo aprendizado. (Grübel e Bez, 2008)

O que chamamos de jogos educacionais aqui são situações onde existem regras como uma partida de xadrez, onde cada ação depende também da estratégia do oponente, mesmo que não se possa ter certeza do lance que será dado pelo adversário em cada passo do jogo. (Kishimoto, 1998)

O xadrez tem sido um desses jogos bastante utilizados na educação, haja vista seu poder de alcance e benefícios já pesquisados na área das habilidades cognitivas. O jogo de xadrez ajuda a aprendizagem de “como aprender” e cria um desejo, bem como aumenta a motivação e a vontade de usar conhecimento. (Filguth, 2007)

Segundo Dâmaso (2006, p. 34), “o mesmo pode colaborar para o desenvolvimento da formação moral e ética desta, influenciando assim na forma dela se relacionar com os colegas e com as pessoas com as quais convive”.

Pode-se trabalhar com xadrez de três formas diferentes:

• Lúdica: Como fonte de lazer e passatempo;

• Técnica: Os jogadores estudam técnicas de abertura, meio jogo e finais com o intuito de participar de campeonatos profissionais;

• Pedagógica: O xadrez é ensinado com o objetivo de desenvolver habilidades nas quais os alunos possuem dificuldades no desempenho escolar.

Neste sentido, o estudo do jogo de xadrez e sua prática pedagógica com objetivo do desenvolvimento das habilidades cognitivas foram desenvolvidos por estudiosos na área da pedagogia e psicologia como, por exemplo, Lev Vygotsky.

2.2. A TEORIA DE VYGOTSKY E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O USO DE JOGOS NA EDUCAÇÃO.

Em seu trabalho, Vygotsky se dedicou a analisar o que intitulamos de funções psicológicas superiores ou processos mentais superiores, ou seja, aquelas funções mentais mais complexas, típicas do ser humano, que envolvem o controle consciente do comportamento, tais como: percepção, atenção e memória, que não estão presentes no ser humano desde o seu nascimento; enquanto que as outras funções psíquicas elementares são as que representam os mecanismos mentais mais simples: as ações reflexas, as reações automáticas ou os processos de associação simples. (Tezani, 2006)

Na teoria de Vygotsky (1989), destaca-se o conceito de mediação, ou aprendizagem mediada. Ele demonstra a importância da mediação para o desenvolvimento dos chamados processos mentais superiores – delinear ações, idealizar consequências para uma decisão, imaginar objetos, etc. Para ele, o desenvolvimento da espécie humana está baseado no exercício, que sempre abrange a intervenção, direta ou indireta, de outros sujeitos e a reconstrução pessoal da experiência e dos significados.

Para Vygotsky, há dois elementos fundamentais responsáveis por essa mediação: “o instrumento”, que tem a função de regular as ações sobre os objetos e “o signo”, que regula as ações sobre o psiquismo do indivíduo.

Os instrumentos mediadores são elaborados para realização da atividade humana. Para realizar tarefas específicas, o homem constrói ferramentas e as guardam para uso futuro, podendo transmitir sua ideia para as próximas gerações que poderão aperfeiçoar as antigas e construir novas.

Signos, instrumentos psicológicos, têm a função de auxiliar o homem nas suas atividades psíquicas. Com o auxílio dos signos, o homem pode controlar voluntariamente sua atividade psicológica e ampliar sua capacidade de atenção, memória e acúmulo de informações como, por exemplo, consultar um dicionário para compreender o significado de uma palavra ou anotar os lances de uma partida de xadrez para não as esquecer (Vygotsky, 1998).

De acordo com Oliveira (2010), a mediação através de instrumentos e signos é importante para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, diferenciando os homens dos outros animais.

Vygotsky, Luria e Leontiev pesquisaram as transformações sofridas pelo indivíduo ao longo do seu desenvolvimento, a partir dos processos de mediação. Concluíram que as aprendizagens se dão em forma de processos que incluem: aquele que aprende, aquele que ensina e, mais, a relação entre essas pessoas. Essa conclusão levou Vygotsky a pensar o conceito de zona de desenvolvimento proximal: a criança, em cada período de seu desenvolvimento, tem um nível de desenvolvimento real e um nível de desenvolvimento potencial (Tezani, 2006).

O nível de desenvolvimento potencial, segundo Vygotsky (1998), é determinado através da solução de atividades realizadas sob a orientação de outro indivíduo mais capaz ou em cooperação com colegas mais experientes. Existem tarefas que uma criança não é capaz de realizar sozinha, mas que se torna capaz de realizar se alguém lhe der instruções ou lhe fizer uma demonstração.

Assim, a zona de desenvolvimento proximal é o caminho que o sujeito vai percorrer para ampliar funções que estão em processo de amadurecimento e que se tornarão funções materializadas, consolidadas no seu nível de desenvolvimento real. A zona de desenvolvimento proximal é, pois, um domínio psicológico em constante transformação: aquilo que uma criança é capaz de fazer com a ajuda de alguém hoje, ela conseguirá fazer sozinha amanhã (Oliveira, 2010).

A teoria histórico-cultural de Lev Vygotsky oferece fundamentos sólidos para a compreensão do papel dos jogos no processo de ensino e aprendizagem. Para o autor, o desenvolvimento humano ocorre por meio da mediação de instrumentos culturais e da interação social. Os jogos, especialmente aqueles que envolvem regras, como o xadrez, representam formas privilegiadas de mediação simbólica, nas quais o indivíduo aprende a agir de maneira intencional, planejada e orientada por significados partilhados socialmente.

Vygotsky atribui aos jogos um papel central na formação das funções psicológicas superiores — como atenção voluntária, memória lógica e pensamento

abstrato — e destaca que essas funções se desenvolvem inicialmente nas interações com o outro, para depois serem internalizadas.

No ambiente lúdico, o aluno experimenta situações que exigem a regulação de impulsos, o respeito a regras e a adoção de papéis simbólicos. Isso contribui não apenas para a aprendizagem de conteúdos escolares, mas também para o desenvolvimento da autorregulação e da socialização. Ao brincar, a criança antecipa comportamentos que ainda não domina plenamente na vida real, operando, segundo Vygotsky, em um nível de desenvolvimento superior ao habitual. Nesse sentido, o jogo é visto como uma atividade formativa por excelência, pois mobiliza recursos internos e sociais que impulsionam a aprendizagem e o desenvolvimento.

Assim, ao incorporar jogos como o xadrez ao cotidiano escolar, o professor atua como mediador que cria condições para que o aluno avance em seu processo formativo, articulando experiências lúdicas a objetivos pedagógicos concretos. A proposta vygotskiana reforça, portanto, a legitimidade dos jogos como instrumentos pedagógicos eficazes, especialmente quando utilizados com intencionalidade, reflexão e articulação com o contexto sociocultural do estudante.

Conclui-se que a utilização dos jogos, quando bem-feita, estimula o aluno e torna a compreensão da matéria mais rápida, simples e eficaz se quando comparado ao uso do tradicional quadro e giz.

> No ensino de Física, os jogos didáticos podem ser utilizados em sala de aula para: apresentar um conteúdo, ilustrar aspectos importantes do conteúdo desenvolvido, avaliar a aprendizagem de conceitos, revisar ou sintetizar pontos relevantes do conteúdo. Para os alunos, os jogos são atividades mais significativas que os costumeiros exercícios para “fixação” do conteúdo. (NASCIMENTO, 2010, p. 36)

Em relação ao jogo de xadrez, Souza (2007, p. 16), afirma que “O xadrez, segundo estudos já realizados, tem como objetivos desenvolver no estudante sua capacidade de atenção, memória, raciocínio lógico, inteligência e imaginação”. Assim, o jogo de xadrez pode ser um excelente meio de desenvolvimento de capacidades intelectuais.

2.3. O USO DE ANALOGIAS NO ENSINO DE FÍSICA.

De acordo com Christofoletti (1999), quando a criança está jogando, ela deve utilizar o raciocínio a fim de colocar em prática um plano desenvolvido após uma longa análise da posição da partida. Isso contribui para que ela adquira facilidade em raciocínio lógico, o que é contemplado na matemática. Esta análise da posição na partida, em comparação com a matemática, física e áreas afins, é a análise que, em certos problemas ou atividades, corresponde a análise do problema e a compreensão do enunciado. A partir destas, o aluno irá traçar a sua estratégia de resolução para chegar ao objetivo, desenvolvendo seu potencial matemático. Ao relacionar o xadrez com a física, é muito provável que as qualidades intelectuais a serem obtidas com o jogo possam auxiliar no desenvolvimento cognitivo dos praticantes. Assim, investigamos um possível trabalho para que o instrutor de xadrez possa contribuir com a aprendizagem física.

A ideia é ensinar o jogo de xadrez de forma simples e básica aos alunos, e, a partir disso, fazer o uso de analogias para ensinar conceitos físicos.

O estudo sobre o uso de analogias e metáforas no Ensino de Ciências tem sido objeto de várias pesquisas nos últimos tempos. Claparède (1950 apud Mortimer, 2000) afirma que o pensamento por analogia, que supõe a verificação de semelhanças entre objetos ou entre sentimentos por eles suscitados é a mais primitiva das formas de pensamento.

Alguns estudos identificam a utilização espontânea de analogias em salas de aula, em livros didáticos e em artigos de divulgação científica, predominantemente como elemento enfático de relato com vistas à explicitação das relações entre conceitos físicos através de uma linguagem comum, destacando-se, entre eles, os sobre eletricidade (Herrmann e Schmid, 1985; Grant, 1996; Jorge, 1990; Otero, 1997), óptica (Harrison e Treagust 1993), ondas (Pacca e Utges, 1999) e mecânica (Bozelli, 2005).

Thiele e Treagust (1994) analisaram as analogias utilizadas, em aulas, por quatro professores de Química, os quais tinham conhecimento do objeto dessa pesquisa. Em 43 aulas empregaram-se 45 analogias.

O crescente interesse por analogias no ensino de ciências deve-se ao fato de que estas auxiliam na compreensão de conceitos científicos aproximando dois conceitos heterogêneos. Lawson (1993) divide os conceitos científicos em dois tipos principais: conceitos descritivos e conceitos teóricos. Os conceitos descritivos são aqueles que são de fácil observação, por exemplo, sólidos e líquidos. São conceitos em que o professor pode facilmente mostrar. Já os conceitos teóricos são de difícil compreensão, justamente por não serem observáveis, como, por exemplo, os átomos, os genes, os quarks etc. O autor aponta o uso das analogias como um mecanismo que pode auxiliar o aluno no entendimento deste tipo de conceito.

Para ele, o papel das analogias é desenvolver explicações satisfatórias para os fenômenos naturais, já que os cientistas produzem explicações teóricas alternativas que não são vistas. As explicações alternativas geradas, na visão do autor, precisam ser testadas. Esses testes são realizados para saber se as mesmas foram hipotetizadas ou inventadas e se podem ser mantidas ou testadas. Para o autor, os cientistas geram suas explicações alternativas sugerindo analogias de objetos observáveis, eventos ou situações recuperadas a partir de uma experiência passada. O autor cita como exemplo a ideia da seleção natural a partir da seleção artificial.

De acordo com Cachapuz (1989), as metáforas e as analogias são, provavelmente, as formas de linguagem frequentemente mais usadas. A tarefa de relacionar conceitos através de analogias é uma parte básica do pensamento humano, visto que, no nosso cotidiano, utilizamos comumente analogias para explicar “algo” para alguém ao usar expressões do tipo “Parece com...”, “É como se fosse...”, “Imagine que...”, “É a mesma coisa que...”.

Como ressalta Santos (1998 p.25) em Analogias e Metáforas no Ensino de Ciências, o senso comum muitas vezes não percebe que a cognição humana já nasce dotada desse maravilhoso mecanismo e que, ademais, ele pode se constituir numa ferramenta de extrema eficácia na aquisição de novos conhecimentos. Coracini (1991, p. 137) aponta que “os conceitos metafóricos estão de tal modo arraigados à nossa cultura que estruturam nossas atividades diárias e científicas de forma imperceptível e inconsciente; são, aliás, constitutivos da forma de pensar e agir de uma época”.

As analogias podem ser recursos didáticos facilitadores da aprendizagem, pois utilizam conceitos e situações que possuem referentes na estrutura cognitiva dos

alunos, onde estes referentes podem relacionar-se analogicamente com os conceitos científicos cuja aprendizagem se quer facilitar.

O xadrez pode ser usado como uma ferramenta pedagógica eficaz para ensinar conceitos de física. O jogo envolve muitas situações que requerem análise de forças, velocidades, acelerações e movimentos, tornando-se uma excelente oportunidade para que os educandos apliquem esses conceitos na prática. Além disso, o xadrez ajuda a desenvolver habilidades lógicas de pensamento crítico, que são importantes para a compreensão da física. Por exemplo, o movimento de uma peça de xadrez pode ser relacionado ao conceito de velocidade constante, enquanto a captura de uma peça pode ser associada ao conceito de energia cinética. O xadrez também pode ser usado como analogia para outros conceitos físicos como força, trabalho, potência, conservação de energia, etc.

A combinação de xadrez e ensino de física é uma maneira criativa e interativa de ensinar conceitos complexos e torná-los mais acessíveis para os estudantes. Além disso, o uso de jogos e brincadeiras educacionais, pode aumentar o interesse dos alunos pelo assunto e aumentar a sua motivação para aprender.

Em resumo, o xadrez pode ser uma ferramenta valiosa para ensinar física e ajudar os estudantes a compreenderem conceitos complexos de uma maneira mais clara e divertida.

Uma vez que tratamos dos benefícios que a inserção do xadrez no ensino de física pode trazer, faremos agora uma revisão bibliográfica dos principais tópicos de cinemática que serão tratados em nosso produto educacional.

2.4. CINEMÁTICA VETORIAL

A física tem muito a ganhar com sua associação com o xadrez. No caso de nossa abordagem, iremos relacioná-lo com a cinemática, isto é, com o estudo do movimento dos corpos sem se preocupar com as causas que lhe deram origem (Bonjorno *et al.*, 2016).

Nas seções a seguir, apresentaremos os conceitos básicos da cinemática, definir grandezas físicas importantes para o seu estudo e, por último, conhecer os movimentos uniforme e uniformemente variado. Estes são os movimentos mais

simples vistos na mecânica, mas são extremamente importantes tendo em vista que muitos outros tipos surgem justamente da composição desses dois.

Para que nossa abordagem seja a mais geral possível, levaremos em conta o caráter vetorial das grandezas posição, velocidade e aceleração. Contudo, sabemos que o costume no ensino médio – público para o qual nosso produto educacional é destinado – é apresentá-las de maneira simplificada, como grandezas escalares. Em alguns momentos de nossa exposição, iremos utilizar desse tratamento, principalmente para a análise dos gráficos das funções horárias do MU e do MUV.

2.1.1 Conceitos iniciais

De acordo com Bonjorno *et al.* (2016), a depender do problema estudado, podemos considerar que toda a massa de um corpo está concentrada em um único ponto material. Por exemplo, na análise da força de atração entre o Sol e o planeta Terra, as dimensões desses corpos celestes são desprezíveis (tendo em vista que os raios da estrela e do planeta são muito menores que a distância entre seus centros).

Contudo, existem outros problemas cujo tamanho do objeto que se movimenta é relevante. Uma situação em que isso ocorre é na determinação da força que precisa ser aplicada sobre uma porta para que ela abra ou feche. Quanto mais longe da dobradiça (ponto de giro da rotação da porta), menor terá que ser a intensidade dessa força. Como é possível perceber, nesse caso a dimensão da porta é importante e por isso iremos tratá-la como um corpo extenso (Helou; Biscuola; Villas Bôas, 2012).

O referencial é um sistema de coordenadas a partir do qual localizamos as posições ocupadas por outros corpos. Ele pode ser escolhido arbitrariamente, contudo essa escolha é mediada pela melhor representação de coordenadas para a resolução de um problema.

Tomemos a Figura 1 como exemplo: sobre o tabuleiro de xadrez (cujas casas são as coordenadas do referencial escolhido), podemos dizer que o bispo[1] preto se localiza na posição h3[2]. Não seríamos capazes de fazer essa afirmação caso o sistema de coordenadas do tabuleiro não tivesse sido previamente estabelecido.

[1] O xadrez possui 32 peças, sendo metade brancas e metade pretas. Entre essas 16, temos oito peões, duas torres, dois cavalos, dois bispos, um rei e uma rainha. Cada peça tem um modo diferente de se movimentar no tabuleiro.
[2] O tabuleiro de xadrez possui 64 casas. São oito linhas numeradas de 1 a 8 e oito colunas (de a a h).

Figura 1 - Posição ocupada por uma peça de xadrez sobre o tabuleiro

Fonte: Chess.com(2022)

Caso nossa referência seja o bispo branco (em f1), a peça que estamos analisando está há duas casas dele, na diagonal.

Ambos os referenciais podem ser utilizados, mas é importante salientar que alguns são mais simples de analisar do que outros. Quando o bispo branco sair de f1, a localização do bispo preto dependerá desse deslocamento. Quando tomamos o tabuleiro como referência, não há essa complicação.

A coordenada da posição ocupada por um corpo é relativa ao referencial escolhido (Bonjorno *et al*., 2016). Por exemplo, uma partícula pode estar na posição x = 0 para um sistema de referências, mas na posição x = 150 m para outro.

“Dizemos que uma partícula se encontra em movimento quando ela muda de posição com o passar do tempo; caso contrário, encontra-se em repouso” (Helou; Biscuola; Villas Bôas, 2012, p. 24). A partir dessa definição, notamos que movimento e repouso são conceitos que dependem diretamente da posição (ou mais especificamente da variação da posição) de um corpo. Por estarem associados a uma grandeza relativa, movimento e repouso também pode ser assim considerado.

Dessa forma, um objeto que se encontra em movimento para certo referencial pode estar em repouso para outro. Um caso em que isso acontece é no abastecimento de aviões em pleno voo. Nesse procedimento, dois aviões que se deslocam com a mesma velocidade são acoplados por uma mangueira que libera a carga de combustível. Quem observa do solo vê ambas as aeronaves se movendo. Contudo, caso o referencial seja um dos aviões, o outro estará em repouso.

A medida em que o movimento ocorre, o ponto material vai ocupando diferentes posições em cada instante de tempo. Segundo Bonjorno *et al.* (2016), o caminho descrito por ele em relação a determinado referencial é o que chamamos de trajetória. Também se trata de um conceito relativo.

Um exemplo é a de um pacote que é abandonado de um avião em movimento. Para quem está dentro da aeronave, a trajetória descrita pela carga é de uma linha reta na vertical. Para um observador na terra, entretanto, a curva vista por ele será um arco de parábola (fruto da composição dos movimentos na horizontal e na vertical). A Figura 2 representa essa situação.

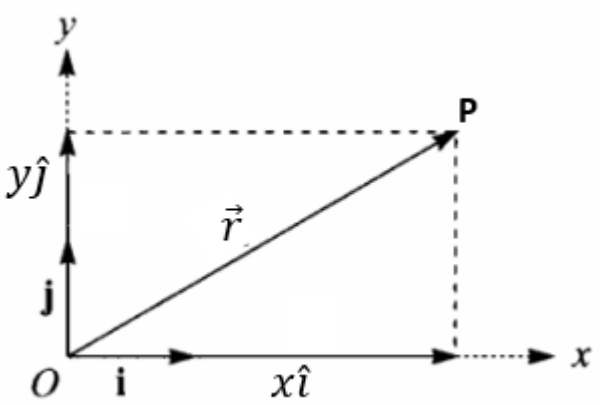
Figura 2 - Relatividade da trajetória

Fonte: Bonjorno *et al.* (2016).

Uma vez elencados os principais conceitos teóricos no estudo do movimento, vamos passar para a sua análise quantitativa. De início, observaremos os aspectos vetoriais de algumas grandezas.

A posição de um móvel pode ser localizada em um plano cartesiano a partir do vetor posição $\vec{r}$ (Figura 3). Este vetor tem como extremidades a origem do sistema de coordenadas e o ponto P em que o corpo se encontra (Nussenzveig; 2002).

Figura 3 - Vetor posição



Fonte: o autor, adaptado de Nussenzveig (2002).

Em termos das componentes de $\vec{r}$ nos eixos x e y do plano cartesiano, podemos escrever que

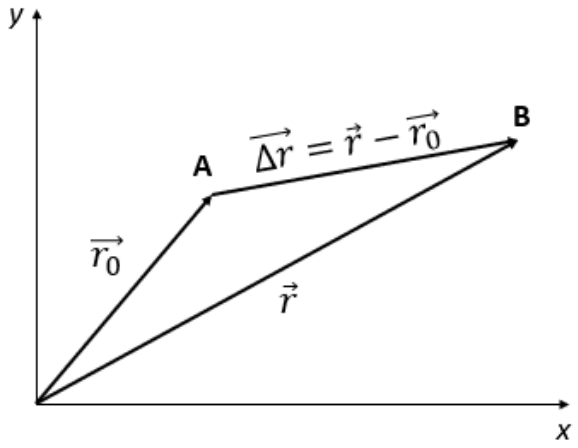
$$\vec{r} = x\hat{\imath} + y\hat{\jmath} \tag{1}$$

Onde $\hat{\imath}$ e $\hat{\jmath}$ são versores (vetores unitários) na direção dos eixos x e y, respectivamente.

Segundo Halliday e Resnick (1984), a velocidade média pode ser definida como “a razão segundo a qual sua posição varia com o tempo”.

A variação da posição será dada pelo vetor $\Delta\vec{r} = \vec{r} - \overrightarrow{r_0}$.

Figura 4 - Vetor deslocamento



Fonte: o autor, adaptado de Nussenzveig (2002).

Em termos matemáticos, podemos expressá-la através da equação:

$$\overrightarrow{v_M} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} \tag{2}$$

É possível concluir que a unidade de medida de velocidade, no Sistema Internacional, é o m/s (metro por segundo).

Como já salientado, a equação (2) refere-se à velocidade média do móvel durante seu deslocamento em um tempo Δt. Halliday e Resnick (1984) pontuam que essa expressão não nos fornece muitos detalhes a respeito do movimento entre os pontos inicial e final. Uma vez que ela envolve apenas o deslocamento total e o intervalo de tempo total, não sabemos nem o módulo, nem o sentido do movimento em cada instante (Young; Freedman, 2008).

Se nosso objetivo é obter essas informações, uma alternativa é tomarmos Δt → 0. Nesta situação, definimos a velocidade instantânea do corpo, denotada por $\vec{v}(t)$. Segundo Young e Freedman (2008), a velocidade instantânea, dada pela equação (3) é "o limite da velocidade média quando o intervalo de tempo tende a zero" e representa "a taxa de variação da posição com o tempo".

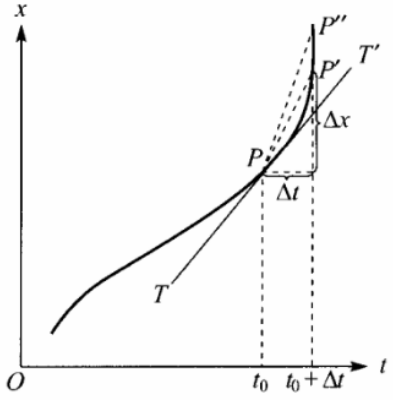
$$\vec{v}(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \overrightarrow{v_M} = \lim_{\Delta t \to 0} \left(\frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \right) \tag{3}$$

Ou simplesmente escrita como:

$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}}{dt} \tag{4}$$

Em termos do cálculo diferencial, a velocidade instantânea é o coeficiente angular da reta tangente à curva do gráfico posição x tempo em um ponto (instante) específico.

Figura 5 - Gráfico posição x tempo



Fonte: Nussenzveig (2002).

É conveniente lembrar que o vetor posição $\vec{r}$ é definido pela expressão (1). Desta forma, podemos reescrever a fórmula acima como:

$$\vec{v}(t) = \frac{d(x\hat{\imath} + y\hat{\jmath})}{dt} = \frac{dx}{dt}\hat{\imath} + \frac{dy}{dt}\hat{\jmath} \quad (5)$$

$$\vec{v}(t) = v_x(t)\hat{\imath} + v_y(t)\hat{\jmath} \quad (6)$$

Onde $v_x(t)$ e $v_y(t)$ são as componentes do vetor velocidade nos eixos x e y do plano cartesiano.

A fim de determinar uma expressão que possa fornecer o vetor posição de um móvel em um tempo t para qualquer movimento, integramos a equação (4). Os extremos de integração são $t(0) = t_0$ e t. Este último é um instante de tempo arbitrário.

$$\int_{t_0}^{t} \vec{v}(t)dt = \int_{t_0}^{t} \frac{d\vec{r}}{dt}dt \quad (7)$$

Como é possível observar, o lado direito da igualdade sofre uma mudança da variável de integração, que passa a ser $\vec{r}$ em vez de t.

$$\int_{t_0}^{t} \vec{v}(t)dt = \int_{\vec{r}_{(t_0)}}^{\vec{r}(t)} d\vec{r} \quad (8)$$

$$\int_{t_0}^{t} \vec{v}(t)dt = \vec{r}(t) - \vec{r}(t_0) \quad (9)$$

Isolando o vetor posição $\vec{r}(t)$ e chamando $\vec{r}(0) = \vec{r}_0$, temos a seguinte expressão:

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \int_{t_0}^{t} \vec{v}(t)dt \quad (10)$$

A equação (10) serve para qualquer movimento, seja ele em uma, duas ou três dimensões. É ela que iremos usar para obter algumas das funções horárias dos movimentos uniforme e uniformemente variado.

Da mesma forma como partimos do conceito de velocidade média para obter uma função horária para a posição em um movimento qualquer, faremos um processo análogo para chegar a uma equação que nos permita determinar a velocidade do móvel. Nosso ponto de partida, desta vez, será o conceito de aceleração média.

Segundo Halliday e Resnick (1983, p. 37), a aceleração média é “a razão segundo a qual a velocidade varia com o tempo”. Tal como a velocidade média, esse conceito utiliza-se apenas da variação total da velocidade e do tempo.

$$\overrightarrow{a_M} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \tag{11}$$

A partir da definição acima, podemos intuir que a unidade de medida para essa grandeza, no Sistema Internacional, é o m/s^2.

Chamamos de aceleração instantânea $\vec{a}(t)$, “o limite da aceleração média quando o tempo tende a zero” (Young; Freedman, 2008, p. 43). Ou seja, a aceleração instantânea é uma função do tempo que irá medir a taxa com que a velocidade se altera em relação a ele.

$$\vec{a}(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \overrightarrow{a_M} = \lim_{\Delta t \to 0} \left(\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \right) \tag{12}$$

Ou então,

$$\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}}{dt} \tag{13}$$

Tal como fizemos para a velocidade instantânea em (6), podemos escrever $\vec{a}(t)$ em função de suas componentes nos eixos x e y. Para tanto, basta substituir a equação (6) em (13).

$$\vec{a}(t) = \frac{d(v_x\hat{\imath} + v_y\hat{\jmath})}{dt} = \frac{dv_x}{dt}\hat{\imath} + \frac{dv_y}{dt}\hat{\jmath} = \frac{d^2x}{dt^2}\hat{\imath} + \frac{d^2y}{dt^2}\hat{\jmath} \tag{14}$$

Além disso,

$$\vec{a}(t) = a_x(t)\hat{\imath} + a_y(t)\hat{\jmath} \tag{15}$$

As equações (13) e (14) indicam que a aceleração instantânea de um móvel pode ser dada pela segunda derivada do vetor posição. Isso nos dá dimensão da importância de conhecer a função $\vec{r}(t)$, tendo em vista que com ela, somos capazes de determinar tanto $\vec{v}(t)$ quanto $\vec{a}(t)$ por processos de derivações.

Onde $a_x(t)$ e $a_y(t)$ são as componentes de $\vec{a}(t)$ em x e y.

De maneira análoga ao que foi feito anteriormente, podemos integrar a equação (13) em relação a t. Como resultado, temos:

$$\int_{t_0}^{t} \vec{a}(t)dt = \int_{t_0}^{t} \frac{d\vec{v}}{dt}dt \tag{16}$$

$$\int_{t_0}^{t} \vec{a}(t)dt = \int_{\vec{v}_{(t_0)}}^{\vec{v}(t)} d\vec{v} \tag{17}$$

Que resulta:

$$\int_{t_0}^{t} \vec{a}(t)dt = \vec{v}(t) - \vec{v}(t_0) \quad (18)$$

Isolando a velocidade $\vec{v}(t)$ e considerando $\vec{v}(t_0) = \vec{v}_0$, chegamos na equação (19). Ela nos permite determinar o vetor velocidade em um instante t em qualquer movimento. Trata-se de uma expressão geral (Nussenzveig; 2002).

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \int_{t_0}^{t} \vec{a}(t)dt \quad (19)$$

2.1.2 Movimento uniforme (MU)

Halliday e Resnick (1984) definem o movimento uniforme como sendo aquele que o corpo se desloca a velocidade constante. Uma consequência desse fato é que, independentemente do trecho analisado, as velocidades médias de um corpo entre dois pontos quaisquer serão iguais. Com isso, podemos dizer que a velocidade média será igual, em módulo, direção e sentido, à instantânea.

Tendo em vista que a velocidade de um corpo em movimento uniforme não se altera, podemos obter a função horária da posição a partir da equação (10). Basta considerarmos $\vec{v}(t) = \vec{v}$ e, a partir disso, integrarmos o lado direito da igualdade.

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \int_{t_0}^{t} \vec{v}dt \quad (20)$$

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}\int_{t_0}^{t} dt \quad (21)$$

Realizando a integração e substituindo os limites, chegamos em

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}(t - t_0) \quad (22)$$

Quando analisamos movimentos, é comum zerarmos o cronômetro antes de iniciarmos as medições. Por conta disso, a equação (22) pode ser simplificada quando consideramos $t_0 = 0$. Com isso, temos:

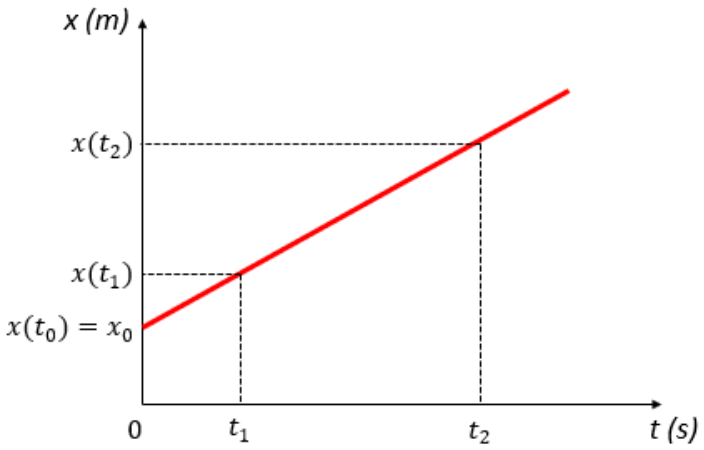
$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}t \quad (23)$$

Podemos fazer a análise gráfica a respeito de como as posições ocupadas pelo móvel variam em função do tempo. Considerando que o corpo se desloca exclusivamente sobre o eixo x, reescrevemos (23) como

$$x = x_0 + vt \quad (24)$$

A função horária dada por (24) é do primeiro grau e, por conta disso, uma reta inclinada irá representá-la em um gráfico posição x tempo, na Figura 6.

Figura 6 - Gráfico posição x tempo para o Movimento Uniforme



Fonte: o autor.

Como já enfatizado, para o gráfico acima, o móvel se movimenta apenas sobre o eixo das abcissas.

A reta pode ser tanto crescente (no caso em que v > 0), quanto decrescente (em v < 0). O primeiro movimento é chamado de progressivo, e o segundo de retrógrado.

2.1.3 Movimento uniformemente variado (MUV)

O movimento uniformemente variado é aquele que “a velocidade varia com a mesma taxa durante o movimento” (Young; Freedman, 2008, p. 45). Apesar de parecer raro, esse movimento pode ser encontrado com frequência na natureza. A queda livre, por exemplo, é um deslocamento na vertical em que a aceleração do móvel permanece constante (quando desprezamos a resistência do ar).

Segundo essa definição, podemos considerar $\vec{a}(t) = \vec{a}$ e, com isso, adaptar as expressões (19) e (10) para encontrar as funções horárias da velocidade e da posição para o MUV. Comecemos por (19). Efetuando a integração, substituindo $\vec{v}(t)$ = $\vec{v}$ e considerando $t_0 = 0$, encontramos

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t \tag{25}$$

Como já vínhamos fazendo, podemos adaptar (25) para

$$v = v_0 + at \tag{26}$$

A equação (26) permite determinar o módulo da velocidade do móvel em qualquer instante t do movimento. Determinemos agora a função horária do vetor posição para o movimento uniformemente variado. Para tanto, substituímos (25) em (10):

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \int_{t_0}^{t} (\vec{v}_0 + \vec{a}t)dt \tag{27}$$

Tendo em vista que a integral da soma é a soma das integrais, (27) torna-se

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \int_{t_0}^{t} \vec{v}_0 dt + \int_{t_0}^{t} \vec{a}t dt \tag{28}$$

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 \int_{t_0}^{t} dt + \vec{a} \int_{t_0}^{t} t dt \tag{29}$$

Resolvendo as integrais, chegamos a

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0(t - t_0) + \frac{\vec{a}(t - t_0)^2}{2} \tag{30}$$

Novamente por medidas de simplificação, consideramos $t_0 = 0$ e $\vec{r}(t) = \vec{r}$. Logo,

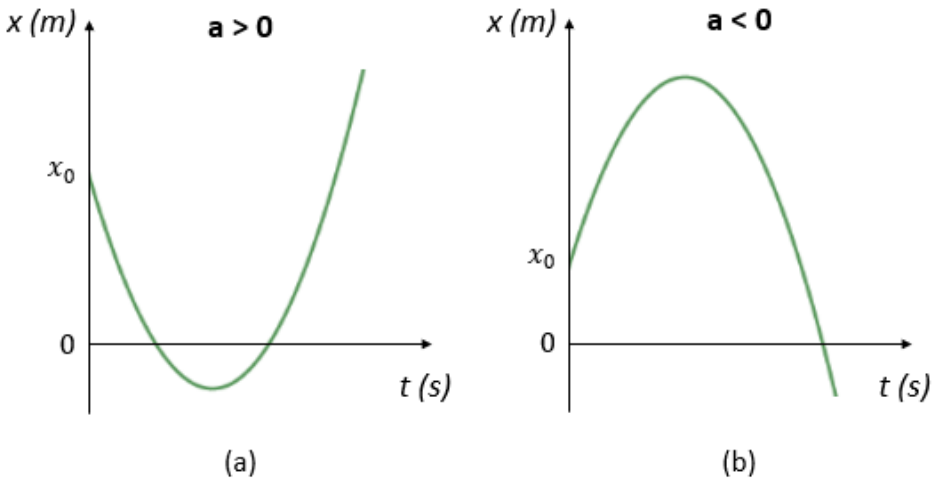
$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2} \tag{31}$$

Ou então, para um móvel que se desloca unicamente sobre o eixo x,

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \tag{32}$$

A função (32) é do segundo grau e, por conta disso, sua representação gráfica é uma parábola. Como sabemos do estudo das funções quadráticas, sua concavidade será voltada para cima quando a magnitude da aceleração for positiva e para baixo quando for negativa.

Figura 7 - Gráfico posição x tempo para o MUV. Em (a), o móvel possui aceleração positiva e em (b) aceleração negativa



Fonte: o autor.

As duas funções estudadas até então, (26) e (32), são dependentes de t. Contudo, é muito comum encontrarmos problemas em que o intervalo de tempo no qual o movimento decorre é desconhecido. Por conta disso, o MUV pode ser analisado a partir de uma terceira expressão.

Para obtê-la, vamos utilizar a simplificação do nosso problema que considera um movimento que se desenvolve exclusivamente no eixo das abcissas. Com isso, posição, velocidade e aceleração podem ser encaradas como grandezas escalares, conforme já estávamos tratando antes.

Isolando o tempo t na expressão (26),chegamos a

$$t = \frac{v - v_0}{a} \tag{33}$$

Substituindo (33) na expressão (32), encontramos

$$x = x_0 + v_0\left(\frac{v - v_0}{a}\right) + \frac{a}{2}\left(\frac{v - v_0}{a}\right)^2 \tag{34}$$

onde obtemos,

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \tag{35}$$

(35) é a equação de Torricelli (Bonjorno *et al*., 2016).

Também é possível obter uma fórmula para calcular a velocidade média entre dois instantes t_1 e t_2 de um móvel que se desloca segundo um MUV. Nosso ponto de partida é a expressão (32):

$$\begin{cases} x(t_1) = x_1 = x_0 + v_0 t_1 + \dfrac{a t_1^2}{2} \\ x(t_2) = x_2 = x_0 + v_0 t_2 + \dfrac{a t_2^2}{2} \end{cases} \tag{36}$$

Como já vimos, o módulo da velocidade média do corpo é dado por

$$v_M = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \tag{37}$$

(37) é uma adaptação de (2) para o contexto analisado nesse momento.

Substituindo a equação (36) em (37), temos

$$v_M = \frac{x_0 + v_0 t_2 + \dfrac{a t_2^2}{2} - \left(x_0 + v_0 t_1 + \dfrac{a t_1^2}{2}\right)}{t_2 - t_1} \tag{38}$$

O que nos dá

$$v_M = \frac{x_0 + v_0 t_2 + \dfrac{a t_2^2}{2} - x_0 - v_0 t_1 - \dfrac{a t_1^2}{2}}{t_2 - t_1} \tag{39}$$

$$v_M = \frac{v_0(t_2 - t_1) + \dfrac{a}{2}(t_2^2 - t_1^2)}{t_2 - t_1} \tag{40}$$

De onde vem

$$v_M = \frac{v_0(t_2 - t_1) + \dfrac{a}{2}(t_2 - t_1)(t_2 + t_1)}{t_2 - t_1} \tag{41}$$

$$v_M = \frac{(t_2 - t_1)[v_0 + \dfrac{a}{2}(t_2 + t_1)]}{t_2 - t_1} \tag{42}$$

$$v_M = v_0 + \frac{a}{2}(t_2 + t_1) \tag{43}$$

Podemos reescrever a equação acima de modo que apareçam as velocidades v_1 e v_2. Usando (26),

$$v_M = \frac{2v_0 + at_1 + at_2}{2} = \frac{(v_0 + at_1) + (v_0 + at_2)}{2} \tag{44}$$

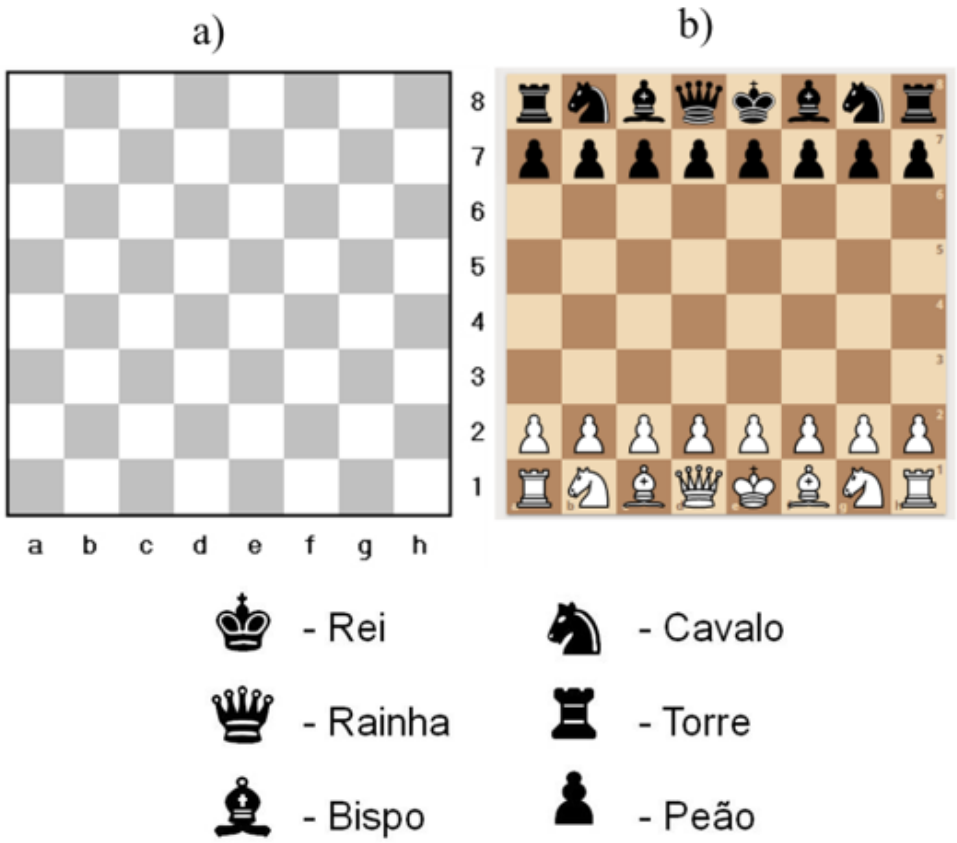
$$v_M = \frac{v_1 + v_2}{2} \tag{45}$$

O que nos permite concluir que para o movimento uniformemente variado, a velocidade média entre dois instantes é a média das velocidades instantâneas. É importante salientar que isso não vale para qualquer movimento.

2.5 REGRAS DO XADREZ E SUA CONEXÃO COM A FÍSICA

De modo geral o tabuleiro de xadrez é dividido em 64 “casas” ou quadrados (8 horizontais - fileiras x 8 verticais - colunas), termos estes em parêntesis conhecido no meio enxadrístico. Além de horizontais (fileiras) e verticais (colunas), outro termo bastante utilizado é “diagonais”, que é tão somente formado por uma sequência de casas de mesma cor. Os quadrados são normalmente de casas pretas e brancas embora outras cores podem ser vistas. O tabuleiro no início do jogo deve estar posicionado de modo que a casa da primeira linha horizontal, direita, seja branca, como na Figura 8. Isso deve ser sempre verificado antes de se iniciar a partida.

Figura 8 - a) Posição inicial do tabuleiro e b) tabuleiro contendo as peças de jogo.



Fonte: Chess.com(2022).

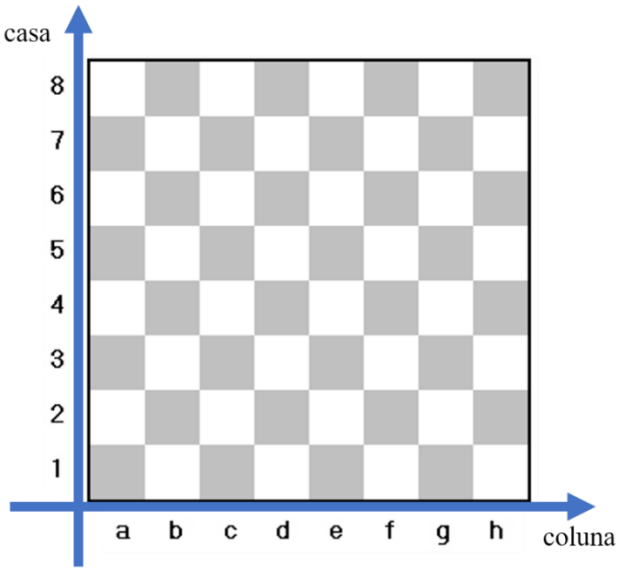
A anotação de uma partida de xadrez é obrigatória em campeonatos e serve como comprovação do cumprimento das regras regulamentares do jogo. Na Figura 8 é possível verificar notações algébricas e numéricas às quais localizam cada casa do tabuleiro. Em complemento à esta orientação, temos a designação, também algébrica, em letra maiúscula, para as peças do jogo como: R para o rei; D para a dama; T para

a torre; B para o bispo; C para o cavalo. O peão não recebe nenhuma abreviatura e em um lance com esta peça, anotamos apenas o código da casa para onde ele foi.

Uma vez caraterizada a forma do tabuleiro, podemos fazer as primeiras correlações de ideias entre tabuleiro e posição espacial em física. Como vimos anteriormente, a posição espacial nada mais é que a localização de um ente, objeto, corpo etc., em uma região do espaço, medida por um observador e ou sistema de referência. Logo dizemos que: com o sistema de referencial adotado, podemos localizar o objeto através da simetria (forma) deste mesmo referencial.

No caso específico do tabuleiro, nota-se que esta simetria é dada em duas dimensões, formadas pelo conjunto de 64 quadrados interligados. Portanto, podemos utilizar um sistema cartesiano por exemplo, para descrever o “espaço” compreendido pelo tabuleiro. Na Figura 9 esboçamos esta relação tabuleiro com o sistema cartesiano onde temos o eixo casa e o eixo coluna relacionando-se com os eixos cartesianos eixo y e eixo x, respectivamente.

Figura 9 - Utilização de um sistema de coordenadas cartesiano como marcador de posição espacial no tabuleiro de xadrez.

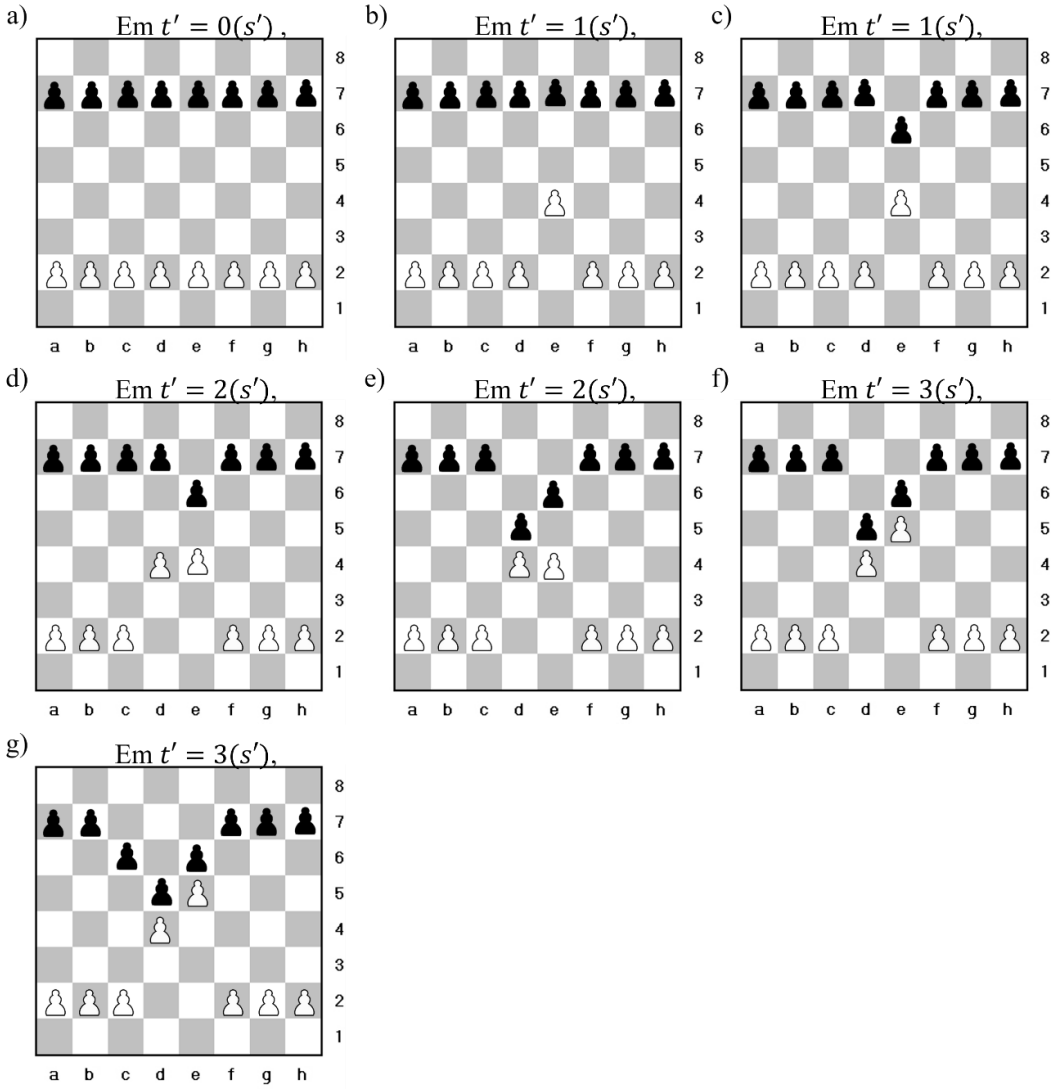


Fonte: Chess.com(2022)

Assim, é possível orientarmos qualquer objeto (peças), na representação do tabuleiro visto na Figura 9, traçando então um paralelo entre posição espacial e as casas do tabuleiro de xadrez. No entanto, precisamos nos ater também às diferenças conceituais entre o jogo e a cinemática. O primeiro ponto é que, analisando o papel dos movimentos no jogo de xadrez, ele se opera em um regime discreto (ou em casas

permitidas), enquanto na cinemática de materiais macroscópicos, o movimento pode ser considerado contínuo. O movimento então, no tabuleiro de xadrez, segue um raciocínio similar ao de deslocamento (posição inicial - posição final) ao invés do de trajetória, conceito esse definido anteriormente.

Figura 10 - Deslocamento de peões no tabuleiro de xadrez.



Fonte: Chess.com(2022)

Logo é possível dizer que a definição de espaço sob a ótica do xadrez seria a localização de sua “casa”. Por exemplo, na Figura 10a) percebemos que os peões brancos estão todos localizados nas casas 2 obedecendo à orientação para seus movimentos conforme as colunas de “a” até “h”, ou seja temos o peões em: a2, b2, c2, d2, e2, f2, g2 e h2. O mesmo temos para o peões pretos, tal que: a7, b7, c7, d7, e7, f7, g7 e h7.

Dando início então à partida de xadrez, sabemos que para cada turno, jogadores de brancas e pretas tem direito de fazer um lance, e, segue que as brancas jogam o lance e4. Podemos dizer que houve um deslocamento do peão da casa e2 para e4 em um intervalo de tempo, lance, nesta rodada. Em uma abstração deste lance tem-se que

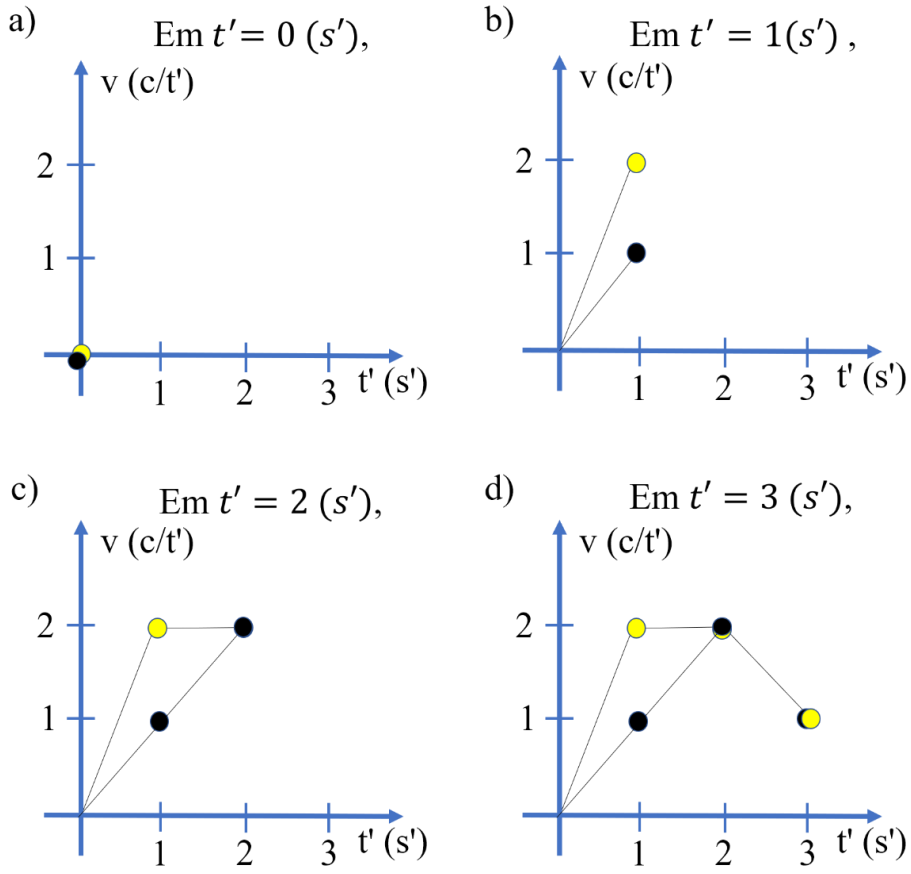
$$D_{Lance} = |e4 - e2| \quad (46)$$

Onde este D_{Lance} é a correlação que fazemos com a definição de deslocamento entre dois pontos espaciais. De imediato pode-se ainda definir uma função velocidade como

$$v(c/t') = D_{Lance} t' \quad (47)$$

Tal que v(c/t') é a velocidade dada em casa por lance (*c/t'*). *t'* é então o padrão de tempo referente a cada rodada de jogadas, (*s'*). Importante destacar que a medida de velocidade estimada pela equação (47) é global, envolvendo todos os peões.

Figura 11 - velocidade x tempo no tabuleiro de xadrez. Bolinha amarela refere-se ao movimento de um peão branco enquanto bolinha preta, de um peão preto.



Fonte: o autor.

Percebe-se então que, conforme o desenrolar dos lances na Figura 10, valores de velocidade definidas pela equação (47) são obtidos e podem ser analisadas mediante uma representação gráfica. Para isso, apresentamos na Figura 11, estes resultados. Observe na Figura 11 que elas representam uma relação direta com conceito gráfico de movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). Desta forma, é possível por exemplo, estimarmos um valor de espaço percorrido, cujo significado no xadrez é o de termo de avanço em casas adversárias.

Mas o que seria este termo de avanço? Voltando à Figura 10, podemos supor uma linha imaginária que separa as linhas de 1 à 4 das de 5 à 8. Observe que na Figura 10g), temos um peão branco que ultrapassou a linha de separação, ou seja, encontra-se em e5, avançando no campo adversário. Agora, pela medida de espaço percorrido D_{Lance}, teríamos simplesmente estimar a área compreendidas pelas curvas no gráfico da Figura 11d, supondo divisões os intervalos $\Delta t'$ observando as figuras geométricas resultantes. Para isso, consideramos estes intervalos de acordo com o esboçado na

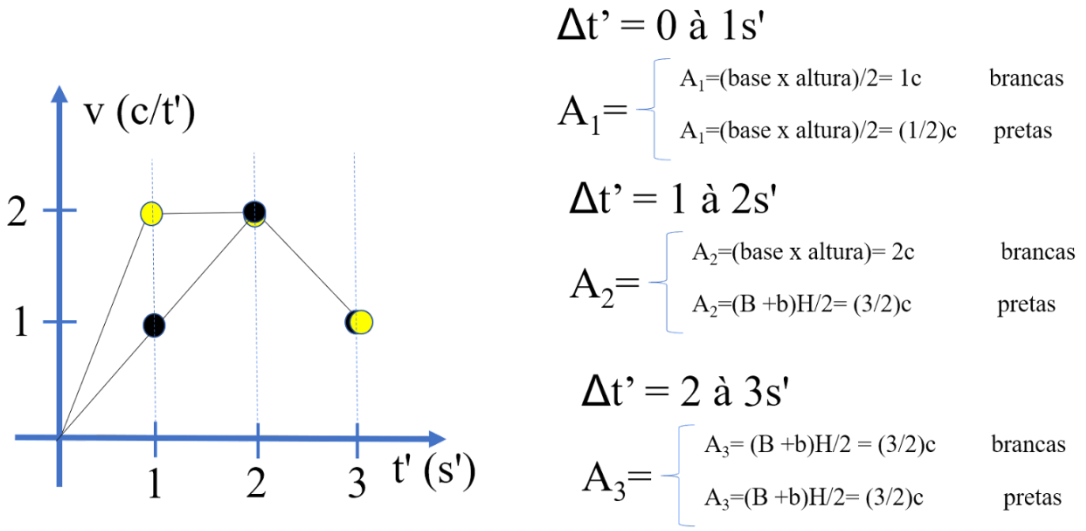
Figura 12 pelas linhas pontilhadas.

Portanto, assumindo o procedimento de cálculo realizado na

Figura 12, percebesse que o espaço total percorrido ΔD_{Lance}, é obtido somando-se as áreas A_i para as brancas e para as pretas. Assim temos que:

$$\Delta Dpretas = 3{,}5c \quad \text{e} \quad \Delta Dbrancas = 4{,}5c \tag{48}$$

Figura 12 - Estimativa do deslocamento realizado pelos peões. Ai, representam as áreas determinadas nos seus respectivos intervalos Δt'. Bolinha amarela refere-se ao movimento de um peão branco enquanto bolinha preta, de um peão preto.

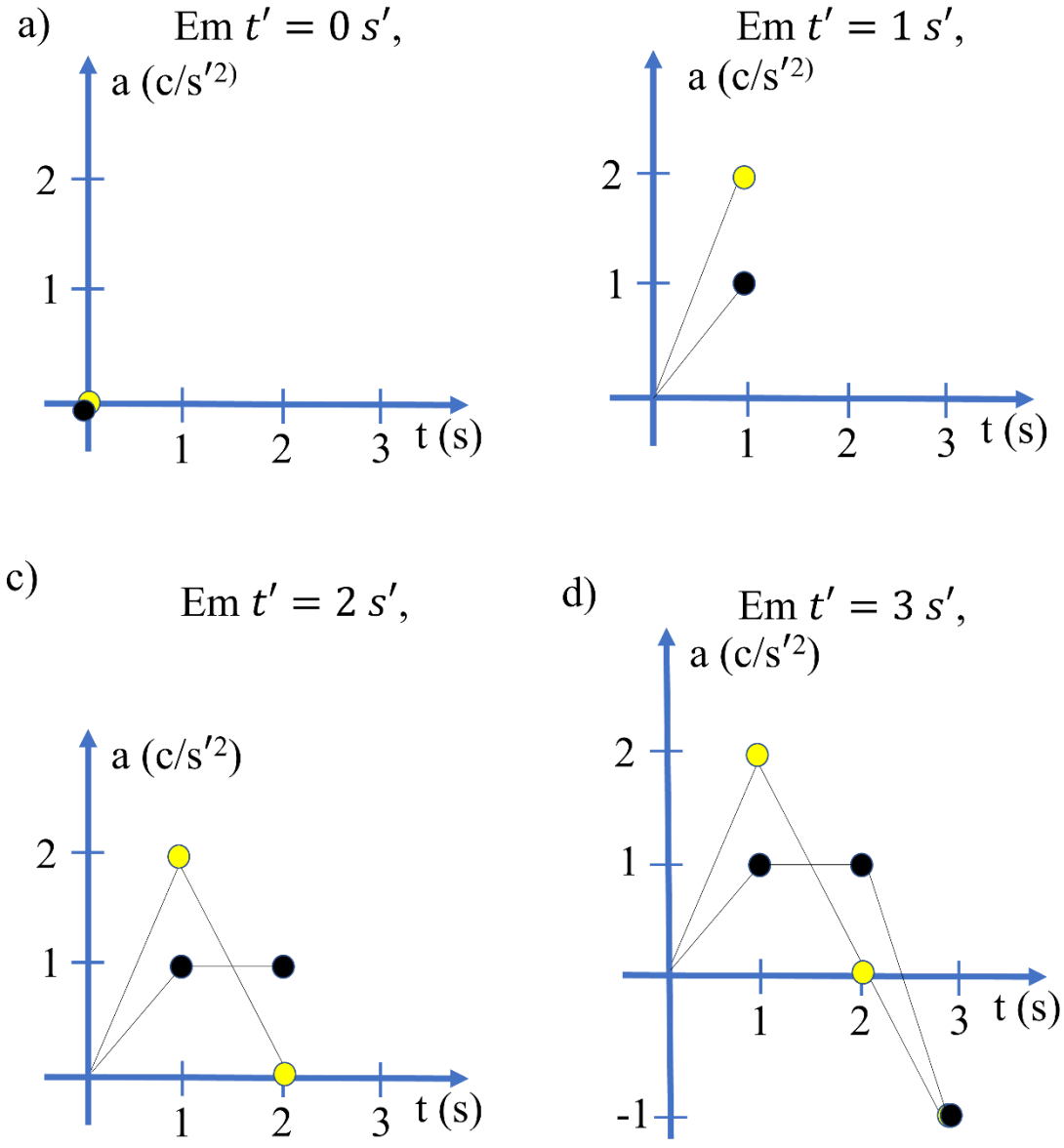


Fonte: o autor.

O resultado em (48), corrobora com o que se observa no tabuleiro na Figura 10g). Em complemento ainda, os gráficos também sugerem uma espécie de "rapidez" no movimento destes peões. Ou outras palavras, uma aceleração, act'2. No intervalo Δ*t'*= 0 a 1 s', tem-se a=2cs'2, para as brancas e a=1cs'2, para as pretas. No intervalo Δ*t'*= 1 à 2 s', tem-se a=0, para as brancas e a=1cs'2, para as pretas. E no intervalo Δ*t'*= 2 à 3 s', tem-se a=-1cs'2, para as brancas e a=-1cs'2, para as pretas.

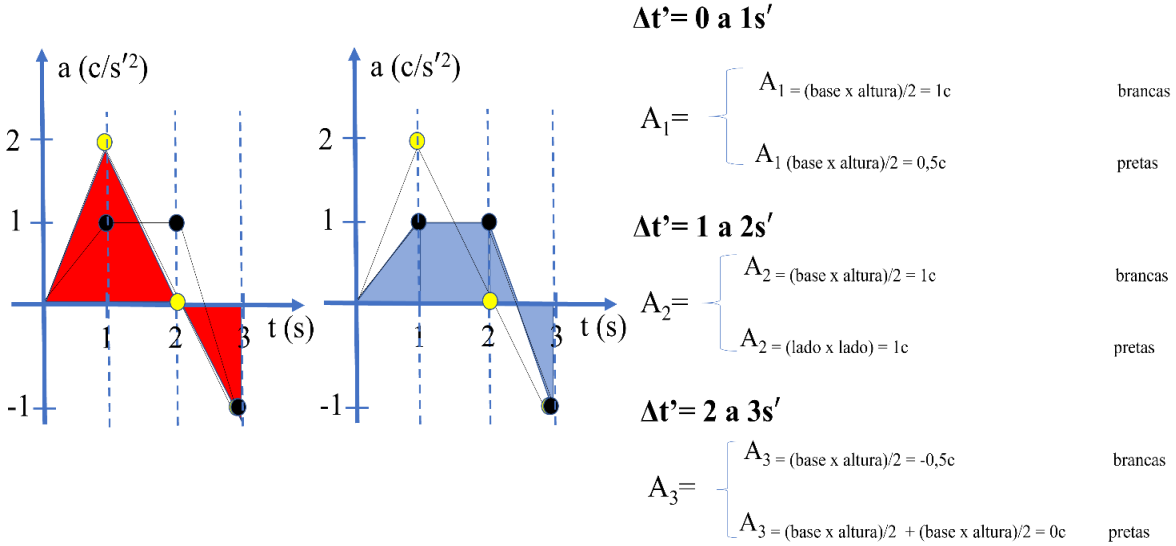
Graficamente, podemos observar os gráficos de aceleração em relação ao tempo na Figura 13.

Figura 13 - Aceleração x tempo no tabuleiro de xadrez. Bolinha amarela refere-se ao movimento de um peão branco enquanto bolinha preta, de um peão preto.



Fonte: o autor.

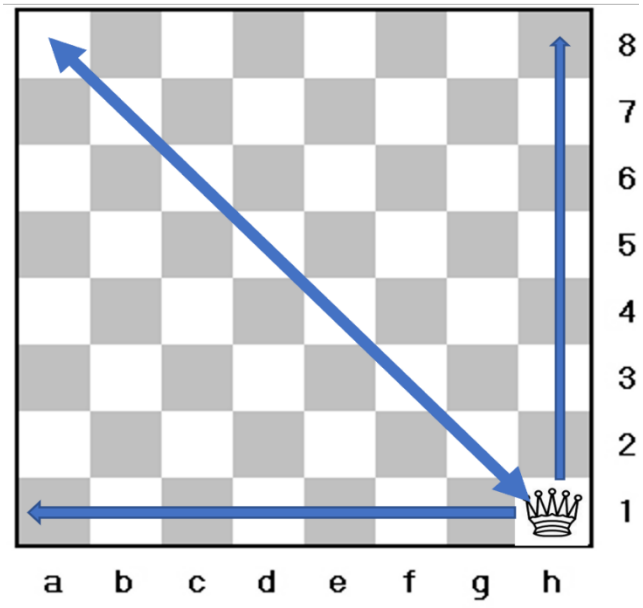
Figura 14 - aceleração x tempo no tabuleiro de xadrez. Bolinha amarela refere-se ao movimento de um peão branco enquanto bolinha preta, de um peão preto.



Fonte: o autor.

Até o momento, relacionamos o espaço percorrido D, aceleração e velocidade apenas aos movimentos de peões. Porém, voltando os olhares ao jogo de xadrez, o peão é a peça de menor amplitude de movimento, como vimos no capítulo introdutório. Para fins de comparação, acrescentaremos a Dama em nossos diagramas da Figura 9, visando analisar possíveis espaços percorridos (c) em um intervalo de tempo, lance (t').

Figura 15 - Diagrama apontando as casas que a Dama pode se movimentar no lance em um tabuleiro livre.



Fonte: Chess.com(2022)

Observando o diagrama (Figura 15) é possível atrelar um maior espaço percorrido D_{Lance} em função de tempo t' para a dama comparada ao peão, quando essa possui casas disponíveis para se movimentar no tabuleiro. O espaço livre permite a Dama percorrer até 8 casas em um único lance. Sendo assim, a velocidade vct'=D_{Lance}t' vista na equação (47) torna-se válida também para a situação atual, ou seja, a dama pode atingir uma velocidade de até 8 casas por lance {8 ct'=D_{Lance}t'}.

Essa pequena análise inicial enxadrística, sugere uma variada gama de possibilidades de movimento, sendo que no jogo de xadrez com todas as peças no tabuleiro, temos milhares de combinações de jogadas, outrossim, probabilidades de realizar ou não a melhor jogada para cada situação.

Esse é mais um ponto em que a cinemática e o xadrez se diferem, visto que no xadrez, optar pelo maior espaço percorrido D_{Lance}, pode ou não, ser a melhor opção. Vamos observar o diagrama abaixo e tentar encontrar a melhor possibilidade (lance) visando o xeque mate (objetivo do xadrez), no menor número de jogadas possíveis.

Figura 16 - Resolução de diagrama. Realizar xeque mate no menor número de jogadas possíveis. Jogam as brancas.

Fonte: Chess.com(2022).

O diagrama é um típico exemplo de xeque mate em dois lances. Neste caso, a melhor jogada é primeiramente um lance de grande amplitude Dxh7+ (Dama captura o peão da casa h7 deixando o rei em cheque). Para as pretas resta apenas uma jogada forçada: Cxh7 (cavalo da casa f6 captura a dama que está em h7). Em seguida,

mesmo com outras opções de jogadas de maior espaço percorrido D_{Lance}, a melhor opção é: Cg6++ (o cavalo que está na casa h4 se desloca para casa g6 colocando o rei em perigo de modo que este não tem mais escapatória).

Caso você se pergunte o porquê de o rei não escapar para casa g8, ressalto a posição do bispo em d5 ameaçando essa casa mesmo distante.

Figura 17 - Resolução do diagrama demonstrando os melhores lances.

Fonte: Chess.com(2022).

Deste modo, podemos observar amplitudes de movimento distintas para cada peça do jogo de xadrez. A capacidade de movimentação dessas peças é diretamente influenciada pela sua posição no tabuleiro, considerando todas as outras peças que participam do jogo no momento da análise. Isso significa que nem sempre o melhor lance é o de maior amplitude.

A melhor jogada deve ser fruto de uma profunda reflexão posicional, além de cálculos baseados em possíveis respostas do oponente, o que faz do xadrez um jogo cognitivo que envolve análises táticas e estratégicas exigindo tomada de decisões prevendo consequências a todo momento.

No caso de um mate em 2 lances, a movimentação da Dama é crucial, sendo o movimento mais direto e eficiente. No entanto, à medida que o número de lances necessários para alcançar o xeque-mate aumenta, fica evidente que as brancas cometeram lances intermediários desnecessários, que não contribuem diretamente para o objetivo final.

Por exemplo, se as brancas jogarem Dd3 (movimento intermediário antes de Dh7+), isso é considerado um erro, pois estende o tempo da partida sem agregar valor à vitória imediata. Em uma situação ideal, a Dama deveria se mover de forma mais rápida, sem dar margem para o adversário reagir. Quanto maior o número de lances para finalizar a partida, menor será a rapidez das peças e maior a possibilidade de o oponente corrigir a posição ou até cometer um erro que dê espaço para uma defesa bem-sucedida.

Entretanto, é importante lembrar que o xadrez oferece uma infinidade de possibilidades em cada movimento. Mesmo quando se busca um mate em um número reduzido de lances, as alternativas de jogadas são vastas. Nem sempre os adversários conseguem identificar os lances mais eficientes, e, em muitos casos, a partida pode tomar rumos inesperados dependendo das escolhas feitas durante o jogo. Por isso, mesmo em um cenário aparentemente simples, a precisão no número de lances e no uso da “rapidez” das peças pode ser a chave para garantir a vitória.

Uma vez que conhecemos o referencial teórico que embasa nosso produto educacional, passemos agora à apresentação dos materiais utilizados e da metodologia empregada na execução do projeto.

3 METODOLOGIA

Neste trabalho, a proposta principal é utilizar o jogo de xadrez como uma ferramenta no processo de aprendizagem de crianças, colaborando tanto para o desenvolvimento intelectual quanto social dos educandos. O xadrez é aqui concebido não apenas como um jogo, mas como um instrumento cultural mediador da aprendizagem, em consonância com a teoria histórico-cultural de Vygotsky, segundo a qual o conhecimento é construído a partir da interação entre o sujeito e o meio social, sendo o professor um mediador desse processo.

A metodologia adotada compreende uma sequência didática estruturada em etapas progressivas de ensino do jogo, de modo a respeitar a zona de desenvolvimento proximal (ZDP) dos alunos — isto é, aquilo que os estudantes ainda não conseguem fazer sozinhos, mas conseguem com a mediação adequada. As etapas do ensino do xadrez contemplam: a história do jogo, a estrutura do tabuleiro, a identificação e movimentação das peças, a preparação para o início da partida, os movimentos especiais (como o roque e o en passant), xeque e xeque-mate, notação algébrica, uso do relógio e, por fim, a análise e reflexão sobre partidas jogadas. Todas essas fases são trabalhadas de forma articulada com outras atividades pedagógicas, promovendo aprendizagens múltiplas e integradas.

Ao considerar o xadrez como uma atividade lúdica e, ao mesmo tempo, regrada, criamos condições para que os alunos avancem em seu desenvolvimento cognitivo por meio da internalização de conceitos trabalhados inicialmente em situações interativas e socialmente mediadas. Nesse contexto, o jogo serve como um ambiente de mediação simbólica, onde o estudante, ao interagir com os pares e com o professor, é incentivado a planejar ações, tomar decisões, justificar jogadas e refletir sobre suas escolhas, habilidades que dialogam diretamente com as funções psicológicas superiores descritas por Vygotsky.

Além do ensino do xadrez em si, a metodologia se vale da criação de analogias entre as situações vivenciadas no tabuleiro e os conceitos iniciais da Física, mais especificamente os princípios da Cinemática. A ideia é transformar elementos do jogo em representações acessíveis de conteúdos científicos, permitindo que os estudantes construam significados por meio da comparação entre o conhecido (as jogadas no

tabuleiro) e o novo (conceitos como deslocamento, trajetória, velocidade e aceleração).

A ideia é operar analogias de situações que acontecem no tabuleiro de xadrez, com alguns conceitos da física, buscando relacionar os conteúdos às situações do cotidiano, a fim de tornar a aprendizagem significativa para os educandos.

Podemos definir uma analogia como uma semelhança entre conceitos ou comparação de um objeto conhecido com outro desconhecido, de maneira que sejamos capazes de imaginar o desconhecido. Como já pontuamos no capítulo anterior, uso de analogias é um costume natural dos seres humanos na comunicação de ideias. (Souza, 2015)

O modelo do átomo é um bom exemplo de como a ciência se utiliza de analogias para explicar seus modelos científicos. Dalton (1766-1844) retomou as ideias de Demócrito e Leucipo de 450 a.C., e usou uma bola de bilhar para descrever seu modelo de átomo esférico, maciço e indivisível. A partir de então, os modelos atômicos subsequentes utilizam analogias para explicar a suas ideias principais.

O presente trabalho pretende utilizar situações recorrentes no tabuleiro para explicar conceitos da física. A primeira relação a ser feita se baseia nos primeiros princípios da cinemática. Tratamos conceitos de movimento, posição espacial, deslocamento e trajetória em analogias relacionadas ao tabuleiro. O espaço geográfico com 64 casas sendo 32 claras e 32 escuras, com 16 peças para cada jogador, sendo que cada peça realiza movimentos específicos respaldados por leis, torna-se um cenário curioso e atraente para fazermos relações acerca do movimento das peças.

O tabuleiro sendo analisado como um plano cartesiano torna-se palco de gráficos representativos de movimentos de peças (deslocamentos) que acontecem em uma determinada jogada (tempo/lance). Essas analogias permitem extrair matematicamente grandezas físicas como velocidade e aceleração.

Essa proposta foi organizada em torno de uma sequência didática de seis aulas que estão devidamente elencadas no quadro a seguir.

Quadro 1 - Sequência didática proposta no produto educacional.

Número da aula	**Título**
Aula 1	História do xadrez e jogos pré-enxadrísticos.
Aula 2	Regras: Movimentação e valores das peças.
Aula 3	Regras: Movimentos especiais, Xeque e Xeque mate.
Aula 4	Regras: Prática com notação algébrica.
Aula 5	Conceitos de cinemática e suas analogias com o xadrez.
Aula 6	Conceitos de cinemática; aplicação do questionário.

Fonte: o autor.

É importante ressaltar que cada aula do quadro equivale a duas horas/aula, totalizando 100 minutos. Dessa forma, o tempo total previsto para a aplicação do produto educacional é de 600 minutos, isto é, 12 horas/aula.

Esse produto, em resumo, é um compilado de planos de aula para cada uma das etapas elencadas no Quadro 1. Além da descrição de cada encontro com os alunos, há também anexos disponibilizados para o professor cujo objetivo é auxiliar na execução do que está estabelecido na sequência didática.

Façamos agora uma breve descrição sobre cada uma das aulas previstas. Cabe frisar novamente que maiores detalhes acerca desses encontros podem ser obtidos com a leitura dos planos de aula, disponíveis no apêndice A.

Nossos estudos começam com o ensino do jogo de xadrez. A primeira aula se inicia perguntando se algum aluno já conhecia o jogo, se sabia quais eram as peças dispostas sobre o tabuleiro, seus movimentos etc. Julgamos esse diagnóstico extremamente importante para guiar a forma como conduziremos os próximos eventos pedagógicos. Defronte a uma turma com maiores aptidões para o jogo, alguns processos podem ser executados de maneira mais acelerada. Já com grupos de alunos menos familiarizados com o xadrez, mais tempo pode ser realocado para as etapas mais complexas.

Nosso produto educacional foi concebido para turmas em que pelo menos alguns alunos sabem as regras mais imediatas do jogo. É uma alternativa usar esses estudantes como monitores durante as primeiras aulas, cujo objetivo principal é apresentar o xadrez para aqueles que o desconhecem.

O processo de ensino do xadrez tem início com um breve histórico do jogo (explorando a lenda de Sissa), seguido das noções preliminares que abordaram o tabuleiro, o posicionamento das peças, sua movimentação e valor simbólico. Essas aulas foram baseadas no livro “Xadrez Básico: um tratado geral e atualizado do jogo de xadrez” (26ª edição), que faz parte das referências bibliográficas do presente trabalho. O livro foi escrito pelo Dr. Orfeu Gilberto D’Agostini (Mestre Nacional de Xadrez). A obra foi escolhida levando em consideração a pré-organização do trabalho e as analogias que seriam feitas. Além dele, existem vários outros livros ótimos para se ensinar a jogar xadrez.

Iniciamos as partidas com a guerra de peões e a cada novo jogo fomos adicionando uma peça. Cumprido o objetivo da aula 1, esperava-se que no encontro posterior os estudantes já fossem capazes de utilizar todas as peças do tabuleiro. Como ficará evidente na seção “Resultados e discussões”, não foi o que se verificou e uma adaptação no cronograma teve de ser feita.

A segunda aula teve como objetivo ensinar aos alunos acerca do movimento de outras peças do jogo de xadrez, em especial, o rei e a rainha. Além disso, situar os estudantes a respeito de estratégias básicas para obter o xeque e o xeque-mate faziam parte de nossas metas para esse encontro. Para tanto, dividimos a aula em cinco momentos.

O primeiro deles foi uma revisão acerca do que foi visto na aula anterior. Em uma breve conversa com os alunos, a ideia era verificar se havia memória sobre os tópicos mais básicos já explorados. Depois disso, demos continuidade com a apresentação das peças e dos movimentos do rei e da rainha.

Nos momentos seguintes, apresentamos os conceitos de xeque e xeque-mate e repassamos estratégias básicas de abertura e defesa, incluindo uma prática guiada com os estudantes focando nessas estratégias.

Para finalizar a segunda aula, dedicamos cerca de 20 minutos para uma prática livre com feedback por parte do professor. Com os alunos devidamente divididos em duplas, esse tempo está destinado para que eles apliquem os movimentos e as estratégias aprendidas. É condição fundamental para o sucesso dessa aula que o docente circule pela sala, auxiliando sempre que for solicitado e corrigindo os equívocos que vierem a aparecer.

Esse feedback por parte do professor é muito importante para reduzir as dúvidas dos alunos em relação ao jogo tanto quanto for possível. Uma vez que nas próximas aulas estaremos centrados em estudar movimentos e estratégias ainda mais avançadas do xadrez, os fundamentos já terão de ser muito bem compreendidos.

Antes de passar efetivamente para a conexão dos conceitos de xadrez com a física, a terceira aula prevista em nosso produto educacional tem como objetivo capacitar os alunos a realizar e entender alguns movimentos especiais do xadrez (Roque e en passant), além de introduzir a notação algébrica para que eles saibam como registrar cada partida.

Esse encontro foi dividido em quatro etapas, sendo as três primeiras mais breves, em que as ideias principais eram, respectivamente, recapitular o que foi visto nas aulas anteriores, explicar os movimentos de Roque e en passant e demonstrar como registrar algebricamente os movimentos em uma partida de xadrez.

A quarta etapa, por sua vez, foi dedicada para a prática em duplas de uma partida, desta vez usando o registro aprendido. Tal como na aula anterior, o professor tem o dever de transitar pela sala de aula para corrigir tanto os movimentos das peças sobre o tabuleiro, como também verificar se os registros algébricos estão sendo feitos de maneira adequada.

Uma vez compreendidos os principais movimentos do Xadrez, a aula quatro é a primeira que vai no sentido de relacionar os conceitos mais básicos de uma partida com os mais básicos da cinemática vetorial. Em um primeiro momento, os alunos são apresentados ao objetivo da aula, que logo desenvolve para uma conversa sobre a relação de um plano cartesiano com o tabuleiro do jogo.

De maneira dialogada, os estudantes são apresentados ao conceito de posição, este que por sua vez depende do referencial estabelecido pelos eixos do plano cartesiano, isto é, do tabuleiro. Essa definição não é, em regra, novidade para uma turma do ensino médio, tendo em vista que os currículos de ensino de matemática já preveem o estudo do plano cartesiano desde os últimos anos do ensino fundamental.

Na sequência, a conversa continua com reflexões a respeito dos conceitos de repouso e movimento, estes que estão intimamente ligados ao referencial já definido

anteriormente. A relatividade dessas ideias também é objeto de estudos nesse momento. Detalhes a respeito da construção da noção de referencial, posição, movimento e repouso podem ser encontrados nos planos de aula disponíveis no apêndice do produto educacional.

A quarta aula encerra com uma bateria de exercícios, em que os estudantes são requisitados a provar seus conhecimentos sobre os conceitos recém-explorados em atividades práticas. Faz parte dos nossos critérios de avaliação a observação do desempenho dos alunos nessas práticas simples. Desta forma, a função do professor passa por circular entre as carteiras, identificando dificuldades e corrigindo possíveis equívocos. Para a continuidade da aplicação do produto educacional, é fundamental que os alunos compreendam bem não apenas as noções cinemáticas e os principais movimentos do xadrez, como também saibam relacioná-los.

Na aula 5, o desenvolvimento da interação com os alunos passa a considerar a compreensão do conceito de velocidade média e o seu cálculo. De início, o plano de aula disponível no produto educacional dedica um tempo para revisar os conceitos básicos da cinemática (referencial, movimento e repouso) e explicar para os estudantes qual será o foco do encontro.

Na sequência, definimos velocidade como a razão entre o deslocamento de um móvel e o tempo necessário para percorrê-lo. É nesse exato momento que estabelecemos uma conexão direta com o xadrez, relacionando o número de casas percorridas por uma peça no tabuleiro com o deslocamento escalar recém definido. No caso específico do produto “Xadrez Cinético”, convencionamos que cada lance do jogo corresponde à uma unidade de tempo. Usando um tabuleiro, demonstramos aos alunos como calcular a velocidade média de diferentes peças.

Para encerrar, está planejada uma discussão sobre velocidade média e movimento uniforme usando peças que possuem movimentos mais regulares e outras menos (tal como o cavalo). No segundo caso, o perfil da trajetória obrigaria mudanças no módulo da velocidade.

Após revisar os conceitos de deslocamento e velocidade abordados no encontro anterior, a aula 6 tem início com a ideia de variação de velocidade. Com base no método da exposição dialogada, o produto educacional prevê introduzir a definição de aceleração com base em eventos comuns do dia-a-dia dos estudantes. Nesse

momento também aproveitamos para referenciar a aula 5, tendo em vista que em sua discussão final surgiu a reflexão sobre movimentos variados. A relação desse conceito cinemático com o movimento das peças sobre o tabuleiro de xadrez começa a partir desse momento.

Um exemplo importante para ser utilizado é o do caso de peças que podem se mover lentamente em um primeiro momento (uma casa) para depois acelerar, avançando mais casas em um único lance.

O plano de aula também prevê relacionar a mudança de velocidade com gráficos de aceleração, usando as coordenadas das peças do tabuleiro para traçar os deslocamentos a cada lance. Antes do encerramento, ainda buscamos introduzir os gráficos da velocidade em função do tempo e orientar os estudantes a respeito da coleta dos dados para o cálculo da aceleração e do deslocamento escalar a partir da área sob as curvas.

A discussão final da sexta aula é reservada para analisar os resultados obtidos nos exemplos vistos em seu decorrer e comparar o conceito de aceleração definido à luz do contexto trazido pelo produto educacional com as situações vividas no cotidiano.

A aplicação do produto educacional em sala de aula oportunizou a coleta de uma série de dados que permitem obtermos indícios da eficácia do nosso projeto. Esses resultados foram analisados por nós tanto do ponto de vista quantitativo, quanto qualitativo.

Durante as aulas, foram realizados questionários sobre xadrez e sua relação com a cinemática. Essas avaliações exploraram como os conceitos de movimento, padrões e análise estratégica presentes no xadrez podem se relacionar nos estudos cinemáticos. Além disso, os alunos foram incentivados a fazer paralelos entre a tomada de decisões no tabuleiro de xadrez e a resolução de problemas de cinemática. Essa abordagem interdisciplinar visava não apenas fortalecer o entendimento conceitual, mas também estimular a criatividade e a capacidade de resolver problemas em contextos diversos.

Como exemplo, inserimos aqui o principal questionário, aplicado ao fim da sequência didática. Ele trazia as seguintes perguntas (estas subdivididas em campos que serão analisados posteriormente):

Conhecimentos prévios em Física

1) Em nosso cotidiano convivemos com vários conceitos físicos acontecendo simultaneamente. Inclusive, conceitos de cinemática, tema do nosso primeiro capítulo. Sendo assim, baseando-se em nossas aulas e em seus conhecimentos prévios, preencha o significado das seguintes palavras:

- Posição espacial:
- Tempo:
- Referencial:
- Deslocamento:
- Velocidade:
- Aceleração:

2) Quando podemos afirmar que algo está em movimento? Qual o estado desse objeto quando não está em movimento?

3) Quando o professor escreve a seguinte fórmula:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad onde \quad \Delta S = deslocamento \; e \; \Delta t = tempo \; gasto$$

O que você pode estar concluindo?

Conhecimentos prévios no Xadrez

4) Você tem alguma experiência prévia no jogo de Xadrez?

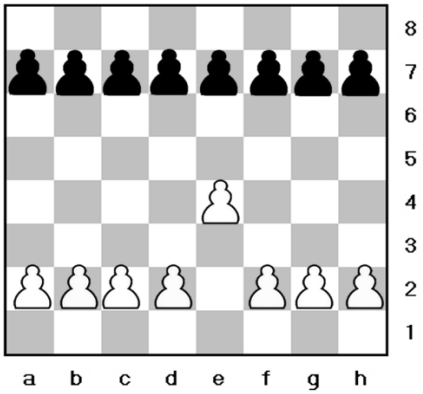
5) Caso sim na questão 4, costuma jogar com regularidade? Possui conhecimento nos processos de notação de jogo?

6) Caso não na questão 4, precisou aprender poucas coisas para aprender a jogar xadrez?

Aplicação Física-Xadrez

7) Analise a imagem abaixo e responda: Sabendo que o peão da coluna e iniciou a partida na casa e2 e que já no primeiro lance saltou para casa e4. Qual foi o

deslocamento deste peão?



8) Considerando os seguintes lances: 1. e4 e5 2. d4 d5 3. c3 c5. Qual é o espaço percorrido tanto as brancas como para as negras? Obs: Utilize o tabuleiro para realizar os lances.

9) Calcule a velocidade máxima que cada peça pode atingir em apenas uma jogada. Adote a posição inicial da peça, sendo que apenas a peça analisada estará no tabuleiro no momento da análise.

10) As analogias realizadas nesse capítulo, trazem de maneira recorrente, uma importante grandeza física. A velocidade. Em que situações essa grandeza pode ser atrelada ao jogo de xadrez?

11) Vimos que a abordagem dos movimentos de peças vista no jogo de Xadrez, pode ser estendida e trabalhada via os conceitos físicos de cinemática. Como você poderia fazer a conexão entre os movimentos no Xadrez e algum fenômeno do cotidiano?

12) As regras do xadrez são bem claras em relação ao objetivo do jogo. Um fator importante, ao comparar movimentos, no cotidiano e no xadrez, é a escolha do

referencial. Qual a relação entre os conceitos: referencial, xeque e xeque mate?

Relações didáticas-ensino

13) Para você, ficou claro a conexão cinemática-xadrez exposta pelo professor?

14) A metodologia de ensino com analogias, relacionando o xadrez e a Física, facilitou o processo de aprendizagem dos conceitos de cinemática? Justifique conforme seu entendimento.

15) Quais as principais dificuldades encontradas por você durante a conexão entre o xadrez e o conceito de cinemática?

A avaliação das respostas coletadas por meio do questionário será conduzida utilizando três rubricas distintas, cada uma direcionada para uma categoria específica. Essas rubricas foram cuidadosamente elaboradas para proporcionar uma análise detalhada e objetiva, fundamentada nos objetivos da pesquisa e cada uma delas será pontuada de acordo com uma escala predefinida, permitindo uma avaliação precisa e consistente das respostas dos participantes.

Essas rubricas estão detalhadas a seguir:

Conhecimentos Prévios em Física:

Posição espacial, Tempo, Referencial, Deslocamento, Velocidade, Aceleração:

Nível 1: Definições imprecisas ou ausentes.
Nível 2: Definições corretas, mas falta correlação com conceitos de cinemática.
Nível 3: Definições precisas e correlação clara com conceitos de cinemática.

Quando podemos afirmar que algo está em movimento? Qual o estado desse objeto quando não está em movimento?

Nível 1: Resposta ausente ou incompleta.
Nível 2: Definição parcial de movimento ou repouso.
Nível 3: Definição clara de movimento e repouso.

Interpretação da fórmula $v = \Delta S/\Delta t$:

Nível 1: Não compreende a fórmula ou faz interpretação incorreta.
Nível 2: Compreende parcialmente a fórmula, mas não relaciona corretamente os conceitos.

Nível 3: Compreende e interpreta corretamente a fórmula, estabelecendo a relação entre velocidade, deslocamento e tempo.

Conhecimentos Prévios no Xadrez:

Experiência prévia no jogo de Xadrez:

Nível 1: Sem experiência declarada.
Nível 2: Alguma experiência ocasional.
Nível 3: Experiência regular declarada.

Jogar com regularidade e conhecimento em notação de jogo:

Nível 1: Pouca ou nenhuma regularidade, sem conhecimento de notação.
Nível 2: Joga ocasionalmente, conhecimento limitado em notação.
Nível 3: Joga regularmente, conhecimento de notação.

Aprendizado do xadrez para iniciantes:

Nível 1: Dificuldade em aprender conceitos básicos.
Nível 2: Aprendeu conceitos básicos, mas com algumas dificuldades.
Nível 3: Aprendeu rapidamente os conceitos básicos.

Aplicação Física-Xadrez:

Deslocamento do peão no tabuleiro:

Nível 1: Não compreende a aplicação dos conceitos de cinemática no xadrez.
Nível 2: Compreende parcialmente a aplicação.
Nível 3: Compreende e aplica corretamente os conceitos.

Espaço percorrido em sequência de lances:

Nível 1: Cálculos imprecisos ou ausentes.
Nível 2: Cálculos parcialmente precisos.
Nível 3: Cálculos precisos do espaço percorrido.

Velocidade máxima de cada peça:

Nível 1: Não compreende como calcular a velocidade no contexto do xadrez.
Nível 2: Compreende parcialmente, com cálculos imprecisos.
Nível 3: Compreende e calcula corretamente a velocidade.

Uma vez avaliados todos os alunos que participaram da aplicação do produto educacional, seremos capazes de obter o percentual de estudantes que se encaixaram em cada um dos níveis das rubricas descritas anteriormente. O aspecto quantitativo citado anteriormente será analisado a partir desses percentuais.

É importante frisar que as impressões do autor deste produto educacional também fizeram parte dos dados coletados. O trabalho de professor exige a rotina da reflexão-ação acerca de como executamos os eventos pedagógicos em sala. A aula não termina com o bater do sinal. Avaliar o que colocamos em prática com os estudantes é fundamental para compreendermos se nossa postura está ou não de acordo com nossos objetivos.

Por conta disso, a cada aula ministrada da sequência didática, um breve relato foi elaborado para destacar o que deu certo e o que deu errado durante a aplicação do projeto. Alguns trechos desses registros foram transcritos no capítulo “Resultados e discussões”. Mesmo que mais subjetivos, esses dados funcionam como um bom parâmetro para explicar o que se verificou nas respostas aos questionários, que são o que fundamentalmente compõe o conjunto de informações que extraímos dos estudantes antes, durante e depois da concretização do trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como já estabelecido no capítulo “Metodologia”, faremos a análise das informações coletadas do ponto de vista qualitativo e quantitativo. De início, iremos focar nas nossas impressões pessoais a respeito de cada uma das aulas da sequência didática. É importante ressaltar que esses relatos foram registrados logo após sua execução e sempre buscamos fazer referência aos objetivos estabelecidos para as etapas de aplicação do projeto.

Na sequência, traremos os dados coletados com a aplicação do questionário final. Mesmo fazendo a análise desses resultados a partir de rubricas, também buscaremos dar uma visão mais estatística (quantitativa) do que encontramos na aplicação do produto educacional.

A expectativa dos alunos estava alta desde o início da primeira aula, pois a disciplina de física, normalmente focada em conteúdo denso, surpreendeu com uma abordagem diferente da qual os estudantes estavam acostumados. O simples fato de explorar algo novo despertou grande interesse entre eles. Logo no começo, durante a introdução sobre a história do xadrez e a lenda de Sissa, os alunos já mostraram animação, fazendo ponderações e perguntas. É até interessante destacar que a grande e inesperada participação deles teve de adaptar o tempo destinado para outras etapas desse primeiro encontro e uma rápida enquete oral revelou que apenas alguns tinham alguma experiência prévia com o jogo.

Conforme planejado, a aula culminou em uma "guerra de peões", que basicamente é uma partida de xadrez com menos peças. Devido ao tempo limitado, essas partidas foram mais curtas do que o esperado, mas ficou evidente que a disposição dos alunos para participar e aprender não seria um obstáculo.

Este entusiasmo inicial abriu margem para o que prometia ser um grande impulso para a implementação eficaz do conteúdo educacional proposto.

Figura 18 - Alunos realizando a prática com o tabuleiro de xadrez.

Fonte: o autor.

Já na aula 2, em que implementamos os conceitos de xeque xeque-mate e as estratégias básicas, podemos perceber um momento de bastante aprendizagem por parte dos alunos. Nossa impressão é que os estudantes tinham uma visão muito limitada a respeito do que era o jogo de xadrez, resumindo-o apenas à captura do rei e deixando de lado aspectos relevantes das táticas para chegar nesse cenário derradeiro.

Na prática prevista para essa aula, foram propostas algumas situações (tal como xeque-mate de rei duas torre e dama) e nossos registros apontaram para uma intensa participação das duplas, que questionavam a respeito da efetividade de suas estratégias e das regras.

Figura 19 – Turma de alunos participando da aplicação do produto educacional.

Fonte: o autor.

É importante salientar nosso empenho em partir do fragmentado para o global. Buscamos ensinar o conceito de xeque-mate com algumas peças específicas para, só depois que o conceito estivesse bem estabelecido, usar o conhecimento construído com todas as peças no tabuleiro. O aproveitamento da turma nessa e em outras aulas nos fez crer que essa foi uma estratégia acertada.

Como o Rei fica muito exposto no centro do tabuleiro, o movimento especial “Roque” leva o rei para os cantos com vistas a dificultar sua captura. Já o “En Passant” é uma jogada mais utilizada em finais de partida, mas muito importante do ponto de vista estratégico. Esses dois movimentos especiais foram os focos de nossa aula 3, junto da introdução da notação algébrica. As súmulas nas quais o jogo é registrado pelos estudantes é um documento muito útil para notar se os alunos realmente aprenderam a jogar xadrez. Elas nos permitem ver, por exemplo, se o estudante foi capaz de proteger uma peça quando ela estava em perigo, ou então, aproveitar jogadas de potencial ataque.

Figura 20 - Exemplo de súmula preenchida pelos alunos na aula 3.

Fonte: o autor.

Como vimos, a aula 4 tinha como objetivo relacionar conceitos básicos de cinemática com as principais regras do xadrez. O encontro anterior, que finalizou nossa passagem pelos movimentos fundamentais do jogo, serviu de boa base para os estudantes nesse momento. Como já estávamos prevendo, as noções de posição, movimento e repouso não eram estranhas para grande maioria da turma, o que resultou em um rendimento muito satisfatório da exposição dialogada em questão.

Além dos exemplos diretamente associados ao xadrez, foram usadas situações do cotidiano que são citadas na fundamentação teórica do produto educacional, enriquecendo ainda mais as discussões em sala. Os estudantes não deixaram passar a oportunidade e contribuíram com a aula fazendo perguntas e apontando outros casos em que a relatividade dos movimentos poderia ser verificada.

Ao longo da referida aula, fizemos uso do tabuleiro de xadrez de parede, com vistas a ajudar na exposição para o grande grupo. Isso foi importante para esse e para o planejamento de outros momentos do produto educacional, uma vez que a medida facilitou a comunicação entre docente e educandos. Na própria conversa, foi possível observar os alunos utilizando corretamente a coordenada do plano cartesiano (tabuleiro de xadrez) para localizar uma peça. Isso deixou evidente que nosso objetivo havia sido cumprimento conforme planejado.

Durante os exercícios, os educandos executaram com rapidez o que estava previsto para aquele momento, o que possibilitou dedicarmos um tempo para corrigir as atividades e realizar uma síntese final do conteúdo abordado na aula.

A aula 5 foi um dos pontos altos da aplicação do produto educacional. Nela, discutimos com os estudantes a respeito do conceito de velocidade média e também do potencial de cada peça do tabuleiro de Xadrez. Durante a exposição das definições, os alunos participaram ativamente, respondendo aos questionamentos do professor e tecendo comentários que faziam referência às aulas anteriores.

Destacamos aqui a contribuição de um educando: ele conseguiu identificar que uma peça com maior potencial é aquela que possui a maior velocidade (na analogia que o produto educacional estabelece). Ele exemplificou sua constatação com as primeiras jogadas de um peão e o movimento da dama. Além disso, percebeu que uma peça de menor potencial também pode ser decisiva no desenrolar de uma partida.

Atentamos à um cuidado fundamental que deve ser tomado na aplicação do produto educacional. Foi possível notar a confusão que alguns estudantes tiveram entre os conceitos de deslocamento e velocidade. Por conta de termos estabelecido que cada jogada equivale a uma unidade de tempo, os valores numéricos dessas duas grandezas calharam de ser iguais. A fala dos alunos durante as discussões denunciaram o equívoco (em frases tais como “a velocidade da dama foi de 8 casas”, em vez de “a velocidade da dama foi de oito casas por lance” ou “por jogada”), o que foi prontamente corrigido e reforçado em outros momentos.

Do ponto de vista matemático, os estudantes parecem ter compreendido bem a forma como é realizado o cálculo da velocidade média e o uso da unidade de medida correta.

Contudo, na derradeira aula 6, algumas dificuldades com matemática básica começaram a aparecer. De início, tivemos sucesso em introduzir a ideia de aceleração, usando tanto exemplos da vida cotidiana quanto da movimentação de algumas peças do tabuleiro. Conseguimos até mesmo discutir algumas estratégias do jogo baseadas em muitas variações no movimento de uma peça específica, o que se associa à definição de aceleração na analogia proposta pelo produto. Pontuamos que esse é um erro costumeiro para iniciantes no jogo, que se empolgam por compreender bem uma movimentação particularizada e acabam por “perder tempo”.

A parte de construção gráfica, no entanto, mostrou-se como um grande desafio para os estudantes. Muitos deles pareciam entender que o gráfico deveria mostrar a trajetória percorrida pela peça ao longo do seu movimento, ao invés de expressar a variação de sua velocidade. Pela experiência, podemos dizer que esse é um equívoco comum no ensino médio e que tornou a aparecer aqui. Mesmo com reiteradas explicações a respeito do esboço dos diagramas, não teve como ter certeza se os alunos os compreenderam bem ao fim dessa sexta aula.

Em momento posterior, realizamos a aplicação do questionário disponível no anexo do produto educacional.

A avaliação dos resultados obtidos a partir desse instrumento aplicado a 56 alunos do 1º ano do ensino médio revelou *insights* significativos sobre a assimilação dos conceitos propostos, tanto na aplicação de física quanto na interseção desta com o xadrez.

Aplicação Física-Xadrez:

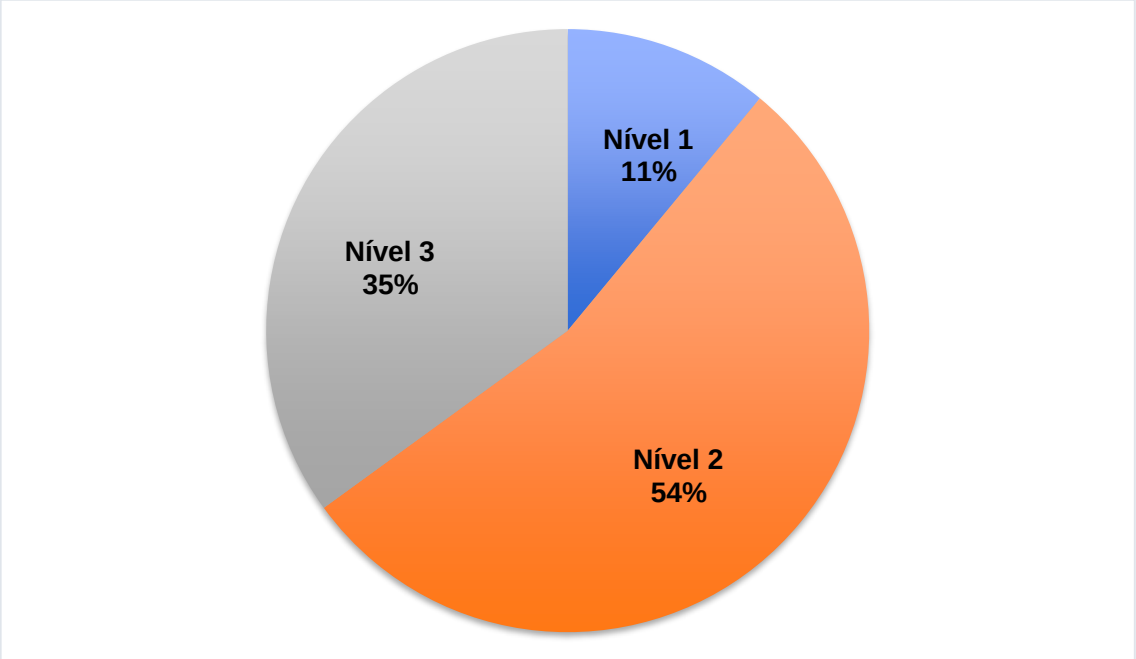
Ao analisar a categoria de "Aplicação Física-Xadrez", destaca-se que:

Nível 3 (35%): Uma parcela considerável dos alunos demonstrou uma compreensão avançada na aplicação dos conceitos de cinemática no contexto do xadrez. Isso sugere uma assimilação efetiva das analogias propostas, resultando em respostas precisas e demonstração de habilidade na resolução de problemas relacionados ao movimento das peças no tabuleiro.

Nível 2 (54%): Mais da metade dos alunos apresentaram uma compreensão intermediária na aplicação dos conceitos, indicando uma assimilação satisfatória, porém com espaço para aprimoramento. Esses alunos conseguiram abordar os desafios propostos, mas talvez tenham demonstrado algumas dificuldades ou imprecisões em suas respostas.

Nível 1 (11%): Uma pequena proporção de alunos evidenciou uma compreensão básica ou limitada na aplicação dos conceitos de cinemática no contexto do xadrez. Isso sugere a necessidade de uma atenção mais específica para ajudar esses alunos a desenvolverem uma compreensão mais sólida dos princípios físicos aplicados ao jogo.

Figura 21 - Resultado Aplicação Física-Xadrez.



Fonte: o autor.

Conhecimentos Prévios em Física:

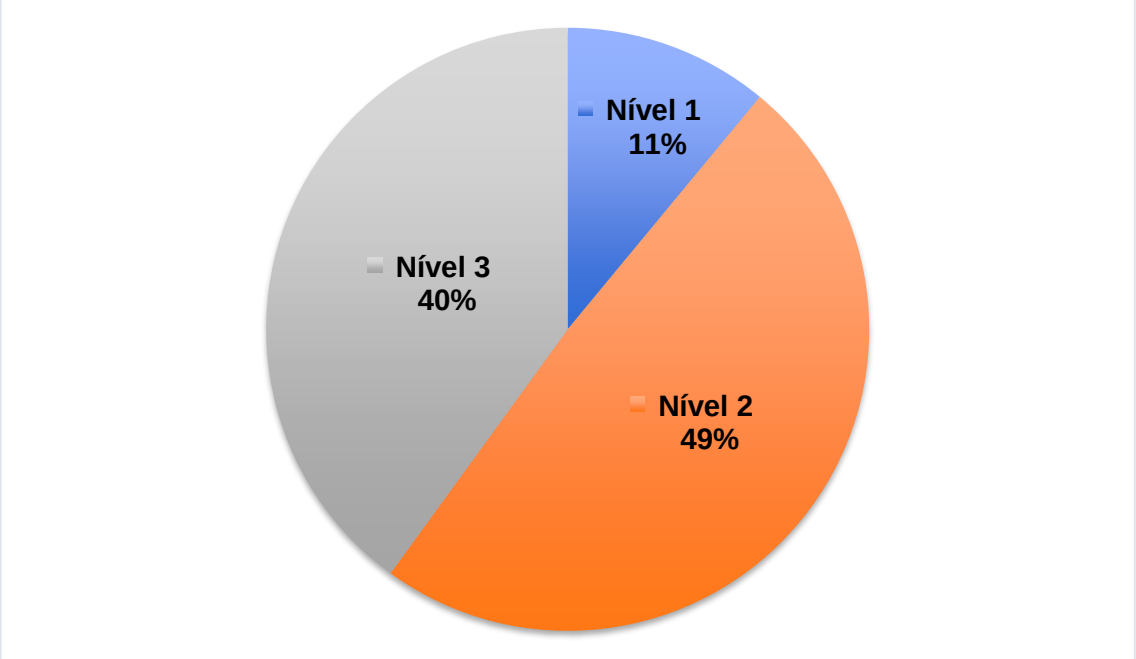
Analisando os resultados na categoria de "Conhecimentos Prévios em Física", observou-se que:

Nível 3 (40%): Um percentual considerável dos alunos demonstrou um entendimento profundo e preciso dos conceitos fundamentais de cinemática. Esses alunos não apenas forneceram definições precisas, mas também estabeleceram correlações claras com os princípios físicos, indicando um sólido conhecimento prévio na área.

Nível 2 (49%): Metade dos alunos apresentou um entendimento intermediário dos conceitos de cinemática. Suas definições foram corretas, mas talvez tenham faltado algumas correlações mais aprofundadas com os princípios específicos de movimento, sugerindo uma compreensão sólida, porém aprimorável.

Nível 1 (11%): Uma pequena porcentagem de alunos demonstrou um entendimento básico ou limitado dos conceitos de cinemática. Esses alunos podem se beneficiar de um suporte adicional para fortalecer suas bases conceituais na área.

Figura 22 - Conhecimentos prévios em física.



Fonte: o autor.

A título de comparação, foram analisados os resultados obtidos na Prova Paraná 1ª Edição de 2023, onde esses mesmos alunos atingiram, em média, 33% de acertos na disciplina de Física, nos descritores relacionados aos conhecimentos de

cinemática. Sendo que é importante ressaltar, que a avaliação externa foi aplicada anteriormente ao produto educacional (SEED, 2023).

Além disso, a título de reflexão, os 6 educandos que responderam de acordo com o nível 1, nas rubricas avaliativas, não haviam tido nenhum contato com o xadrez anteriormente. No entanto, houve estudantes nesta mesma situação que atingiram o nível 3. Sendo assim, novos estudos mais específicos se fazem necessários para explorar a relação de conhecimento prévio do jogo educacional com o êxito nas analogias de ensino.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que a metodologia de ensino, baseada em analogias entre xadrez e física, alcançou êxito significativo, especialmente considerando o número expressivo de alunos no nível 3 em ambas as categorias. No entanto, os resultados sugerem áreas específicas que podem ser aprimoradas para garantir uma compreensão ainda mais robusta e generalizada dos conceitos propostos.

É possível julgar como um acerto a organização da sequência didática em uma estrutura que introduzisse o jogo de xadrez antes dos conceitos da cinemática em si. Isso facilitou a compreensão de tópicos importantes como posição, movimento e repouso, que só precisaram ser formalizados em momento posterior a partir do conhecimento prévio dos estudantes. Somado a isso, foi possível fazer referência a estratégias e comentar sobre lances que já haviam sido jogados, agora sob a luz das definições de velocidade e aceleração. Destacamos aqui a ideia de potencial de movimento de uma peça, que foi identificada por um aluno durante as discussões previstas da aula 5.

É bom que se pontue o ambiente de competitividade que tomou conta da turma nas primeiras aulas de aplicação do produto. Muitas duplas mostravam real interesse em aprender como jogar o xadrez e isso se materializou na forma de perguntas para o professor sobre o movimento de peças específicas. Essa disposição pode ter sido um fator decisivo para a segunda fase de realização do projeto, uma vez que era possível notar maior grau de participação dos estudantes nas exposições dialogadas quando comparamos com aulas anteriores ao início da aplicação do produto.

Ao observarmos esse comportamento ativo e participativo, é possível estabelecer uma conexão direta com a teoria de Vygotsky, que valoriza a interação social como mediadora da aprendizagem e o papel do professor como facilitador no processo de construção do conhecimento. O jogo, ao mesmo tempo que motiva, também atua como mediador simbólico que potencializa o desenvolvimento das funções psicológicas superiores. As situações de aprendizagem colaborativa durante o xadrez contribuíram para a criação de zonas de desenvolvimento proximal, nas quais os estudantes foram capazes de avançar em seus conhecimentos com o apoio do professor e dos colegas.

Não podemos deixar de elencar algumas dificuldades, como por exemplo, a pouco familiaridade dos alunos com a construção de diagramas e gráficos. Enquanto os conceitos pareceram ser muito bem compreendidos pelos educandos, a aplicação de equações tornou-se um fator limitante. Uma sugestão óbvia seria, a partir das possibilidades, ampliar o tempo de aplicação do produto para mais algumas aulas, com o objetivo de resolver mais exemplos e distribuir desafios para que os alunos solucionassem. Desta forma, a previsão trazida pelos planos de aula pode ser considerada como um “tempo mínimo” por aqueles que desejarem fazer uso deles.

Apesar disso, é impossível não perceber maior interesse dos estudantes com propostas diferenciadas como a da sequência didática de nosso produto educacional. Julgamos que isso deve ser aproveitado não apenas para ensinarmos física, mas também para desenvolver outras habilidades e competências em nossos alunos. Os benefícios do jogo de xadrez são conhecidos e essa abordagem pode ser uma boa iniciação para os que nunca tiveram a oportunidade de disputar uma partida.

Essa análise serve como um guia para ajustes pedagógicos futuros, permitindo uma abordagem mais direcionada às necessidades individuais dos alunos. A interdisciplinaridade entre xadrez e física continua a revelar seu potencial na promoção de um aprendizado envolvente e motivado.

REFERÊNCIAS

ÁLVAREZ, Amelia; DEL RÍO, Pablo. **Desenvolvimento humano e educação**: uma perspectiva histórico-cultural. São Paulo: Editora Loyola, 2002.

ÁLVAREZ, Amelia; DEL RÍO, Pablo. **Educação e desenvolvimento**: a abordagem histórico-cultural. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

ANGÉLICO, Marco Antonio; PORFÍRIO, José Luis. **O xadrez na educação**: teoria e prática. São Paulo: Editora Ática, 2010.

BONJORNO, José Roberto et al. **Física**: Mecânica. 3. ed. São Paulo: FTD, 2016. 288 p. v. 1.

BOZELLI, Jorge. **Mecânica clássica e suas aplicações no ensino de física**. São Paulo: Editora Moderna, 2005.

CACHAPUZ, Antônio F. **Ensino de ciências e a aprendizagem significativa**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1989.

CHRISTOFOLETTI, Sérgio. **O ensino de matemática com o uso de jogos e suas aplicações**. Campinas: Papirus, 1999.

CLAPARÈDE, Edouard. **A educação e o desenvolvimento da criança**. 2. ed. In: MORTIMER, Elaine. O desenvolvimento da criança. São Paulo: Editora Brasiliense, 2000.

CORACINI, Cláudio. **O ensino de física e a utilização de recursos didáticos**. São Paulo: Editora Ática, 1991. p. 137.

D'AGOSTINI, Orfeu Gilberto. **Xadrez Básico**. São Paulo: Editora Ática, 2003.

DÂMASO, Ricardo. **A utilização do xadrez como ferramenta pedagógica**. São Paulo: Editora Papirus, 2006. p. 34.

FILGUTH, Gabriel. **Xadrez e educação**: contribuições para o desenvolvimento cognitivo. Porto Alegre: Artmed, 2007.

GRANT, Barry. **A física e o ensino**: novas abordagens. São Paulo: Editora Pearson, 1996.

GROS, Begoña. **A construção do conhecimento em ambientes virtuais**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

GRÜBEL, José Ricardo; BEZ, Clevane de Araújo. **O xadrez na educação**: estratégias de ensino e aprendizagem. Porto Alegre: Editora Sulina, 2008.

HARRISON, Allan; TREAGUST, David. **A óptica no ensino de ciências**: novas práticas pedagógicas. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1993.

HELOU, Ricardo; BISCUOLA, Gualter; VILLAS BÔAS, Newton. **Tópicos de física**: Mecânica. 21. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. 496 p. v. 1.

HERRMANN, Howard; SCHMID, F. **O cérebro e o processo de aprendizagem**: uma abordagem neuropsicológica. São Paulo: Editora Manole, 1985.

JORGE, José. **Fundamentos da física**: introdução à mecânica. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1990.

KISHIMOTO, Kenji. **O jogo como instrumento pedagógico**. São Paulo: Cortez, 1998.

LAWSON, Anton E. **Ciência e ensino**: desenvolvendo o raciocínio científico no ensino de ciências. São Paulo: Editora Saraiva, 1993.

LIMA, Maria Aparecida. **A importância da educação crítica no ensino contemporâneo**. São Paulo: Editora Pioneira, 2020.

MORAN, José Manuel. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 5. ed. Campinas: Papirus, 2000.

NAGEM, Lúcia; MOREIRA, Ivani; et al. **Psicologia da educação**: teoria e prática no contexto escolar. São Paulo: Editora Ática, 2010.

NASCIMENTO, Maria Clara. **O uso do xadrez no desenvolvimento cognitivo dos alunos**. São Paulo: Editora Cortez, 2010. p. 36.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**: Mecânica. 4. ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher, 2002. 324 p. v. 1.

OLIVEIRA, Sérgio de. **O xadrez e a educação**: reflexões sobre a prática pedagógica. São Paulo: Editora Vozes, 2010.

OTERO, Jorge. **Física experimental**: teoria e prática. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1997.

PACCA, Roberto; UTGES, Carlos. **Ondas e suas aplicações na física**. São Paulo: Editora Saraiva, 1999.

RESNICK, Robert; HALLIDAY, David. **Física.** 4. ed. rev. Rio de Janeiro: LTC, 1983. 348 p. v. 1.

SANTOS, Jorge de Lima. **Analogias e metáforas no ensino de ciências**. In: _____. A utilização de analogias no ensino de ciências. São Paulo: Editora Ática, 1998. p. 25.

SAVI, Roseli. **Objetos de aprendizagem**: conceitos e aplicações. São Paulo: SENAC, 2008.

SCHAFFER, Hugh. **Psicologia do desenvolvimento**: uma abordagem interdisciplinar. São Paulo: Editora Atlas, 2004.

SEED - Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Resultados da Prova Paraná** - 1ª edição de 2023. Curitiba: SEED, 2023.

CHESS.COM. **Aplicativo de xadrez**. Chess.com,2023. Disponível em: https://www.chess.com. Acesso em: 08 de abril de 2022.

SILVA, João da. **O ensino de ciências no contexto da aprendizagem significativa**. São Paulo: Editora Brasiliense, 2009.

SINGH, Narendra. **The impact of educational reforms on teaching and learning**. New Delhi: Sage Publications, 2002.

SOUZA, João Carlos de. **O uso do xadrez na educação**: uma abordagem pedagógica. São Paulo: Editora Moderna, 2015.

SOUZA, João da Silva. **O impacto do xadrez no ensino fundamental**: uma abordagem pedagógica. São Paulo: Editora Ática, 2007. p. 16.

TEZANI, Eliane. **O xadrez como recurso pedagógico no ensino de matemática**. São Paulo: Editora Moderna, 2006.

THIELE, Robert; TREAGUST, David. **O ensino de física através de modelos e analogias**. Campinas: Editora Papirus, 1994.

TIRADO, Augusto; SILVA, Wilson da. **Meu Primeiro Livro de Xadrez**. São Paulo: Editora Ática, 2005.

VALENZUELA, Ana. **A pedagogia do oprimido**: um estudo sobre a educação libertadora. São Paulo: Cortez, 2005.

VYGOTSKY, Lev Semyonovich. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

VYGOTSKY, Lev Semyonovich. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 5. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKY, Lev Semyonovich. **Pensamento e linguagem**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

YOUNG, Hugh; FREEDMAN, Roger. **Física I**: Mecânica. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2008. 403 p. v. 1.

APÊNDICE – PRODUTO EDUCACIONAL

TABULEIRO CINEMÁTICO

APRENDENDO FÍSICA POR MEIO DO XADREZ

GIOVANI BORGES GRACIANO
LUCAS STORI DE LARA

APRESENTAÇÃO

Mais do que nunca, ensinar tem sido um grande desafio. Ainda mais com as atrações muito mais divertidas na tela de um celular do que uma aula sobre cinemática, por exemplo. Apesar disso, trazer jogos para sala de aula sempre foi um grande chamariz para captar a atenção dos alunos e mantê-los empenhados em uma atividade.

É com base nisso que este produto educacional foi concebido. Nossa ideia é conciliar o ensino da física e o xadrez em uma sequência didática estimulante aos alunos e diferente do tradicional quadro e giz.

A obra “Tabuleiro Cinemático” é um produto educacional desenvolvido no programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Por conta disso, está bastante relacionada com teorias de aprendizagem cientificamente embasadas. Nosso objetivo não é apenas relacionar a física com o xadrez simplesmente por relacionar, mas sim, desenvolver no aluno uma série de competências e habilidades que julgamos como importantes para sua vida.

Antes de passarmos ao produto em si, faremos uma breve revisão bibliográfica a respeito dos principais nomes por trás de nosso referencial teórico. O objetivo é oferecer ao professor não somente os passos para a execução do projeto em sala de aula, mas também os fundamentos que direcionam cada atitude do docente nessa empreitada.

Os conceitos básicos de cinemática que serão tratados com a aplicação deste produto educacional também serão explanados, de maneira breve, em um capítulo a parte.

Também sugerimos àqueles que farão uso deste produto que não percam de vista o processo de reflexão-ação, esse tão importante para nossa rotina enquanto professores. É verdade que os planos de aula estão definidos a partir de uma sequência de procedimentos que julgamos ser a mais efetiva para cumprir os objetivos do projeto, mas o contexto de cada um é um fator relevante a se considerar. Você tem

total liberdade para dedicar mais tempo para algumas etapas, ou então inverter seu sequenciamento. Desde que faça isso usando a lógica!

Estimamos que este “Tabuleiro Cinemático” possa ser de real importância no desenvolvimento de seus alunos e que forneça ao ambiente de sala de aula uma alternativa para a realidade de hoje em dia. Sugestões são sempre bem-vindas.

Giovani Borges Graciano
Lucas Stori de Lara

SUMÁRIO

O QUE É ESTE PRODUTO..... 05
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... 06
CINEMÁTICA BÁSICA..... 10
REGRAS BÁSICAS DO XADREZ..... 18
O XADREZ E A CINEMÁTICA..... 21
PLANOS DE AULA..... 33
QUESTIONÁRIO FINAL..... 47

O QUE É ESTE PRODUTO?

Trata-se de uma **sequência didática** cujo objetivo principal é relacionar a prática do xadrez com o estudo de conceitos importantes da física. Além disso, ele traz uma série de apêndices que facilitam o trabalho do professor na aplicação do projeto.

ESTRUTURA DO PRODUTO

REFERENCIAL TEÓRICO

Logo no início, trazemos uma breve descrição teórica a respeito das teorias de aprendizagem que estão por trás do produto educacional. São elas que direcionam os objetivos de cada aula e guiam o desenvolvimento dessas etapas.

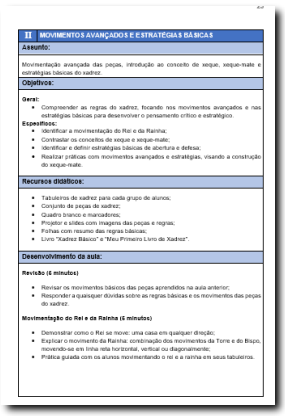
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um dos grandes referenciais teóricos por trás desse produto educacional é Vygotsky. Lev Vygotsky (1896-1934) foi um influente psicólogo e educador russo, nascido em Orsha, na Bielo-Rússia. Sua jornada intelectual teve início durante seus anos de estudante na Universidade de Moscou, na União Soviética. Em 1917, concluiu seus estudos em Direito e Filologia e começou sua carreira como educador e escritor. De 1925 a 1934, lecionou Psicologia e Pedagogia em Moscou e Leningrado, continuando a desenvolver suas teorias e influenciando profundamente o campo da psicologia educacional. No entanto, sua vida foi interrompida prematuramente pela tuberculose em 1934, deixando um legado duradouro em sua obra e contribuições para a compreensão do desenvolvimento humano e da educação.

Lev Vygotsky

Fonte: https://psicologiaemrede.com/biografias/lev-vygotsky/

O grande foco do trabalho de Vygotsky está no que chamamos de funções psicológicas superiores, isto é, atividades mentais complexas que estão relacionadas com o controle consciente do comportamento do indivíduo. Além disso, esse autor é muito lembrado em virtude de sua defesa da aprendizagem via mediação. Nessa



II MOVIMENTOS AVANÇADOS E ESTRATÉGIAS BÁSICAS

Assunto:

Movimentação avançada das peças, introdução ao conceito de xeque, xeque-mate e estratégias básicas do xadrez.

Objetivos:

Geral:
- Compreender as regras do xadrez, focando nos movimentos avançados e nas estratégias básicas para desenvolver o pensamento crítico e estratégico.

Específicos:
- Identificar a movimentação do Rei e da Rainha;
- Contrastar os conceitos de xeque e xeque-mate;
- Identificar e definir estratégias básicas de abertura e defesa;
- Realizar práticas com movimentos avançados e estratégias, visando a construção do xeque-mate.

Recursos didáticos:

- Tabuleiros de xadrez para cada grupo de alunos;
- Conjunto de peças de xadrez;
- Quadro branco e marcadores;
- Projetor e slides com imagens das peças e regras;
- Fichas com resumo das regras básicas;
- Livro "Xadrez Básico" e "Meu Primeiro Livro de Xadrez".

Desenvolvimento da aula:

Revisão (5 minutos)

- Revisar os movimentos básicos das peças aprendidos na aula anterior;
- Responder a quaisquer dúvidas sobre as regras básicas e os movimentos das peças do xadrez.

Movimentação do Rei e da Rainha (5 minutos)

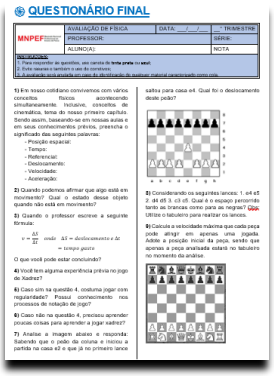
- Demonstrar como o Rei se move: uma casa em qualquer direção;
- Explicar o movimento da Rainha: combinação dos movimentos da Torre e do Bispo, movendo-se em linha reta horizontal, vertical ou diagonalmente;
- Prática guiada com os alunos movimentando o rei e a rainha em seus tabuleiros.

PLANOS DE AULA

Os planos de aula da sequência didática possuem seções com os objetivos (geral e específicos), materiais empregados, desenvolvimento do evento educacional e também os instrumentos e critérios de avaliação.

ANEXOS

Com vistas a facilitar o trabalho do docente, alguns anexos são disponibilizados ao final do produto. Questionários e propostas extras podem ser encontrados nesta seção.



QUESTIONÁRIO FINAL

MNPEF

AVALIAÇÃO DE FÍSICA | DATA: __/__/__ | ___ TRIMESTRE
PROFESSOR: | SÉRIE:
ALUNO(A): | NOTA:

INSTRUÇÕES:
1. Para responder as questões, use caneta de tinta preta ou azul.
2. Evite rasuras e somente o uso do corretivo.
3. A avaliação será anulada em caso de identificação do questionário com nome.

1) Em nosso cotidiano convivemos com vários conceitos físicos acontecendo simultaneamente. Inclusive, conceitos de cinemática, tema do nosso primeiro capítulo. Sendo assim, baseando-se em nossas aulas e em seus conhecimentos prévios, preencha o significado das seguintes palavras:
- Posição espacial:
- Tempo:
- Referencial:
- Deslocamento:
- Velocidade:
- Aceleração

2) Quando podemos afirmar que algo está em movimento? Qual o estado desse objeto quando não está em movimento?

3) Quando o professor escreve a seguinte fórmula:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad onde \quad \Delta S = deslocamento \; e \; \Delta t = tempo \; gasto$$

O que você pode estar concluindo?

4) Você tem alguma experiência prévia no jogo de Xadrez?

5) Caso sim na questão 4, costuma jogar com regularidade? Possui conhecimento nos processos de notação de jogo?

6) Caso não na questão 4, precisou aprender poucas coisas para aprender a jogar xadrez?

7) Analise a imagem abaixo e responda: Sabendo que o peão da coluna e inicia a partida na casa e2 e que já no primeiro lance saltou para casa e4. Qual foi o deslocamento desse peão?

8) Considerando os seguintes lances: 1. e4 e5 2. d4 d5 3. c3 c5. Qual é o espaço percorrido tanto as brancas como para as negras? Use Utilize o tabuleiro para realizar os lances.

9) Calcula a velocidade máxima que cada peça pode atingir em apenas uma jogada. Adote a posição inicial da peça, sendo que apenas a peça analisada estará no tabuleiro no momento da análise.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um dos grandes referenciais teóricos por trás desse produto educacional é Vygotsky. **Lev Vygotsky** (1896-1934) foi um influente psicólogo e educador russo, nascido em Orsha, na Bielo-Rússia. Sua jornada intelectual teve início durante seus anos de estudante na Universidade de Moscou, na União Soviética. Em 1917, concluiu seus estudos em Direito e Filologia e começou sua carreira como educador e escritor. De 1925 a 1934, lecionou Psicologia e Pedagogia em Moscou e Leningrado, continuando a desenvolver suas teorias e influenciando profundamente o campo da psicologia educacional. No entanto, sua vida foi interrompida prematuramente pela tuberculose em 1934, deixando um legado duradouro em sua obra e contribuições para a compreensão do desenvolvimento humano e da educação.

Figura 1 - Lev Vygotsky

Fonte: https://psicologiaymente.com/biografias/lev-vygotsky

O grande foco do trabalho de Vygotsky está no que chamamos de funções psicológicas superiores, isto é, atividades mentais complexas que estão relacionadas com o controle consciente do comportamento do indivíduo. Além disso, esse autor é muito lembrado em virtude de sua defesa da aprendizagem via mediação. Nessa

modalidade, sujeitos mais experientes auxiliam aprendizes menos experientes em um processo que envolve a reconstrução de experiências e significados.

Para Vygotsky, a aprendizagem não envolve apenas quem ensina e quem aprende, mas também a relação entre esses sujeitos. Do ponto de vista da proposta defendida por este produto, em que há um trabalho colaborativo entre professor e alunos (e também entre alunos e alunos), isso é uma condição fundamental que não pode deixar de ser levada em conta.

Ao ensinarmos um jogo para um estudante, seja ele o xadrez ou outro, apenas dizer as regras para quem está aprendendo não é uma abordagem recomendada. O jogo tem que ser jogado! E é a partir da interação entre os sujeitos envolvidos no processo que aquele menos experiente começará a compreender a mecânica dos movimentos e, após desenvolver-se, será capaz de conceber estratégias para cada partida por conta própria.

Surge daí os conceitos de Zona de Desenvolvimento Potencial, Zona de Desenvolvimento Proximal e Zona de Desenvolvimento Real, todos esses cunhados por Vygotsky. No primeiro deles, o estudante não é capaz de resolver um problema sem a ajuda de um companheiro que lhe dê um exemplo ou lhe mostre os caminhos para tanto. Já a Zona de Desenvolvimento Real está relacionada à aquisição da capacidade de buscar a solução por conta própria.

A Zona de Desenvolvimento Proximal é, portanto, a região em constante mudança entre a Potencial e a Real.

“Instrumentos” e “signos” também fazem parte do conjunto de conceitos estudados por Vygotsky na tentativa de explicar as funções psicológicas superiores citadas anteriormente.

Recentemente, tem-se observado um crescente interesse no estudo do uso de **analogias** e **metáforas** no ensino de ciências. O pensamento por analogia, que consiste em encontrar semelhanças entre objetos ou sentimentos que eles evocam, é uma das formas mais básicas de pensamento (Claparède, 1950, apud Mortimer, 2000).

Diversas pesquisas têm identificado o uso espontâneo de analogias em salas de aula, livros didáticos e artigos de divulgação científica. Essas analogias são frequentemente empregadas para enfatizar e elucidar as relações entre conceitos físicos, como os relacionados à eletricidade, óptica, ondas e mecânica.

O interesse crescente por analogias no ensino de ciências decorre de sua capacidade de facilitar a compreensão de conceitos científicos, aproximando conceitos heterogêneos. Lawson (1993) classifica os conceitos científicos em descritivos e teóricos, sendo os últimos mais difíceis de compreender devido à sua natureza não observável. Ele sugere que o uso de analogias pode auxiliar os alunos na compreensão desses conceitos teóricos.

Cachapuz (1989) destaca que metáforas e analogias são frequentemente utilizadas na linguagem cotidiana, sendo essenciais para relacionar conceitos de forma compreensível. Coracini (1991) observa que conceitos metafóricos permeiam nossa cultura e influenciam nossa forma de pensar e agir, muitas vezes de maneira inconsciente.

Assim, as analogias podem ser recursos valiosos no ensino de ciências, pois utilizam conceitos familiares aos alunos para facilitar a compreensão de conceitos científicos mais abstratos.

A teoria de Vygotsky fornece uma base sólida para o uso de analogias e metáforas como instrumentos pedagógicos no ensino de ciências. Ao considerar que o desenvolvimento das funções psicológicas superiores ocorre por meio da mediação simbólica e da interação social, Vygotsky destaca o papel central da linguagem como ferramenta de construção do pensamento. Analogias e metáforas operam justamente nesse campo simbólico, funcionando como recursos mediadores que aproximam o conhecimento novo e abstrato do repertório prévio dos alunos. Quando um conceito teórico complexo, como velocidade ou campo elétrico, é apresentado por meio de uma analogia compreensível — como o movimento de uma peça de xadrez ou o fluxo de água em um cano — cria-se um elo entre a Zona de Desenvolvimento Real e a Zona de Desenvolvimento Potencial, situando o aprendizado dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

Assim, o professor, atuando como mediador, facilita a internalização de conceitos científicos ao utilizar linguagens figuradas que ressignificam a experiência do aluno, promovendo o avanço de sua compreensão de forma gradual e significativa.

O **uso do xadrez** como uma ferramenta educativa pode ser altamente eficaz para transmitir conceitos de física. O jogo oferece diversas situações que demandam análise de forças, velocidades, acelerações e movimentos, proporcionando uma oportunidade prática para os alunos aplicarem esses conceitos. Além disso, o xadrez contribui para o desenvolvimento de habilidades lógicas e de pensamento crítico, fundamentais para a compreensão da física.

Por exemplo, o movimento das peças no xadrez pode ser correlacionado com conceitos como velocidade constante, enquanto a captura de uma peça pode ser relacionada à energia cinética. O jogo também pode servir como uma analogia para outros princípios físicos, como força, trabalho, potência e conservação de energia.

A combinação de xadrez e ensino de física representa uma abordagem criativa e interativa para transmitir conceitos complexos de forma acessível aos alunos. Além disso, a utilização de jogos educativos pode aumentar o interesse dos estudantes pelo assunto e motivá-los ainda mais para aprender.

Resumindo, o xadrez pode ser uma ferramenta valiosa para o ensino de física, tornando os conceitos complexos mais compreensíveis e divertidos para os alunos. Por conta disso, escolhemos relacionar essas duas vertentes nesse produto educacional.

As referências utilizadas nessa seção estão elencadas abaixo e podem ser consultadas para mais informações a respeito dos conceitos brevemente discutidos acima.

REFERENCIAS:

CACHAPUZ, Antônio F. **Ensino de ciências e a aprendizagem significativa**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1989.

CLAPARÈDE, Edouard. **A educação e o desenvolvimento da criança**. 2. ed. In: MORTIMER, Elaine. O desenvolvimento da criança. São Paulo: Editora Brasiliense, 2000.

CORACINI, Cláudio. **O ensino de física e a utilização de recursos didáticos**. São Paulo: Editora Ática, 1991. p. 137.

LAWSON, Anton E. **Ciência e ensino**: desenvolvendo o raciocínio científico no ensino de ciências. São Paulo: Editora Saraiva, 1993.

VYGOTSKY, Lev Semyonovich. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

VYGOTSKY, Lev Semyonovich. **Pensamento e linguagem**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

CINEMÁTICA BÁSICA

De acordo com Bonjorno *et al.* (2016), a depender do problema estudado, podemos considerar que toda a massa de um corpo está concentrada em um único **ponto material**. Por exemplo, na análise da força de atração entre o Sol e o planeta Terra, as dimensões desses corpos celestes são desprezíveis (tendo em vista que os raios da estrela e do planeta são muito menores que a distância entre seus centros).

Contudo, existem outros problemas cujo tamanho do objeto que se movimenta é relevante. Uma situação em que isso ocorre é na determinação da força que precisa ser aplicada sobre uma porta para que ela abra ou feche. Quanto mais longe da dobradiça (ponto de giro da rotação da porta), menor terá que ser a intensidade dessa força. Como é possível perceber, nesse caso a dimensão da porta é importante e por isso iremos trata-la como um **corpo extenso** (Helou; Biscuola; Villas Bôas, 2012).

O **referencial** é um objeto (ou um sistema de coordenadas) a partir do qual localizamos as posições espaciais ocupadas por outros corpos. Ele pode ser escolhido arbitrariamente, ficando a cargo de quem está resolvendo o problema definir qual é o melhor para cumprir seus objetivos.

Sobre um tabuleiro de xadrez (referencial escolhido), podemos dizer por exemplo que o bispo preto se localiza na posição h3. Não seríamos capazes de fazer essa afirmação caso o sistema de coordenadas do tabuleiro não tivesse sido previamente estabelecido.

Figura 2 - Posição ocupada por uma peça de xadrez sobre o tabuleiro

Fonte: Chess.com(2022)

Caso nossa referência seja o bispo branco (em f1), a peça que estamos analisando está há duas casas dele, na diagonal.

Ambos os referenciais estão corretos, mas é importante salientar que alguns são mais simples de analisar do que outros. Em algum momento, o bispo branco sairá de f1 e o fato de o tabuleiro de xadrez ser imutável torna ele muito mais aceitável como referencial do que uma peça qualquer do jogo.

Quando um conceito físico muda quando o referencial varia, dizemos que ele é relativo. A posição espacial de um corpo se encaixa nessa definição (Bonjorno *et al*., 2016).

“Dizemos que uma partícula se encontra em **movimento** quando ela muda de posição com o passar do tempo; caso contrário, encontra-se em **repouso**” (Helou; Biscuola; Villas Bôas, 2012, p. 24). A partir dessa definição, notamos que movimento e repouso são conceitos que dependem diretamente da posição espacial (ou mais especificamente da variação da posição) de um corpo. Por estarem associados a uma grandeza relativa, movimento e repouso também pode ser assim considerados.

Dessa forma, um objeto que se encontra em movimento para certo referencial pode estar em repouso para outro. Um caso em que isso acontece é no abastecimento de aviões em pleno voo. Nesse procedimento, dois aviões que se deslocam com a mesma velocidade são acoplados por uma mangueira que libera a carga de combustível. Quem observa do solo vê ambas as aeronaves se movendo. Contudo, caso o referencial seja um dos aviões, o outro estará em repouso.

A medida em que o movimento ocorre, o ponto material vai ocupando diferentes posições em cada instante de tempo. Segundo Bonjorno *et al.* (2016), o caminho descrito por ele em relação a determinado referencial é o que chamamos de **trajetória**. Também se trata de um conceito relativo.

Um exemplo célebre é a de um pacote que é abandonado de um avião em movimento. Para quem está dentro da aeronave, a trajetória descrita pela carga é de uma linha reta na vertical. Para um observador na terra, entretanto, a curva vista por ele será um arco de parábola (fruto da composição dos movimentos na horizontal e na vertical). A Figura 3 representa essa situação.

Figura 3 - Relatividade da trajetória

Fonte: Bonjorno *et al.* (2016).

A **velocidade média** de um móvel mede a taxa de variação com que sua posição espacial varia em uma certa unidade de tempo. Do ponto de vista matemático, podemos escrever tal definição como:

$$v_M = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Onde ΔS é o que chamamos de deslocamento escalar (correspondente à medida da reta que liga as posições inicial e final do movimento) e Δt é o intervalo de tempo decorrido. No Sistema Internacional de Unidades, a velocidade média é medida em metros por segundo (m/s).

É importante notar que esta velocidade média é calculada para um intervalo de tempo, isto é, para alguns segundos (minutos ou horas) dentro de um deslocamento. Por isso, ela não indica a velocidade em cada instante de tempo específico. Quem faz isso é a **velocidade instantânea**, denotada apenas pela letra v.

Outro conceito importante é a de **aceleração média**. A aceleração média determina a variação da velocidade do móvel em certo intervalo de tempo. De maneira análoga, calculamos a aceleração média através da seguinte expressão:

$$a_M = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (1)$$

Onde Δv é a variação da velocidade e Δt é o intervalo de tempo. A unidade de medida é o metro por segundo por segundo, ou então, m/s^2.

Conhecidos os dois principais conceitos para o estudo da cinemática, passaremos a conhecer agora dois dos movimentos mais importantes.

É chamado de **uniforme** o movimento cuja velocidade permanece constante durante todo o deslocamento do móvel. Nesse caso, a aceleração é nula e a velocidade média é igual à instantânea. Na natureza, é raro encontrar movimentos com essas características, mas para pequenas distâncias, o MU é uma boa aproximação.

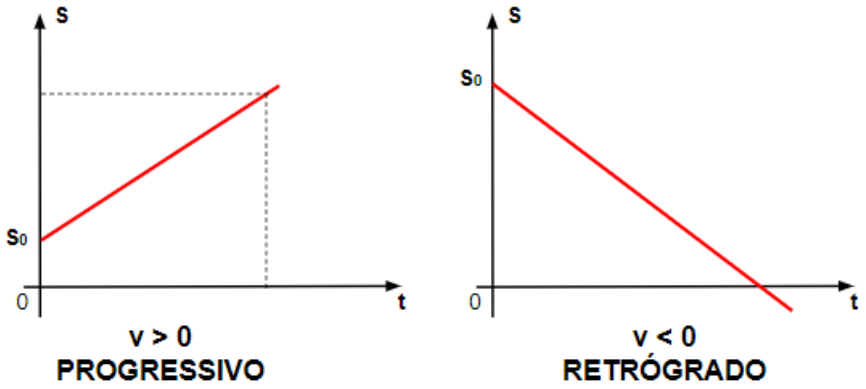
A função horária da posição é a equação mais característica deste movimento e ela é deduzida a partir da definição de velocidade média. Tomando o instante de tempo inicial $t_0 = 0$, esta expressão se resume em:

$$S = S_0 + vt \quad (2)$$

Onde S é a posição final (medida em metros), S_0 é a posição inicial, v é a velocidade (em m/s) e t é o instante de tempo (em segundos).

Como podemos perceber, trata-se de uma função do primeiro grau e, por esse motivo, representamos a forma como as posições de um móvel variam em função do tempo no movimento uniforme através de uma reta. Tal reta pode ser crescente ou decrescente, a depender do sinal da velocidade.

Figura 4 - Gráficos do Movimento Uniforme



Fonte: o autor.

Caso a velocidade seja positiva, o movimento é chamado de progressivo e a reta será crescente. Do contrário, o movimento é dito retrógrado e a reta é decrescente.

É importante salientar que velocidade positiva ou negativa nada tem a ver com acréscimo ou diminuição de seu módulo. Lembremos que essa grandeza permanece inalterada no movimento uniforme. Os sinais indicam se o móvel está indo a favor do referencial previamente estabelecido (progressivo) ou contra ele (retrógrado).

Já o **movimento uniformemente variado** caracteriza-se por uma variação "controlada" da velocidade. Isso significa que a aceleração para o MUV é constante e diferente de zero. A queda livre, tão importante para a história da física, é um tipo especial de movimento uniformemente variado que se dá na vertical. No caso dela, a aceleração é a da gravidade e seu módulo vale aproximadamente 10 m/s^2 na superfície do planeta Terra. Isso significa que a cada segundo que passa, a velocidade do corpo que cai sempre aumenta em 10 m/s.

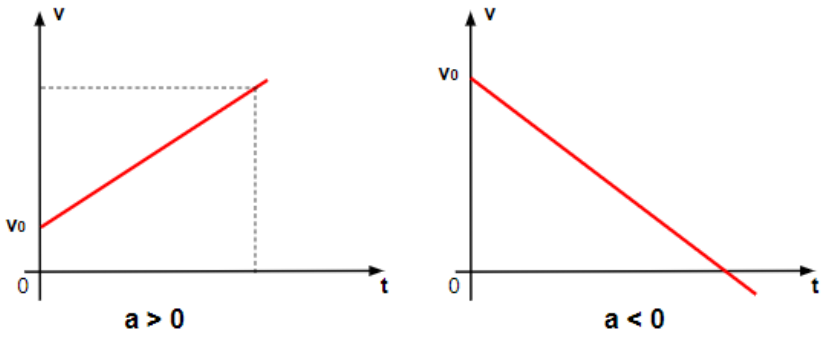
O MUV possui um conjunto de equações bastante conhecidas. A primeira delas é a função horária da velocidade, que permite calcularmos a velocidade do móvel em determinado instante de tempo do movimento. Ela é deduzida a partir da definição de aceleração e está expressa abaixo:

$$v = v_0 + at \qquad (3)$$

Onde v é a velocidade final, v_0 é a velocidade inicial, a é a aceleração e t é o instante de tempo.

De maneira análoga à análise que fizemos anteriormente, podemos perceber que se trata de uma função do primeiro grau e, por isso, é representada graficamente por uma reta inclinada. Para o caso em que a aceleração é positiva, a reta será crescente. Já quando for negativa, a reta será decrescente.

Figura 5 - Gráficos da velocidade para o Movimento Uniformemente Variado



Fonte: o autor.

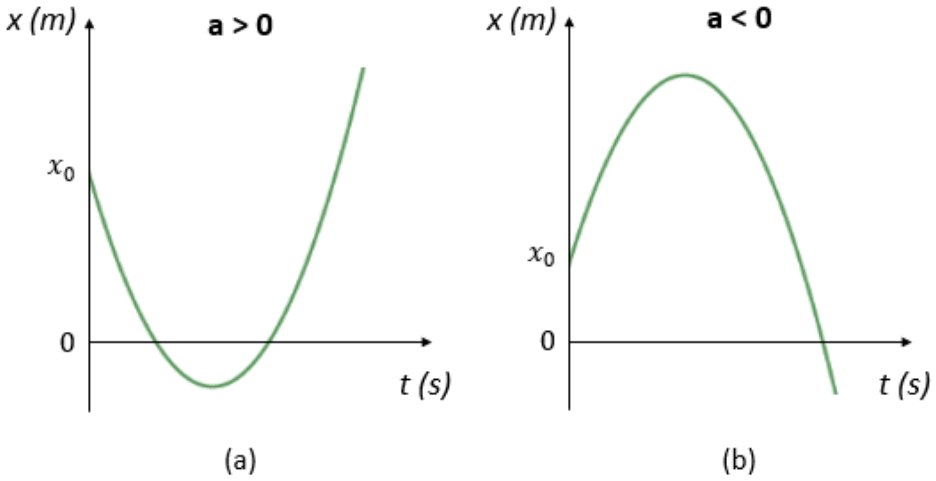
A função horária da posição para o MUV é do segundo grau e ela permite localizar o objeto em certo instante de tempo dentro do referencial escolhido para a análise do movimento. Esta equação está indicada abaixo.

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \qquad (4)$$

Onde S é a posição final, S_0 é a posição inicial, v_0 é a velocidade inicial, t é o instante de tempo e a é a aceleração.

Diferentemente das outras funções estudadas até aqui, a função horária da posição para o MUV é representada graficamente através de uma parábola e quem determina sua concavidade é novamente o sinal da aceleração. A imagem abaixo mostra cada um desses casos, associando-os com o sinal de a.

Figura 6 - Gráficos da posição para o Movimento Uniformemente Variado



Fonte: o autor.

Há ainda uma terceira expressão para esse movimento: a equação de Torricelli. Sua necessidade aparece em movimentos cujo tempo para o deslocamento não é conhecido. Isolando o instante de tempo t na função horária da velocidade e substituindo este valor na função horária da posição, obtemos:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S \tag{5}$$

A velocidade média para o movimento uniformemente variado pode ser calculada através da razão entre ΔS e Δt, tal como nos indica a definição. Contudo, após algumas manipulações algébricas, somos capazes de determinar o mesmo valor através de:

$$v_M = \frac{v_1 + v_2}{2} \tag{6}$$

Onde v_m é a velocidade média e v_1 e v_2 são velocidades instantâneas em dois instantes arbitrários específicos.

Note que, para o caso do MUV, a velocidade média é nada menos do que a média das velocidades entre os dois instantes que estamos considerando.

REFERENCIAS:

BONJORNO, José Roberto *et al*. **Física**: Mecânica. 3. ed. São Paulo: FTD, 2016. 288 p. v. 1.

HELOU, Ricardo; BISCUOLA, Gualter; VILLAS BÔAS, Newton. **Tópicos de física**: Mecânica. 21. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. 496 p. v. 1.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**: Mecânica. 4. ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher, 2002. 324 p. v. 1.

RESNICK, Robert; HALLIDAY, David. **Física**. 4. ed. rev. Rio de Janeiro: LTC, 1983. 348 p. v. 1.

YOUNG, Hugh; FREEDMAN, Roger. **Física I**: Mecânica. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2008. 403 p. v. 1.

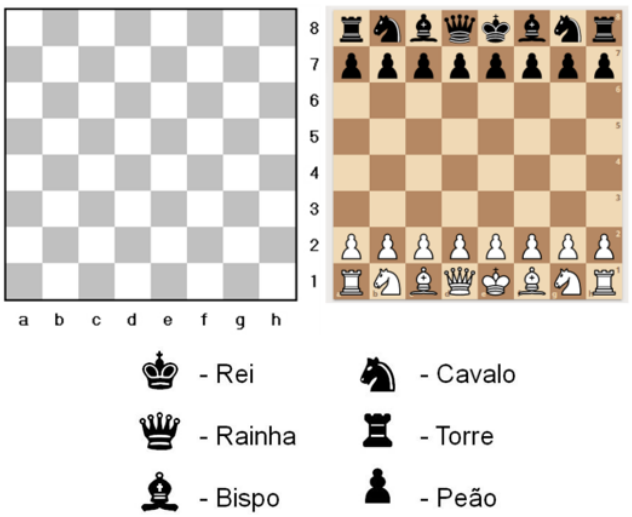
REGRAS BÁSICAS DO XADREZ

O xadrez é um jogo estratégico jogado entre dois jogadores em um tabuleiro de 64 casas quadradas, alternadamente claras e escuras. Cada jogador inicia o jogo com 16 peças: um rei, uma rainha, duas torres, dois bispos, dois cavalos e oito peões. O objetivo do jogo é dar xeque-mate ao rei adversário, colocando-o sob ataque direto sem possibilidade de fuga.

Movimento das Peças

- Rei: Move-se uma casa em qualquer direção.
- Rainha: Move-se em linha reta em qualquer direção (horizontal, vertical ou diagonal).
- Torre: Move-se em linha reta horizontal ou verticalmente.
- Bispo: Move-se em linha reta diagonalmente.
- Cavalo: Move-se em um "L" (duas casas em uma direção e uma casa perpendicularmente).
- Peão: Move-se uma casa para frente (duas casas no primeiro movimento) e captura diagonalmente.

Figura 7 - Tabuleiro de xadrez e suas peças



Fonte: Chess.com(2022)

Especiais

- Roque: Permite ao rei e à torre moverem-se simultaneamente sob certas condições.
- Promoção: Quando um peão alcança a última fileira do tabuleiro do adversário, ele pode ser promovido a qualquer outra peça (exceto o rei).
- *En passant*: Uma regra especial de captura do peão, permitindo a captura de um peão adversário que avançou duas casas a partir da posição inicial.

Xeque e Xeque-mate

- Xeque: Quando o rei está sob ataque direto.
- Xeque-mate: Situação em que o rei está em xeque e não há movimento legal para evitar o xeque.

Regras Gerais

- Jogadas Ilegais: Se um jogador realizar uma jogada ilegal, ele deve corrigi-la antes de tocar em outra peça. Se não for possível, a jogada é invalidada e o jogador deve fazer outra jogada legal.
- Empate: Pode ocorrer por acordo mútuo, por repetição de posição, por falta de material para dar xeque-mate, entre outras condições especificadas nas regras.

Notação de Xadrez

- Notação Algébrica: Sistema utilizado para registrar as jogadas de xadrez de forma padronizada, combinando a letra e o número da casa de origem e destino da peça movida.

Arbitragem e Etiqueta

- Árbitros: São responsáveis por garantir o cumprimento das regras durante o jogo.
- Etiqueta: Respeito ao adversário, jogar de forma justa e seguir as regras de conduta durante as partidas.

O xadrez, além de um jogo de estratégia e habilidade, envolve uma compreensão profunda das regras para jogar corretamente. Essas regras formam a

base para o entendimento do jogo e são fundamentais para a prática competitiva e educativa do xadrez.

REFERENCIAS:

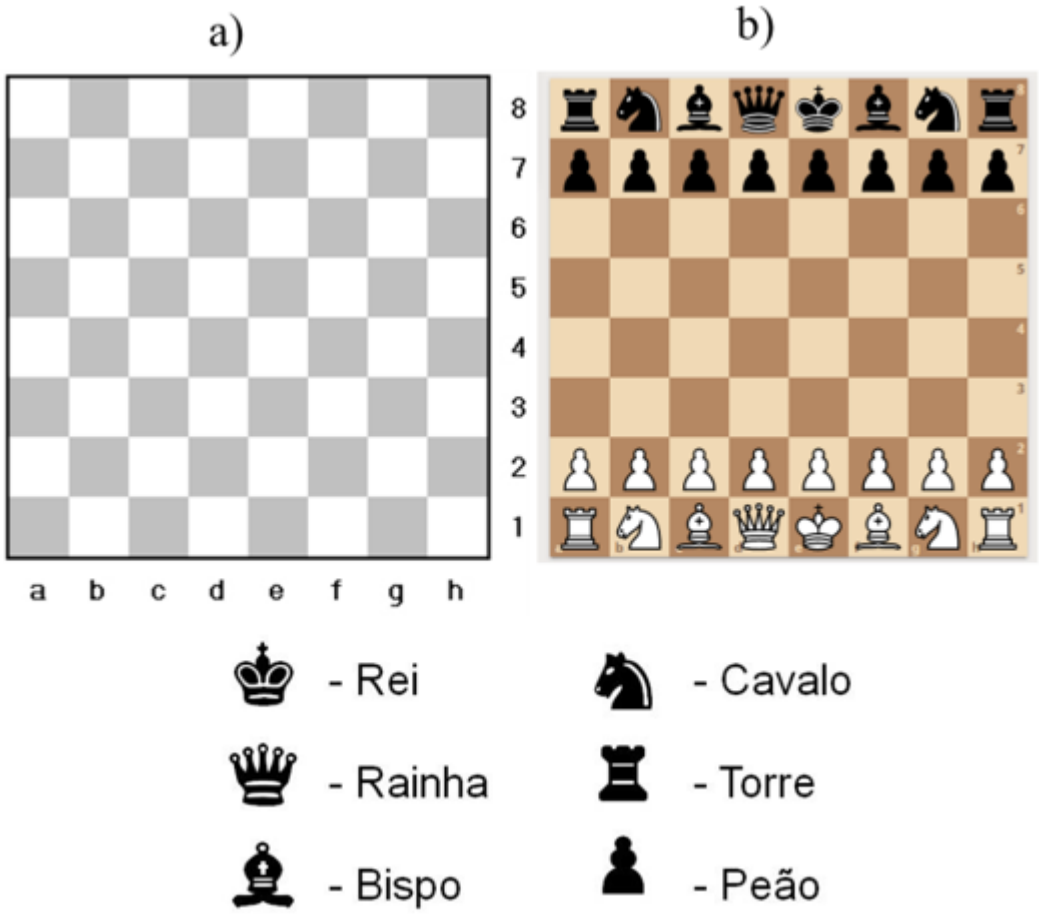
D'AGOSTINI, Orfeu Gilberto. **Xadrez Básico**. Editora Ediouro, 1954.

TIRADO, Augusto; da SILVA, Wilson. **Meu Primeiro Livro de Xadrez**. Editora Expoente, 1999.

O XADREZ E A CINEMÁTICA

De modo geral o tabuleiro de xadrez é dividido em 64 “casas” ou quadrados (8 horizontais - fileiras x 8 verticais - colunas), termos estes em parêntesis conhecido no meio enxadrístico. Além de horizontais (fileiras) e verticais (colunas), outro termo bastante utilizado é “diagonais”, que é tão somente formado por uma sequência de casas de mesma cor. Os quadrados são normalmente de casas pretas e brancas embora outras cores podem ser vistas. O tabuleiro no início do jogo deve estar posicionado de modo que a casa da primeira linha horizontal, direita, seja branca, como na Figura 8. Isso deve ser sempre verificado antes de se iniciar a partida.

Figura 8a) Posição inicial do tabuleiro e b) tabuleiro contendo as peças de jogo.



Fonte: Chess.com(2022)

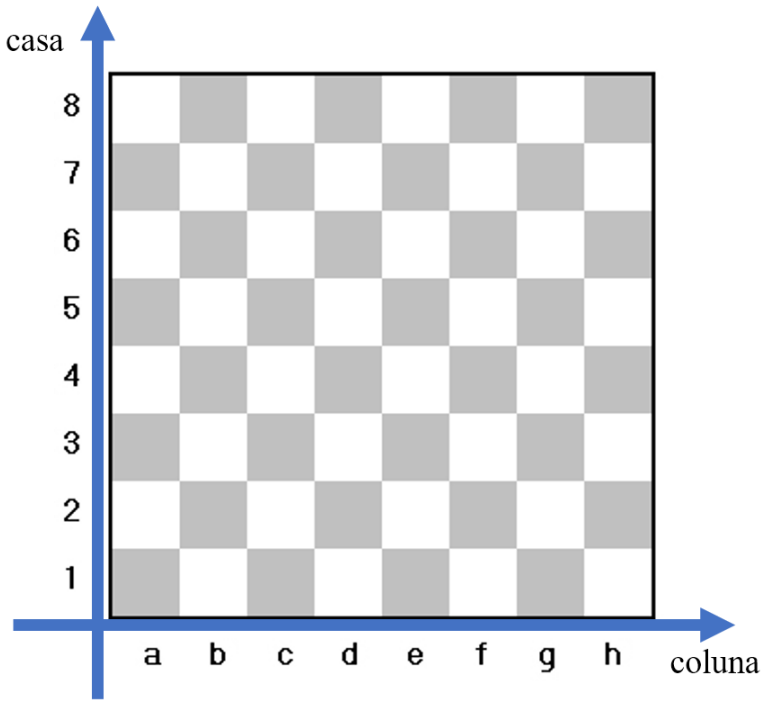
A anotação de uma partida de xadrez é obrigatória em campeonatos e serve como comprovação do cumprimento das regras regulamentares do jogo. Na Figura 8 é possível verificar notações algébricas e numéricas às quais localizam cada casa do tabuleiro. Em complemento à esta orientação, temos a designação, também algébrica,

em letra maiúscula, para as peças do jogo como: R para o rei; D para a dama; T para a torre; B para o bispo; C para o cavalo. O peão não recebe nenhuma abreviatura e em um lance com esta peça, anotamos apenas o código da casa para onde ele foi.

Uma vez caraterizada a forma do tabuleiro, podemos fazer as primeiras correlações de ideias entre tabuleiro e posição espacial em física. Como vimos anteriormente, a posição espacial nada mais é que a localização de um ente, objeto, corpo etc., em uma região do espaço, medida por um observador e ou sistema de referência. Logo dizemos que: com o sistema de referencial adotado, podemos localizar o objeto através da simetria (forma) deste mesmo referencial.

No caso específico do tabuleiro, nota-se que esta simetria é dada em duas dimensões, formadas pelo conjunto de 64 quadrados interligados. Portanto, podemos utilizar um sistema cartesiano por exemplo, para descrever o “espaço” compreendido pelo tabuleiro. Na Figura 9 esboçamos esta relação tabuleiro com o sistema cartesiano onde temos o eixo casa e o eixo coluna relacionando-se com os eixos cartesianos eixo y e eixo x, respectivamente.

Figura 9 - Utilização de um sistema de coordenadas cartesiano como marcador de posição espacial no tabuleiro de xadrez.



Fonte: Chess.com(2022)

Assim, é possível orientarmos qualquer objeto (peças), na representação do tabuleiro visto na Figura 9, traçando então um paralelo entre posição espacial e as casas do tabuleiro de xadrez. No entanto, precisamos nos ater também às diferenças

conceituais entre o jogo e a cinemática. O primeiro ponto é que, analisando o papel dos movimentos no jogo de xadrez, ele se opera em um regime discreto (ou em casas permitidas), enquanto na cinemática de materiais macroscópicos, o movimento pode ser considerado contínuo. O movimento então, no tabuleiro de xadrez, segue um raciocínio similar ao de deslocamento (posição inicial - posição final) ao invés do de trajetória, conceito esse definido anteriormente.

Logo é possível dizer que a definição de espaço sob a ótica do xadrez seria a localização de sua “casa”. Por exemplo, na Figura 10a percebemos que os peões brancos estão todos localizados nas casas 2 obedecendo à orientação para seus movimentos conforme as colunas de “a” até “h”, ou seja temos o peões em: a2, b2, c2, d2, e2, f2, g2 e h2. O mesmo temos para o peões pretos, tal que: a7, b7, c7, d7, e7, f7, g7 e h7.

Dando início então à partida de xadrez, sabemos que para cada turno, jogadores de brancas e pretas tem direito de fazer um lance, e, segue que as brancas jogam o lance e4. Podemos dizer que houve um deslocamento do peão da casa e2 para e4 em um intervalo de tempo, lance, nesta rodada. Em uma abstração deste lance tem-se que

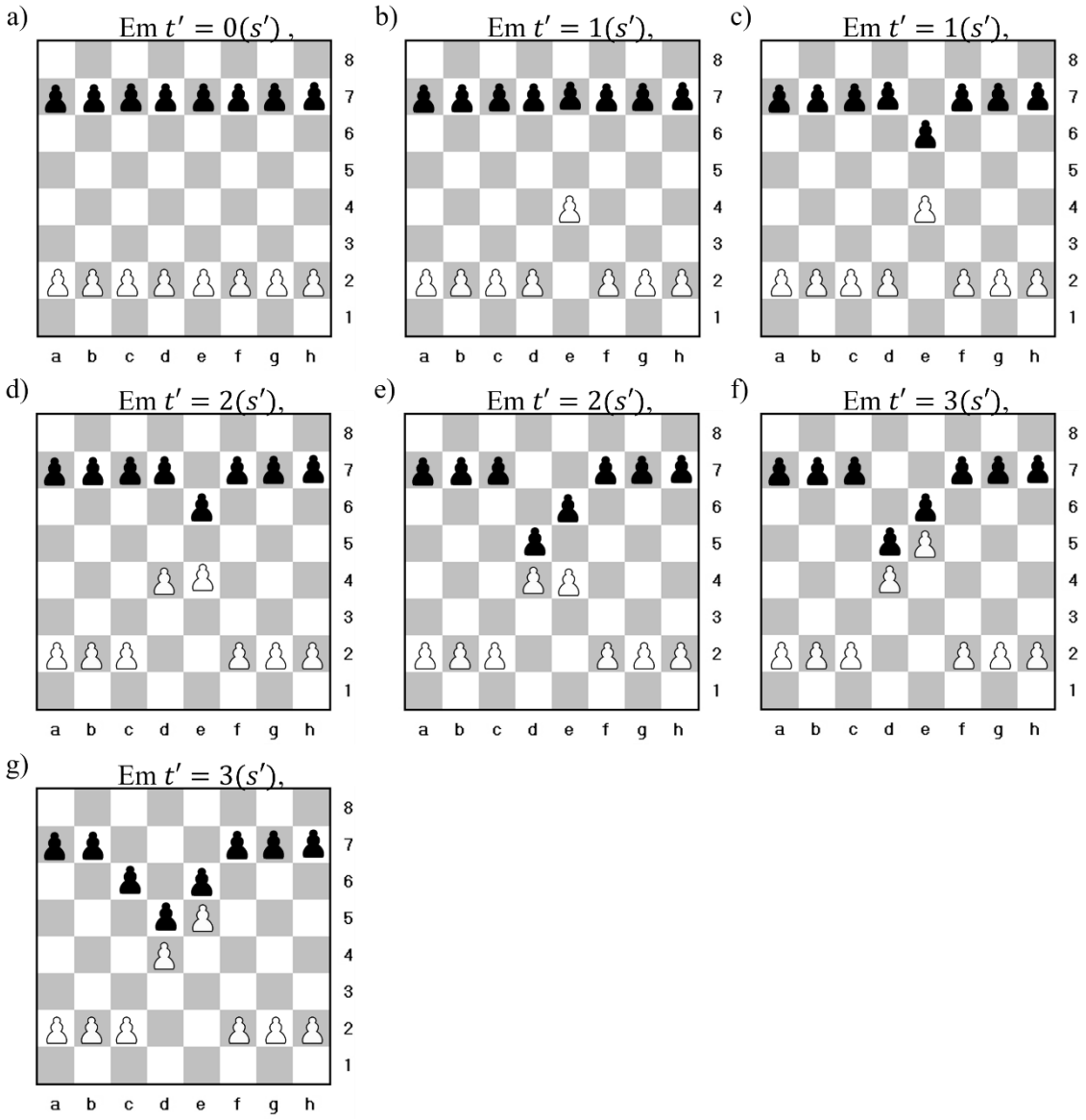
$$D_{Lance} = |e4 - e2| \quad (7)$$

Onde este D_{Lance} é a correlação que fazemos com a definição de deslocamento entre dois pontos espaciais. De imediato pode-se ainda definir uma função velocidade como

$$V(c/t') = D_{Lance} t' \quad (8)$$

Tal que v(c/t') é a velocidade dada em casa por lance (*c/t’*). *t’* é então o padrão de tempo referente a cada rodada de jogadas, (*s’*). Importante destacar que a medida de velocidade estimada pela equação (8) é global, envolvendo todos os peões.

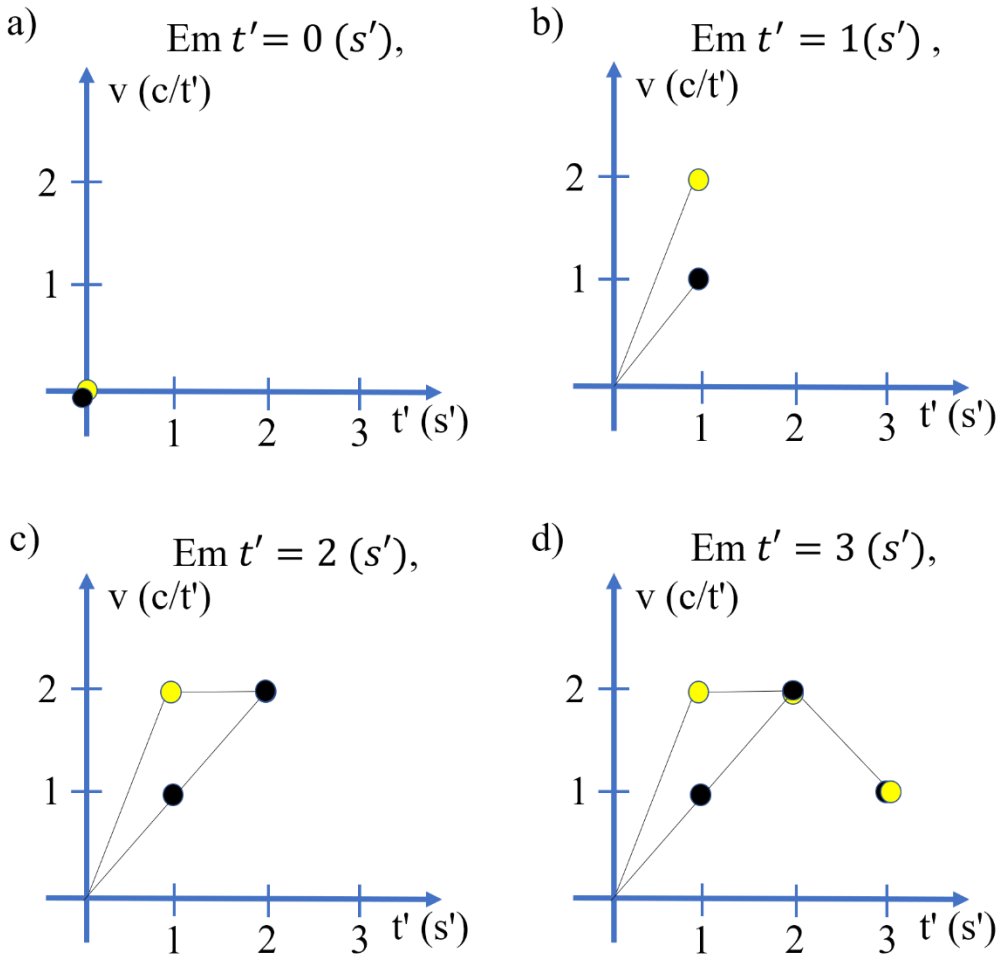
Figura 10 - Deslocamento x tempo no tabuleiro de xadrez.



Fonte: Chess.com(2022)

Percebe-se então que, conforme o desenrolar dos lances na Figura 10, valores de velocidade definidas pela equação (8)(47) são obtidos e podem ser analisadas mediante uma representação gráfica. Para isso, apresentamos na Figura 11, estes resultados.

Figura 11 - Velocidade x tempo no tabuleiro de xadrez. Bolinha amarela refere-se ao movimento de um peão branco enquanto bolinha preta, de um peão preto.



Fonte: o autor.

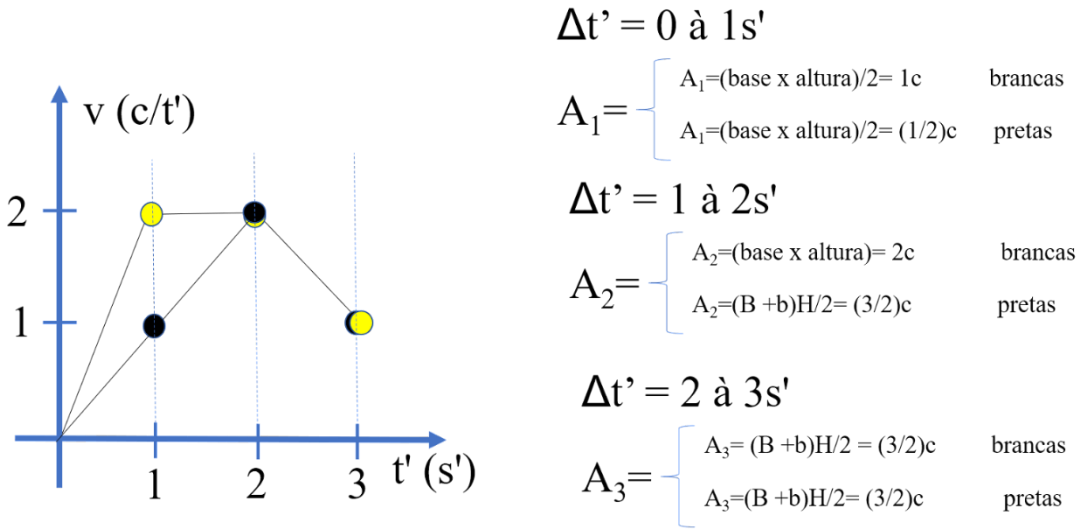
Observe na Figura 11 que elas representam uma relação direta com conceito gráfico de movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). Desta forma, é possível por exemplo, estimarmos um valor de espaço percorrido, cujo significado no xadrez é o de termo de avanço em casas adversárias.

Mas o que seria este termo de avanço? Voltando à Figura 10, podemos supor uma linha imaginária que separa as linhas de 1 à 4 das de 5 à 8. Observe que na Figura 10g, temos um peão branco que ultrapassou a linha de separação, ou seja, encontra-se em e5, avançando no campo adversário. Agora, pela medida de espaço percorrido D_{Lance}, teríamos simplesmente estimar a área compreendidas pelas curvas no gráfico da Figura 11d, supondo divisões os intervalos $\Delta t'$ observando as figuras geométricas resultantes. Para isso, consideramos estes intervalos de acordo com o esboçado na Figura 12 pelas linhas pontilhadas.

Portanto, assumindo o procedimento de cálculo realizado na Figura 12Figura 12, percebesse que o espaço total percorrido ΔD_{Lance} e, é obtido somando-se as áreas A_i para as brancas e para as pretas. Assim temos que:

$$\Delta Dpretas = 3{,}5c \quad e \quad \Delta Dbrancas = 4{,}5c \tag{949}$$

Figura 12 - Estimativa do deslocamento realizado pelos peões. Ai, representam as áreas determinadas nos seus respectivos intervalos Δt'. Bolinha amarela refere-se ao movimento de um peão branco enquanto bolinha preta, de um peão preto.

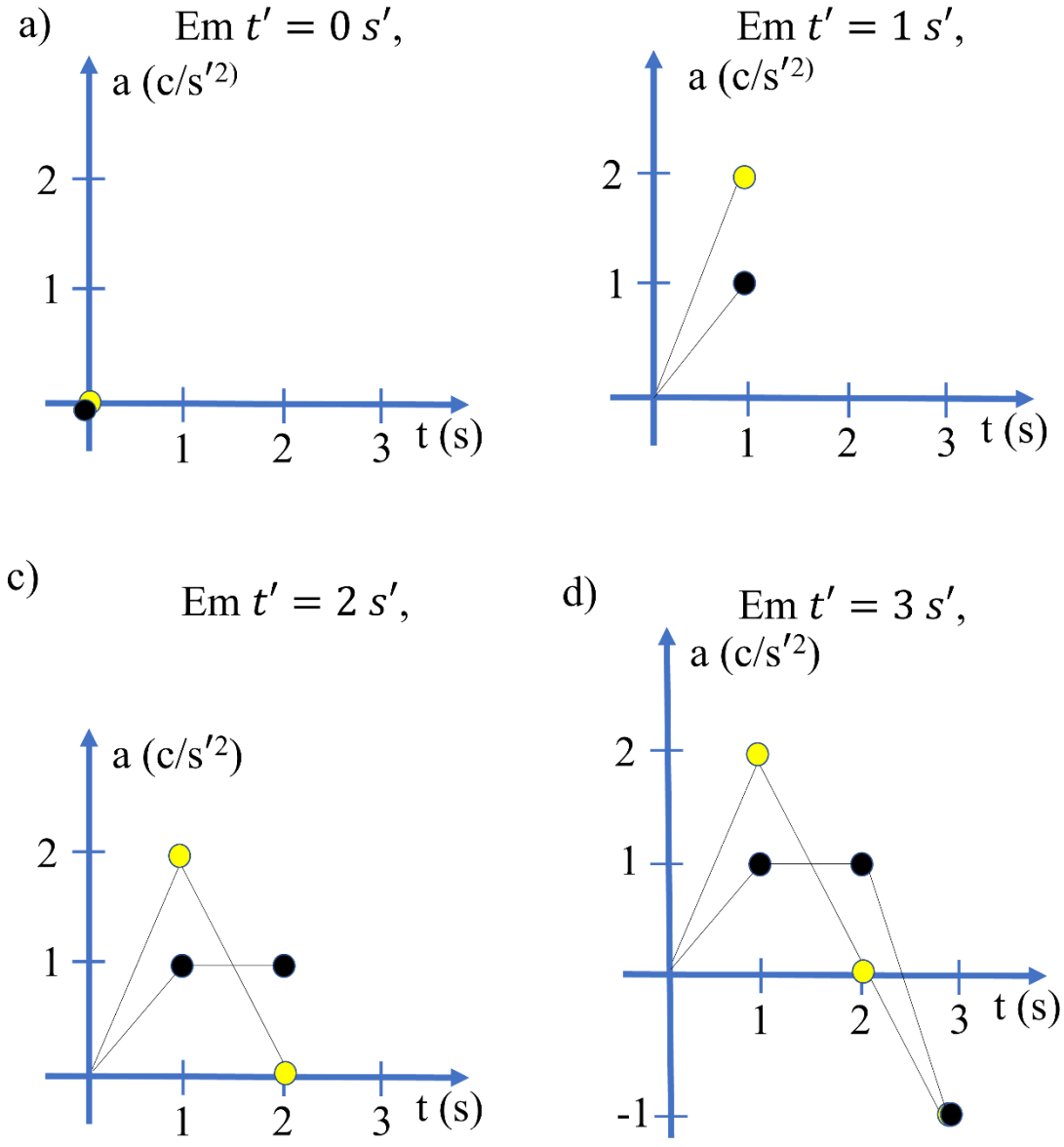


Fonte: o autor.

O resultado em (8), corrobora com o que se observa no tabuleiro na Figura 10g. Em complemento ainda, os gráficos também sugerem uma espécie de "rapidez" no movimento destes peões. Ou outras palavras, uma aceleração, act'2. No intervalo Δ*t'*= 0 a 1 s', tem-se a=2cs'2, para as brancas e a=1cs'2, para as pretas. No intervalo Δ*t'*= 1 à 2 s', tem-se a=0, para as brancas e a=1cs'2, para as pretas. E no intervalo Δ*t'*= 2 à 3 s', tem-se a=-1cs'2, para as brancas e a=-1cs'2, para as pretas.

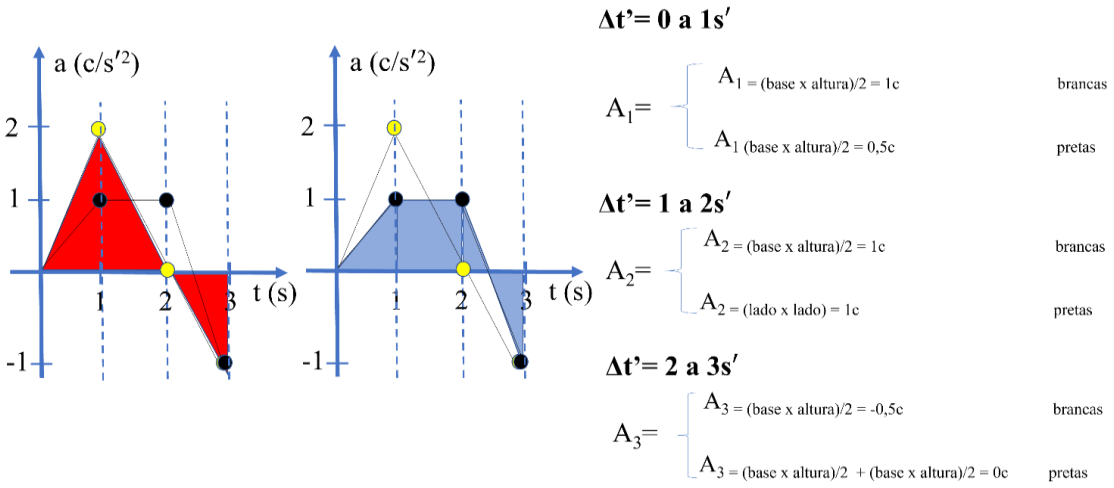
Graficamente, podemos observar os gráficos de aceleração em relação ao tempo na Figura 13.

Figura 13 - Aceleração x tempo no tabuleiro de xadrez. Bolinha amarela refere-se ao movimento de um peão branco enquanto bolinha preta, de um peão preto.



Fonte: o autor.

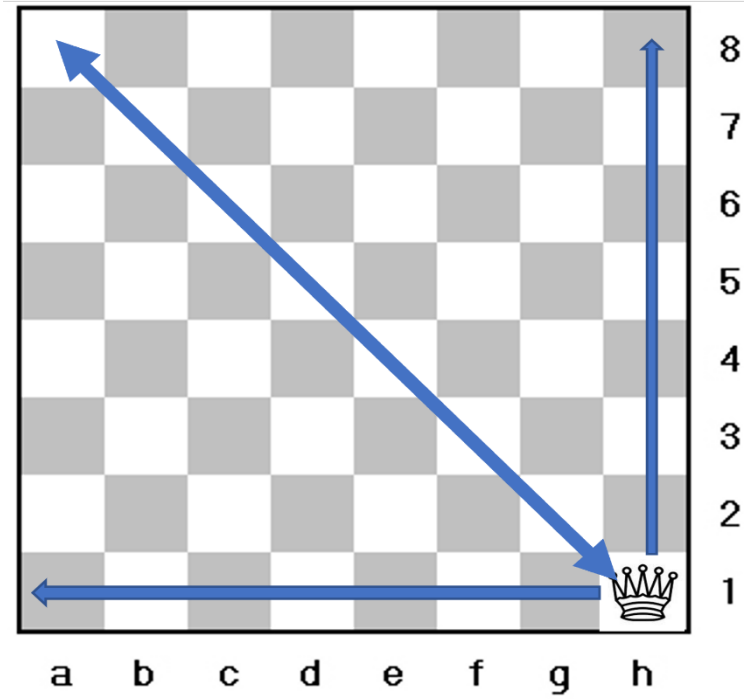
Figura 14 - Aceleração x tempo no tabuleiro de xadrez. Bolinha amarela refere-se ao movimento de um peão branco enquanto bolinha preta, de um peão preto.



Fonte: o autor.

Até o momento, relacionamos o espaço percorrido D, aceleração e velocidade apenas aos movimentos de peões. Porém, voltando os olhares ao jogo de xadrez, o peão é a peça de menor amplitude de movimento, como vimos no capítulo introdutório. Para fins de comparação, acrescentaremos a Dama em nossos diagramas da Figura 9, visando analisar possíveis espaços percorridos (c) em um intervalo de tempo, lance (t').

Figura 15 - Diagrama apontando as casas que a Dama pode se movimentar no lance em um tabuleiro livre.



Fonte: Chess.com(2022)

Observando o diagrama (Figura 15) é possível atrelar um maior espaço percorrido D_{Lance} em função de tempo t' para a dama comparada ao peão, quando essa possui casas disponíveis para se movimentar no tabuleiro. O espaço livre permite a Dama percorrer até 8 casas em um único lance. Sendo assim, a velocidade v(c/t')=D_{Lance}t' vista na equação (8)(47) torna-se válida também para a situação atual, ou seja, a dama pode atingir uma velocidade de até 8 casas por lance {8 c/t'=D_{Lance}t'}.

Essa pequena análise inicial enxadrística, sugere uma variada gama de possibilidades de movimento, sendo que no jogo de xadrez com todas as peças no tabuleiro, temos milhares de combinações de jogadas, outrossim, probabilidades de realizar ou não a melhor jogada para cada situação.

Esse é mais um ponto em que a cinemática e o xadrez se diferem, visto que no xadrez, optar pelo maior espaço percorrido D_{Lance}, pode ou não, ser a melhor opção. Vamos observar o diagrama abaixo e tentar encontrar a melhor possibilidade (lance) visando o xeque mate (objetivo do xadrez), no menor número de jogadas possíveis.

Figura 16 - Resolução de diagrama. Realizar xeque mate no menor número de jogadas possíveis. Jogam as brancas.

Fonte: Chess.com(2022)

O diagrama é um típico exemplo de xeque mate em dois lances. Neste caso, a melhor jogada é primeiramente um lance de grande amplitude Dxh7+ (Dama captura o peão da casa h7 deixando o rei em cheque). Para as pretas resta apenas uma jogada forçada: Cxh7 (cavalo da casa f6 captura a dama que está em h7). Em seguida, mesmo com outras opções de jogadas de maior espaço percorrido D_{Lance}, a melhor opção é: Cg6++ (o cavalo que está na casa h4 se desloca para casa g6 colocando o rei em perigo de modo que este não tem mais escapatória).

Caso você se pergunte o porquê de o rei não escapar para casa g8, ressalto a posição do bispo em d5 ameaçando essa casa mesmo distante.

Figura 17 - Resolução do diagrama demonstrando os melhores lances.

Fonte: Chess.com(2022)

Deste modo, podemos observar amplitudes de movimento distintas para cada peça do jogo de xadrez. A capacidade de movimentação dessas peças é diretamente influenciada pela sua posição no tabuleiro, considerando todas as outras peças que participam do jogo no momento da análise. Isso significa que nem sempre o melhor lance é o de maior amplitude.

A melhor jogada deve ser fruto de uma profunda reflexão posicional, além de cálculos baseados em possíveis respostas do oponente, o que faz do xadrez um jogo cognitivo que envolve análises táticas e estratégicas exigindo tomada de decisões prevendo consequências a todo momento.

No caso de um mate em 2 lances, a movimentação da Dama é crucial, sendo o movimento mais direto e eficiente. No entanto, à medida que o número de lances necessários para alcançar o xeque-mate aumenta, fica evidente que as brancas cometeram lances intermediários desnecessários, que não contribuem diretamente para o objetivo final.

Por exemplo, se as brancas jogarem Dd3 (movimento intermediário antes de Dh7+), isso é considerado um erro, pois estende o tempo da partida sem agregar valor à vitória imediata. Em uma situação ideal, a Dama deveria se mover de forma mais rápida, sem dar margem para o adversário reagir. Quanto maior o número de lances para finalizar a partida, menor será a “rapidez” das peças e maior a possibilidade de

o oponente corrigir a posição ou até cometer um erro que dê espaço para uma defesa bem-sucedida.

Entretanto, é importante lembrar que o xadrez oferece uma infinidade de possibilidades em cada movimento. Mesmo quando se busca um mate em um número reduzido de lances, as alternativas de jogadas são vastas. Nem sempre os adversários conseguem identificar os lances mais eficientes, e, em muitos casos, a partida pode tomar rumos inesperados dependendo das escolhas feitas durante o jogo. Por isso, mesmo em um cenário aparentemente simples, a precisão no número de lances e no uso da “rapidez” das peças pode ser a chave para garantir a vitória.

PLANOS DE AULA

I	INTRODUÇÃO AO XADREZ

Assunto:

Introdução às regras básicas e movimentações iniciais das peças no xadrez.

Objetivos:

Geral:

- Conhecer o jogo de xadrez, aprendendo suas regras básicas e a movimentação inicial das peças, a fim de promover o desenvolvimento do pensamento estratégico e lógico.

Específicos:

- Conhecer a história do xadrez, incluindo a lenda de Sissa;
- Identificar as peças do xadrez e suas posições iniciais no tabuleiro;
- Conhecer a movimentação básica dos peões, torres, bispos e cavalos;
- Realizar práticas com movimentos das peças estudadas.

Recursos didáticos:

- Tabuleiros de xadrez para cada grupo de alunos.
- Conjunto de peças de xadrez.
- Quadro branco e marcadores.
- Projetor e slides com imagens das peças e regras.
- Folhas com resumo das regras básicas.
- Livros "Xadrez Básico" e "Meu Primeiro Livro de Xadrez".

Desenvolvimento da aula:

Introdução (10 minutos)

- Apresentação da aula e dos objetivos.
- Contar a lenda de Sissa e a história do xadrez (origem, evolução e importância).

Apresentação das peças e do tabuleiro (10 minutos)

- Mostrar o tabuleiro de xadrez e explicar sua configuração (64 casas, alternância de cores).
- Introduzir as peças: peão, torre, cavalo, bispo, rainha e rei.
- Explicar a posição inicial das peças no tabuleiro.

Movimentação dos peões (10 minutos)

- Demonstrar como os peões se movem no tabuleiro:
  - Movimento à frente, captura na diagonal, primeiro movimento especial.
- Propor a prática chamada "guerra de peões":

- Os alunos jogam uma partida onde apenas os peões são utilizados.

Movimentação das torres, bispos e cavalos (20 minutos)

- Demonstrar como cada uma dessas peças se move:
  - Torre: movimento em linhas retas, horizontal e vertical.
  - Bispo: movimento em diagonais.
  - Cavalo: movimento em "L", única peça que pode pular outras.
- Prática guiada com os alunos movimentando essas peças em seus tabuleiros.

Avaliação:

- Observação da participação e envolvimento dos alunos durante a aula.
- Avaliação das partidas jogadas, observando a aplicação correta das regras e movimentos.
- Feedback oral individual e em grupo.

Observações:

- Adaptar a explicação conforme o nível de conhecimento prévio dos alunos.
- Incentivar a participação ativa e as perguntas durante a aula.
- Planejar tempo adicional para alunos que possam ter dificuldades em assimilar os movimentos.

Bibliografia:

D'AGOSTINI, Orfeu Gilberto. **Xadrez Básico**. Editora Ediouro, 1954.
TIRADO, Augusto; da SILVA, Wilson. **Meu Primeiro Livro de Xadrez**. Editora Expoente, 1999.

II MOVIMENTOS AVANÇADOS E ESTRATÉGIAS BÁSICAS

Assunto:

Movimentação avançada das peças, introdução ao conceito de xeque, xeque-mate e estratégias básicas do xadrez.

Objetivos:

Geral:

- Compreender as regras do xadrez, focando nos movimentos avançados e nas estratégias básicas para desenvolver o pensamento crítico e estratégico.

Específicos:

- Identificar a movimentação do Rei e da Rainha;
- Contrastar os conceitos de xeque e xeque-mate;
- Identificar e definir estratégias básicas de abertura e defesa;
- Realizar práticas com movimentos avançados e estratégias, visando a construção do xeque-mate.

Recursos didáticos:

- Tabuleiros de xadrez para cada grupo de alunos;
- Conjunto de peças de xadrez;
- Quadro branco e marcadores;
- Projetor e slides com imagens das peças e regras;
- Folhas com resumo das regras básicas;
- Livro “Xadrez Básico” e “Meu Primeiro Livro de Xadrez”.

Desenvolvimento da aula:

Revisão (5 minutos)

- Revisar os movimentos básicos das peças aprendidos na aula anterior;
- Responder a quaisquer dúvidas sobre as regras básicas e os movimentos das peças do xadrez.

Movimentação do Rei e da Rainha (5 minutos)

- Demonstrar como o Rei se move: uma casa em qualquer direção;
- Explicar o movimento da Rainha: combinação dos movimentos da Torre e do Bispo, movendo-se em linha reta horizontal, vertical ou diagonalmente;
- Prática guiada com os alunos movimentando o rei e a rainha em seus tabuleiros.

Conceitos de Xeque e Xeque-Mate (10 minutos)

- Definir Xeque: quando o rei está sob ataque direto de uma peça adversária;
- Definir Xeque-Mate: quando o rei está em xeque e não pode escapar;

- Exemplificar situação de xeque e xeque-mate no tabuleiro;
- Prática guiada com os alunos, identificando situações de Xeque e Xeque-Mate.

Estratégias básicas de abertura e defesa (10 minutos)

- Introduzir conceitos básicos de abertura: controlar o centro do tabuleiro, desenvolver as peças rapidamente, proteger o rei;
- Apresentar defesas básicas: proteger o rei, evitar movimentos precipitados, responder aos ataques do adversário;
- Prática guiada, em que os alunos jogam partidas rápidas focando nas estratégias de abertura e defesa.

Prática livre com Feedback (20 minutos)

- Dividir os alunos em duplas para jogarem partidas, aplicando os movimentos avançados e estratégias aprendidas;
- Circular pela sala, auxiliando e corrigindo erros, fornecendo feedback imediato.

Avaliação:

- Observação da participação e envolvimento dos alunos durante a aula;
- Avaliação das partidas jogadas, observando a aplicação correta dos movimentos e estratégias;
- Feedback oral individual e em grupo.

Observações:

- Adaptar a explicação conforme o nível de conhecimento prévio dos alunos;
- Incentivar a participação ativa e as perguntas durante a aula;
- Planejar tempo adicional para os alunos que possam ter dificuldades em assimilar os movimentos.

Bibliografia:

CAPABLANCA, José Raúl. **Chess Fundamentals**. Everyman Chess, 2006.

D'AGOSTINI, Orfeu Gilberto. **Xadrez Básico**. Editora Ediouro, 1954.

TIRADO, Augusto; da SILVA, Wilson. **Meu Primeiro Livro de Xadrez**. Editora Expoente, 1999.

III MOVIMENTOS ESPECIAIS E NOTAÇÃO ALGÉBRICA

Assunto:

Prática de xadrez com foco nos movimentos especiais (Roque e en passant) e introdução à notação algébrica.

Objetivos:

Geral:

- Desempenhar os movimentos especiais do xadrez e usar a notação algébrica para registrar partidas.

Específicos:

- Identificar os movimentos especiais do xadrez: Roque e en passant;
- Sistematizar a notação algébrica para registrar partidas;
- Praticar os movimentos especiais e a notação algébrica em partidas reais.

Recursos didáticos:

- Tabuleiros de xadrez para cada grupo de alunos;
- Conjunto de peças de xadrez;
- Quadro branco e marcadores;
- Projetor e slides com exemplos de movimentos especiais e notação algébrica;
- Súmulas de xadrez para registro de partidas.

Desenvolvimento da aula:

Revisão (5 minutos)

- Revisar os movimentos básicos das peças aprendidos na aula anterior;
- Apresentar os objetivos da aula: aprender movimentos especiais e notação algébrica.

Movimentos especiais (10 minutos)

Roque:

- Explicar o movimento do Roque (curto e longo) e as condições para realizá-lo (nenhuma peça entre o rei e a torre, o rei e a torre não podem ter se movido anteriormente, o rei não pode estar em xeque, não pode passar por casas atacadas);
- Demonstrar o Roque no tabuleiro.

En passant:

- Explicar a captura en passant (quando um peão avança duas casas a partir de sua posição inicial e para ao lado de um peão adversário, este peão pode capturá-lo como se ele tivesse avançado apenas uma casa;
- Demonstrar a captura en passant no tabuleiro.

Notação algébrica (10 minutos)

- Explicar o sistema de notação algébrica (colunas a-h e fileiras 1-8);
- Demonstrar como registrar movimentos básicos e especiais (e4, Cf3, O-O, exd6, e.p.);
- Fornecer exemplos de partidas anotadas;
- Prática guiada com os alunos registrando movimentos em súmulas.

Prática de partida com registro (30 minutos)

- Dividir os alunos em duplas para jogarem partidas;
- Instruir os alunos a registrarem cada movimento utilizando a notação algébrica;
- Circular pela sala de aula, auxiliando na correção dos movimentos e no registro das partidas.

Avaliação:

- Observação da participação e envolvimento dos alunos durante a aula;
- Avaliação da precisão dos registros nas súmulas;
- Feedback oral individual e em grupo.

Observações:

- Adaptar a explicação conforme o nível de conhecimento prévio dos alunos.
- Incentivar a participação ativa e as perguntas durante a aula.
- Planejar tempo adicional para alunos que possam ter dificuldades em assimilar os movimentos especiais e a notação algébrica.

Bibliografia:

CAPABLANCA, José Raúl. **Chess Fundamentals**. Everyman Chess, 2006.

D'AGOSTINI, Orfeu Gilberto. **Xadrez Básico**. Editora Ediouro, 1954.

Site oficial da Federação Internacional de Xadrez (FIDE): fide.com

TIRADO, Augusto; da SILVA, Wilson. **Meu Primeiro Livro de Xadrez**. Editora Expoente, 1999.

IV XADREZ E CINEMÁTICA: INTRODUÇÃO AO ESTUDO DO MOVIMENTO

Assunto:

Transformação do tabuleiro de xadrez em um plano cartesiano para introduzir conceitos de movimento, repouso e referencial.

Objetivos:

Geral:

- Associar o tabuleiro de xadrez a um plano cartesiano para compreender conceitos de cinemática, tais como movimento, repouso e referencial.

Específicos:

- Introduzir o conceito de plano cartesiano utilizando o tabuleiro de xadrez.
- Exemplificar o conceito de movimento e repouso.
- Conhecer o conceito de referencial e como ele influencia a descrição do movimento.
- Relacionar o deslocamento das peças no tabuleiro com o deslocamento de corpos em um espaço físico.

Recursos didáticos:

- Tabuleiros de xadrez para cada grupo de alunos.
- Conjunto de peças de xadrez.
- Quadro branco e marcadores.
- Projetor e slides com exemplos de planos cartesianos.
- Folhas com exercícios sobre movimento e repouso utilizando o tabuleiro de xadrez.

Desenvolvimento da aula:

Revisão dos conceitos e apresentação da aula (5 minutos)

- Revisar brevemente os conceitos e movimentos aprendidos nas aulas anteriores.
- Explicar que, nesta aula, o tabuleiro será utilizado de maneira diferente, servindo como uma analogia para o estudo de cinemática.

Introdução ao Plano Cartesiano no tabuleiro (15 minutos)

- Transformar o tabuleiro de xadrez em um plano cartesiano, atribuindo as letras (a-h) e os números (1-8) como coordenadas de um espaço bidimensional.
- Explicar como cada casa do tabuleiro representa um ponto no plano cartesiano, com suas respectivas coordenadas (por exemplo, a1, h8).
- Relacionar o deslocamento das peças às coordenadas no plano cartesiano, exemplificando movimentos das peças como vetores de deslocamento.

Movimento e Repouso no tabuleiro (20 minutos)

- Explicar o conceito de movimento e repouso utilizando o tabuleiro. Por exemplo, uma peça que muda de posição está em movimento em relação ao tabuleiro, enquanto uma peça que não se desloca, em repouso.
- Utilizar exemplos concretos de deslocamento de uma peça (por exemplo, um bispo indo de c1 para f4) para ilustrar o movimento no espaço.
- Introduzir a fórmula do deslocamento e como ela se relaciona com o movimento das peças no tabuleiro (exemplo: o deslocamento de uma torre em linha reta pode ser usado para explicar deslocamento em uma dimensão).

Conceito de referencial (15 minutos)

- Explicar o conceito de referencial e como ele influencia a descrição do movimento. Por exemplo, uma peça pode estar em movimento em relação a um referencial, mas em repouso em relação a outro.
- Utilizar exemplos práticos, como duas peças se movendo ao mesmo tempo, para explicar o conceito de referencial. Por exemplo, em relação a uma peça que está parada, outra pode estar em movimento, mas, em relação a um observador externo, ambas podem estar em movimento.

Prática e exercícios (30 minutos)

- Propor exercícios onde os alunos devem determinar as coordenadas das peças em diferentes pontos do tabuleiro.
- Pedir que os alunos identifiquem peças em movimento e em repouso, com base em diferentes referenciais.
- Os alunos devem descrever o deslocamento das peças utilizando as coordenadas e discutir como o referencial afeta a percepção de movimento.

Avaliação:

- Observação da participação e envolvimento dos alunos durante a aula.
- Correção dos exercícios propostos, verificando se os alunos compreenderam os conceitos de movimento, repouso e referencial utilizando o tabuleiro de xadrez.
- Feedback oral individual e em grupo.

Observações:

- Adaptar a explicação conforme o nível de conhecimento prévio dos alunos.
- Incentivar perguntas e participação ativa durante a aula para garantir a compreensão dos conceitos.

Bibliografia:

CAPABLANCA, José Raúl. **Chess Fundamentals**. Everyman Chess, 2006.

D'AGOSTINI, Orfeu Gilberto. **Xadrez Básico**. Editora Ediouro, 1954.

Site oficial da Federação Internacional de Xadrez (FIDE): fide.com

TIRADO, Augusto; da SILVA, Wilson. **Meu Primeiro Livro de Xadrez**. Editora Expoente, 1999.

V XADREZ E CINEMÁTICA: CONCEITO DE VELOCIDADE

Assunto:

Relacionar o movimento das peças no xadrez com o conceito de velocidade, utilizando cada lance como uma medida de tempo.

Objetivos:

Geral:

- Conhecer o conceito de velocidade através da movimentação das peças no xadrez, relacionando deslocamento e tempo.

Específicos:

- Identificar o conceito de velocidade como razão entre deslocamento e tempo.
- Computar os lances do xadrez como forma de medir o tempo.
- Aplicar o conceito de deslocamento e calcular a velocidade média das peças durante uma partida.
- Detectar o comportamento do movimento uniforme no xadrez.

Recursos didáticos:

- Tabuleiros de xadrez para cada grupo de alunos.
- Conjunto de peças de xadrez.
- Quadro branco e marcadores.
- Projetor de slides com exemplos de diagramas.
- Relógio de xadrez ou cronômetro

Desenvolvimento da aula:

Revisão dos conceitos e apresentação da aula (5 minutos)

- Revisar os conceitos apresentados na aula anterior: movimento, repouso e referencial.
- Explicar que o foco desta aula será a relação entre deslocamento e tempo, ou seja, a velocidade.

Introdução ao conceito de velocidade (15 minutos)

- Definir velocidade como a razão entre o deslocamento de um corpo e o tempo necessário para percorrer esse deslocamento.
- Relacionar o deslocamento no tabuleiro de xadrez (número de casas percorridas por uma peça) com a ideia de movimento físico.
- Explicar que, no xadrez, cada lance corresponde a uma unidade de tempo e que podemos calcular a "velocidade" das peças usando o conceito de deslocamento dividido pelo tempo (lances).

Movimento das peças e cálculo da velocidade (15 minutos)

- Demonstrar, no tabuleiro, o deslocamento de diferentes peças: a torre se desloca por várias casas em linha reta, enquanto o cavalo se move em forma de "L".
- Calcular o deslocamento de cada peça (número de casas percorridas) e o tempo (número de lances) para determinar a velocidade média de cada peça durante um movimento.
- Exemplo prático: Se uma torre percorre 5 casas em 2 lances, sua velocidade seria 5/2 casas por lance.

Discussão sobre velocidade média e movimento uniforme (15 minutos)

- Discutir o conceito de velocidade média, utilizando os deslocamentos variados das peças.
- Explicar que algumas peças, como a torre, possuem um movimento uniforme ao longo de uma linha reta, enquanto outras, como o cavalo, têm um deslocamento mais irregular.
- Comparar esses movimentos com o movimento uniforme e não uniforme na física.

Avaliação:

- Observação da participação e envolvimento dos alunos durante a aula.
- Feedback oral individual e em grupo baseando-se nas respostas aos diagramas.

Observações:

- Adaptar a explicação conforme o nível de conhecimento prévio dos alunos.
- Incentivar perguntas e participação ativa durante a aula para garantir a compreensão dos conceitos.

Bibliografia:

CAPABLANCA, José Raúl. **Chess Fundamentals**. Everyman Chess, 2006.

D'AGOSTINI, Orfeu Gilberto. **Xadrez Básico**. Editora Ediouro, 1954.

Site oficial da Federação Internacional de Xadrez (FIDE): fide.com

TIRADO, Augusto; da SILVA, Wilson. **Meu Primeiro Livro de Xadrez**. Editora Expoente, 1999.

VI XAFREZ E CINEMÁTICA: CONCEITO DE ACELERAÇÃO

Assunto:

Exploração do conceito de aceleração a partir do deslocamento das peças no tabuleiro de xadrez, utilizando gráficos e figuras geométricas para calcular a aceleração.

Objetivos:

Geral:

- Explorar o conceito de aceleração utilizando analogias do movimento das peças no tabuleiro de xadrez, relacionando deslocamento e tempo com gráficos de aceleração.

Específicos:

- Formular o conceito de aceleração como a variação da velocidade em função do tempo.
- Utilizar o deslocamento de peças de xadrez como exemplo prático de variação de velocidade.
- Relacionar o deslocamento das peças com gráficos de aceleração, aproveitando figuras geométricas para calcular a aceleração.
- Aplicar conceitos de física utilizando o tabuleiro como um plano cartesiano.

Recursos didáticos:

- Tabuleiros de xadrez para cada grupo de alunos.
- Conjunto de peças de xadrez.
- Quadro branco e marcadores.
- Projetor de slides com exemplos de diagramas.
- Relógio de xadrez ou cronômetro.
- Calculadoras.

Desenvolvimento da aula:

Revisão dos conceitos de velocidade e movimento (5 minutos)

- Revisar os conceitos de deslocamento e velocidade discutidos nas aulas anteriores.
- Introduzir a ideia de que a velocidade pode variar, e que a aceleração descreve essa variação.

Conceito de aceleração (15 minutos)

- Explicar que a aceleração é a taxa de variação da velocidade em função do tempo ($a = \Delta v/\Delta t$).
- Utilizar o movimento de peças no tabuleiro de xadrez para exemplificar essa variação. Por exemplo, uma peça pode começar a se mover lentamente (deslocar-

se uma casa) e depois acelerar, movendo-se mais rapidamente (deslocar-se várias casas em poucos lances).

Aceleração no tabuleiro de xadrez (15 minutos)

- Demonstrar como a aceleração pode ser observada nas mudanças de velocidade das peças no tabuleiro.
- Utilizar exemplos práticos: se uma peça (como o cavalo) percorre uma distância maior em um número menor de lances, podemos dizer que ela acelerou.
- Relacionar essas mudanças com gráficos de aceleração, utilizando as coordenadas do tabuleiro como referência para traçar os deslocamentos ao longo do tempo (lances).

Gráficos e figuras geométricas para calcular aceleração (15 minutos)

- Introduzir gráficos de velocidade x tempo e explicar como calcular a aceleração a partir da inclinação da reta no gráfico.
- Aproveitar as posições das peças no tabuleiro para criar gráficos de deslocamento, usando as coordenadas para traçar linhas que representem o movimento das peças ao longo do tempo.
- Utilizar áreas de figuras geométricas formadas por esses gráficos (triângulos, retângulos) para calcular a aceleração.
- Exemplificar: um gráfico triangular no qual a base representa o tempo (número de lances) e a altura representa o deslocamento pode ser usado para calcular a aceleração.

Discussão final

- Discutir os resultados obtidos nos exercícios e como o conceito de aceleração pode ser aplicado em diferentes situações.
- Comparar a aceleração de diferentes peças no tabuleiro e como isso se relaciona com o comportamento de corpos em movimento no mundo real

Avaliação:

- Observação da participação e envolvimento dos alunos durante a aula.
- Feedback oral individual e em grupo baseando-se nas respostas aos diagramas.
- Realização do questionário de finalização da sequência didática.

Observações:

- Adaptar a explicação conforme o nível de conhecimento prévio dos alunos.
- Incentivar perguntas e participação ativa durante a aula para garantir a compreensão dos conceitos.

Bibliografia:

CAPABLANCA, José Raúl. **Chess Fundamentals**. Everyman Chess, 2006.

D'AGOSTINI, Orfeu Gilberto. **Xadrez Básico**. Editora Ediouro, 1954.

Site oficial da Federação Internacional de Xadrez (FIDE): fide.com

TIRADO, Augusto; da SILVA, Wilson. **Meu Primeiro Livro de Xadrez**. Editora Expoente, 1999.

QUESTIONÁRIO FINAL

MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física	AVALIAÇÃO DE FÍSICA	DATA: ___/___/___	__° TRIMESTRE
	PROFESSOR:		SÉRIE:
	ALUNO(A):		NOTA

INSTRUÇÕES:
1. Para responder às questões, use caneta de **tinta preta** ou **azul**;
2. Evite rasuras e também o uso de corretivos;
3. A avaliação será anulada em caso de identificação de qualquer material caracterizado como cola.

1) Em nosso cotidiano convivemos com vários conceitos físicos acontecendo simultaneamente. Inclusive, conceitos de cinemática, tema do nosso primeiro capítulo. Sendo assim, baseando-se em nossas aulas e em seus conhecimentos prévios, preencha o significado das seguintes palavras:

- Posição espacial:
- Tempo:
- Referencial:
- Deslocamento:
- Velocidade:
- Aceleração:

2) Quando podemos afirmar que algo está em movimento? Qual o estado desse objeto quando não está em movimento?

3) Quando o professor escreve a seguinte fórmula:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad onde \quad \Delta S = deslocamento \; e \; \Delta t = tempo \; gasto$$

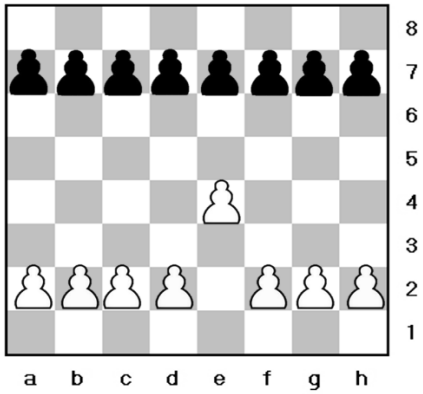
O que você pode estar concluindo?

4) Você tem alguma experiência prévia no jogo de Xadrez?

5) Caso sim na questão 4, costuma jogar com regularidade? Possui conhecimento nos processos de notação de jogo?

6) Caso não na questão 4, precisou aprender poucas coisas para aprender a jogar xadrez?

7) Analise a imagem abaixo e responda: Sabendo que o peão da coluna e iniciou a partida na casa e2 e que já no primeiro lance saltou para casa e4. Qual foi o deslocamento deste peão?



8) Considerando os seguintes lances: 1. e4 e5 2. d4 d5 3. c3 c5. Qual é o espaço percorrido tanto as brancas como para as negras? Obs: Utilize o tabuleiro para realizar os lances.

9) Calcule a velocidade máxima que cada peça pode atingir em apenas uma jogada. Adote a posição inicial da peça, sendo que apenas a peça analisada estará no tabuleiro no momento da análise.

10) As analogias realizadas nesse capítulo, trazem de maneira recorrente, uma importante grandeza física. A velocidade. Em que situações essa grandeza pode ser atrelada ao jogo de xadrez?

11) Vimos que a abordagem dos movimentos de peças vista no jogo de Xadrez, pode ser estendida e trabalhada via os conceitos físicos de cinemática. Como você poderia fazer a conexão entre os movimentos no Xadrez e algum fenômeno do cotidiano?

12) As regras do xadrez são bem claras em relação ao objetivo do jogo. Um fator importante, ao comparar movimentos, no cotidiano e no xadrez, é a escolha do referencial. Qual a relação entre os conceitos: referencial, xeque e xeque mate?

13) Para você, ficou claro a conexão cinemática-xadrez exposta pelo professor?

14) A metodologia de ensino com analogias, relacionando o xadrez e a Física, facilitou o processo de aprendizagem dos conceitos de cinemática? Justifique conforme seu entendimento.

15) Quais as principais dificuldades encontradas por você durante a conexão entre o xadrez e o conceito de cinemática?